

СОДЕРЖАНИЕ

Продукционный процесс и структура деревьев, древесин и древостоев

	<i>Предисловие</i>	4
Аксенов П.А., Коровин В.В.	<i>Сравнительно-анатомическое исследование древесины дуба, применяемой в виноделии</i>	5
Белошицкая Е.Л.	<i>«Народная ботаника» Н.В. Гоголя (к 200-летию писателя)</i>	16
Лятовски К.	<i>Пояснения к основным биологическим теориям Иосифа Пачоского</i>	19
Романовский М.Г.	<i>Особенности методологии биологических исследований</i>	24
Романовский М.Г.	<i>Теллермановское опытное лесничество – объект фундаментальных биогеоэкологических исследований</i>	26
Романовский М.Г.	<i>Продуктивность гетеротрофов и их роль в формировании пер Теллермановского леса (южная лесостепь)</i>	35
Пальчиков С.Б., Румянцев Д.Е.	<i>Современное оборудование для дендрохронологических исследований</i>	46
Ловелиус Н.В., Трофимова А.Д.	<i>Прирост годичных колец хвойных в южном Сихотэ-Алине в связи с изменениями региональных и глобальных факторов среды</i>	51
Ловелиус Н.В., Трофимова А.Д.	<i>Рост пихты белокорой в южном Сихотэ-Алине и факторы природной среды</i>	58
Корчагов С.А., Грибов С.Е., Щекалев Р.В.	<i>Свойства древесины ели в плантационных культурах Вологодской области</i>	63
Румянцев Д.Е., Соломина О.Н., Липаткин В.А., Мацковский В.В., Кухта А.Е., Николаев Д.К.	<i>Возможности перекрестного датирования хронологий сосны обыкновенной и ели европейской в центральной части Восточно-Европейской равнины</i>	67
Погиба С.П., Пугачев Д.И.	<i>Сравнительная оценка роста межвидовых гибридов пихт в Ивантеевском дендропарке Московской области</i>	75
Потапова Е.Ю.	<i>Некоторые особенности формирования лиственничников в Магаданской области</i>	77
Абагуров А.В., Абагурова Г.А.	<i>Лиственница на Камчатке</i>	79
Кухта А.Е., Румянцев Д.Е.	<i>Линейный и радиальный приросты сосны обыкновенной в Волжско-Камском и Центрально-Лесном государственных природных заповедниках</i>	88
Захаров Ю.Г.	<i>Изменчивость трендов линейного прироста у естественного возобновления сосны в условиях Тверской области</i>	94
Амосова И.Б., Феклистов П.А.	<i>Распределение влаги по сечению ствола в древесине березы повислой</i>	97
Коровин В.В., Пайамнор В., Аксенов П.А.	<i>Анатомическое изучение процесса укоренения черенков клена при обработке стимуляторами роста</i>	101
Пайамнор В.	<i>Хромосомные наборы некоторых видов клена</i>	108
Лебедев В.Г., Шестибратов К.А.	<i>Эффективный способ получения посадочного материала ясеня обыкновенного in vitro</i>	112
Иванов Ю.В., Карташов А.В., Савочкин Ю.В.	<i>Устойчивость всходов pinus sylvestris и picea abies к солевому стрессу</i>	119
Коженкова А.А., Захарова А.А.	<i>Опыт выращивания посадочного материала пихты сибирской при интродукции</i>	123

Гусева Н.Ю.	<i>Интродукция лжетсуги Мензиса в северной подзоне смешанных лесов</i>	126
Семаев С.В.	<i>Географические культуры кедра сибирского в Дмитровском лесничестве Московской области</i>	132
Хамитова С.М., Хамитов Р.С.	<i>Влияние типа апофиза шишек сосны кедровой сибирской на формирование в них семян</i>	134
Нечаев А.А.	<i>Использование хвойно-широколиственных и пихново-еловых лесов Дальнего Востока для заготовки пищевых лесных ресурсов, сбора лекарственных растений и ведения сельского хозяйства (пчеловодство)</i>	136
Стоноженко Л.В., Коротков С.А.	<i>Методические подходы к исследованию структуры ельников и обоснование их возраста спелости</i>	141
Тибуков А.В.	<i>Особенности формирования биогрупп ели на вырубках</i>	145
Феклистов П.А., Шаньгина Н.П., Торбик Д.Н.	<i>Естественное лесовозобновление в сосняках черничных, пройденных проходными рубками ухода</i>	150
Корчагов С.А., Грибов С.Е., Стребков Н.Н.	<i>Обоснование выбора культивируемой породы при целевом выращивании балансовой древесины</i>	154
Николаев Д.К., Глазунов Ю.Б.	<i>Особенности повреждения снеголомом древостоев сосны и ели</i>	157
Алейников А.А.	<i>Динамика растительного покрова долин малых рек в результате строительной деятельности бобров</i>	165
Ухваткина О.Н., Комарова Т.А., Трофимова А.Д.	<i>Особенности онтогенеза <i>Pinus ajanensis</i> (lindl. Et gord.) Fisch. Ex carr. в условиях среднегорного пояса южного Сихотэ-Алиня</i>	169
Ивонин В.М., Пиньковский М.Д., Самсонов С.Д.	<i>Использование ГИС-технологий для анализа рекреационного потенциала территории Сочинского национального парка</i>	174
Анциферова В.А., Анциферов А.В.	<i>Панский лес: проблемы биоразнообразия и рекреационного использования</i>	179
Евменова А.В.	<i>Современное состояние и проектные решения по развитию системы озеленения города Воронежа</i>	182
Завидовская Т.С.	<i>Флора города Борисоглебска</i>	192
Таранец И.П., Кузнецова Н.А., Смуров А.В.	<i>Влияние рекреации на пространственное распределение почвообитающих коллембол в лесных экосистемах</i>	199
Бекецкая Т.В., Умарова А.Б., Железова С.В.	<i>Влияние древесной растительности на свойства почв (на примере модельной почвы почвенного стационара МГУ)</i>	206
Федотов Г.Н., Шалаев В.С., Путляев В.И., Иткис Д.М.	<i>Исследование наноструктурной организации почвенных гелей</i>	212
Жуков А.М.	<i>Проблемы использования растений-экзотов в лесных культурах и в озеленении</i>	222
Деревообработка		
Галкин В.П.	<i>Экспериментальные исследования свойств древесины, вызывающих сушилльные напряжения</i>	229
Галкин В.П.	<i>Расчет сушилльных напряжений в пиломатериалах с учетом особенностей сушки древесины</i>	232
Галкин В.П.	<i>Использование микроволновой энергии промышленных частот для сушки пиломатериалов</i>	234

ПРЕДИСЛОВИЕ

Постоянно действующий семинар «Производственный процесс и структура деревьев, древесины и древостоев» был основан в апреле 2006 года. Одним из инициаторов его создания был преждевременно ушедший от нас заведующий кафедрой селекции, генетики и дендрологии Геннадий Анатольевич Курносов, которому исполнилось только 48 лет. Участники семинара и коллеги скорбят по случаю этой потери и чтят память Геннадия Анатольевича.

Семинар продолжает работу. В данном номере Лесного вестника представлены материалы, докладывавшиеся на заседаниях семинара его постоянными участниками, а также иногородними корреспондентами. Мы приглашаем всех желающих участвовать в работе семинара. На его заседаниях царят демократические традиции, способствующие объективному и доброжелательному обсуждению докладов, все дискуссии носят научный характер. Сопредседатели – профессор В.В. Коровин (МГУЛ) и зав. лабораторией экологии широколиственных лесов ИЛ РАН М.Г. Романовский приглашают принять участие в заседаниях постоянно действующего семинара всех неравнодушных к проблемам лесной науки.



СРАВНИТЕЛЬНО-АНАТОМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДРЕВЕСИНЫ ДУБА, ПРИМЕНЯЕМОЙ В ВИНОДЕЛИИ

П.А. АКСЕНОВ, зав. лабораторией каф. селекции, генетики и дендрологии МГУЛ,
В.В. КОРОВИН, проф. каф. селекции, генетики и дендрологии МГУЛ, д-р биол. наук,

axenov.pa@mail.ru; korovin@korolev-net.ru

Освещением вопросов сравнительной анатомии древесины различных внутривидовых таксонов системы рода *Quercus* L. занимались многие авторы [4, 8, 9, 13, 14, 16]. Особого внимания заслуживают совместные работы ВНИИ ПБиВП и МГУЛ, [10, 11, 12, 5, 7], в которых рассматривается макро- и микроструктура древесины дуба черешчатого, используемой в виноделии.

В представленной работе мы приводим результаты некоторых сравнительно-анатомических исследований древесины разных видов, экотипов и феноформ дуба, применяемой или условно пригодной к винодельческому производству.

Изучение микроструктуры древесины проводилось по модифицированным нами стандартным методикам [15 и др.] в лаборатории анатомии растений (МГУЛ).

Ниже приводим описание наших анатомических препаратов. Эталонном при описании условно принят дуб черешчатый из Теллермановского лесничества Воронежской области. При описании строения древесины других видов и образцов из других регионов приводятся только отличия от «эталонного» образца.

Дуб черешчатый (*Quercus robur* L.). Образцы древесины ранней (*Q. robur* L. f. *praecox* Czern.) и поздней (*Q. robur* L. f. *tardiflora* Czern.) феноформ из Теллермановского опытного лесничества (ТОЛ).

Поперечный срез. В широких годовых кольцах сосуды ранней древесины расположены в 3–4 слоя. В очень широких (2–4 мм и более) – образуют слегка изогнутые радиальные цепочки, включающие до 6–8 просветов. Иногда цепочки широких сосудов плавно переходят в скопления поздних узкопросветных. Однако чаще переход от широких сосудов к узким резкий. Радиальный диаметр сосудов ранней древесины поздней феноформы изменяется в пределах 190–260 мкм (диаметр

сосудов ранней формы на 10–15 % меньше). Очертания просветов крупных сосудов округлые, эллиптические; ближе к границе годичного прироста некоторые неправильно эллиптические. Просветы крупных сосудов организованы в группы, сужающиеся в сторону поздней древесины. Толщина стенок члеников сосудов немного превышает толщину стенок трахеид. В ядровой древесине широкие сосуды заполнены тилами.

Просветы узких сосудов поздней древесины многоугольные. Группируются они, образуя на поперечном срезе весьма разнообразные фигуры. В широких кольцах – организованы в радиально удлиненные группы. В средних по величине приростах группы поздних сосудов шире и имеют заметно выраженную тенденцию расширяться в сторону внешней границы кольца. В целом доля узкопросветных сосудов в широких годовых слоях древесины значительно меньше, чем в узких. Тилы в узких сосудах редки. Их встречаемость увеличивается с ростом ширины годичного кольца (рис. 1).

Сосудистые трахеиды присутствуют главным образом в ранней древесине в цепочках между широкими сосудами, контактируют с тангентальными участками стенок сосудов (рис. 2). В поздней древесине эти элементы труднее отличать от волокнистых трахеид.

Волокнистые и сосудистые трахеиды сосредоточены в зонах, обособленных группами как широкопросветных, так и узкопросветных сосудов. От клеток либриформа волокнистые трахеиды отличаются на поперечных срезах большими просветами и сравнительно тонкими оболочками. От сосудистых трахеид они отличаются меньшим поперечным сечением и более угловатой формой оболочек (рис. 1).

Клеток или, как часто говорят, волокон либриформа в очень узких годовых кольцах может не быть. В широких – их доля может

составлять до 50 % объема древесины. В целом содержание волокон либриформа пропорционально проценту поздней древесины. На поперечных срезах волокна отличаются большой толщиной стенок и угловатыми очертаниями. Ширина просветов у клеток либриформа может быть меньше ширины клеточной стенки. У всех других клеток в древесине дуба черешчатого толщина оболочек значительно меньше. В годичных кольцах, в поздней древесине, волокна обычно образуют обособленные плотные группы-зоны, разнообразие в которые вносят только цепочки клеток тяжелой паренхимы и узкие лучи. Последние, пересекая зоны волокон, сужаются в 1,2–2,2 раза. Увеличение ширины годичного кольца связано с возрастанием упорядоченности расположения зон волокон либриформа. Форма и тип расположения зон волокон на поперечном срезе широкослойной древесины являются видоспецифичными признаками для рассматриваемых видов дуба.

Вторичные оболочки либриформа лигнифицированы значительно меньше, чем первичные. Часто в поздней древесине широких годичных колец зоны либриформа частично или полностью замещены желатинозными клетками или желатинозными волокнами. На анатомических препаратах желатинизированные вторичные оболочки деформируются и разрываются под воздействием реагентов, применяемых для приготовления постоянных препаратов, что говорит об их низкой прочности. Желатинозные волокна до настоящего времени недостаточно изучены, но, судя по анатомическим препаратам, есть основание считать, что по механическим свойствам они по крайней мере не превосходят другие структурные элементы. Все это в известной мере входит в противоречие с представлением о том, что прочность древесины дуба определяется в основном волокнами либриформа.

Лучи гомогенные – широкие и однорядные. Однорядные лучи на поперечном срезе в поздней древесине широких годичных колец располагаются в виде довольно правильных прямых линий. При встрече с широкими сосудами ранней древесины однорядные лучи, контактирующие с сосудами, меняют ориентацию и огибают сосуды. Приближаясь к широ-

ким сосудам клетки, однорядные лучи заметно расширяются и часто укорачиваются. Расширение клеток лучевой паренхимы заметно и при прохождении через зону узких сосудов в поздней древесине (рис. 1, 2).

Тяжевая или осевая паренхима метатрахеальная или скудная диффузная. Цепочки метатрахеальной паренхимы в поздней древесине широких годичных колец часто прерываются клетками либриформа или располагаются не строго тангентально. Двурядные цепочки встречаются редко, обычно 2–3 неправильных ряда паренхимных клеток разделяются 1–2 рядами волокон. В зоне ранних сосудов осевая паренхима никак не упорядочена и может быть названа диффузной. Здесь ее доля участия меньше, чем в поздней части годичного прироста. Типичной вазикентрической паренхимы нет, с сосудами контактируют лишь отдельные тяжи осевой паренхимы. Очевидно, тяжевая паренхима или не участвует в образовании тил, или участие ее в этом процессе незначительно.

Терминальная зона годичного кольца представлена 1–2, местами – 4 рядами сплюснутых в радиальном направлении волокнистых трахеид. По степени утолщения вторичных оболочек эти трахеиды существенно не отличаются от других трахеид поздней древесины. Тяжевая паренхима в терминальной зоне не встречается. При пересечении границ приростов широкими лучами часто видны искривления терминальной зоны с образованием *N*-образной ступеньки или впадины глубиной 0,2–1,1 мм (рис. 3).

Тангентальный срез. Членики сосудов с клювиками разной величины, иногда почти не выраженными. Перфорационные пластинки простые, у широких сосудов – перпендикулярные оси или слегка наклонные, у сосудов поздней древесины – наклонные. Поры на стенках широкопросветных (ранних) сосудов в расположении мало упорядочены (так называемое «свободное расположение»). Поры двух типов: в зонах контакта с сосудистыми трахеидами – с округлыми или эллиптическими окаймлениями и с горизонтальными эллиптическими щелями просветов; в зонах контакта с лучами – простые, неправильной несколько угловатой формы.

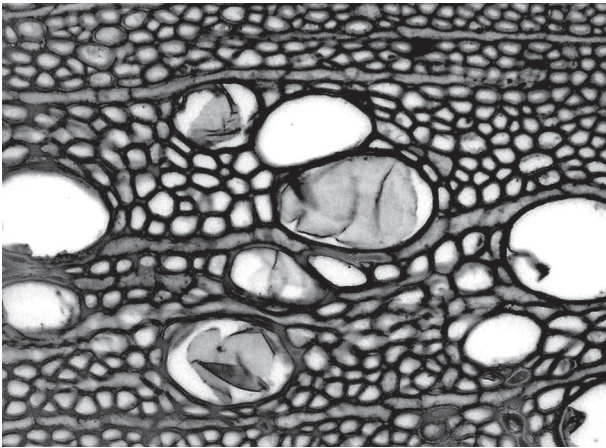


Рис. 1. Дуб черешчатый (*f. tardiflora*) из ТОЛ. Поперечный срез в зоне поздней древесины. По центру – затиланные поздние сосуды, окруженные волокнистыми трахеидами. Объектив: С-Plan 25/0,45, ∞/0,17

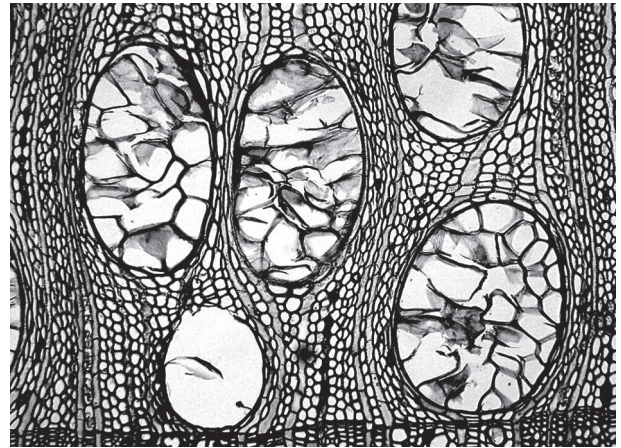


Рис. 2. Дуб черешчатый из провинции Лемузен. Поперечный срез в зоне ранней древесины. Видны затиланные ранние сосуды, окруженные сосудистыми трахеидами. Объектив: С-Plan 12,5/0,3, ∞/0,17

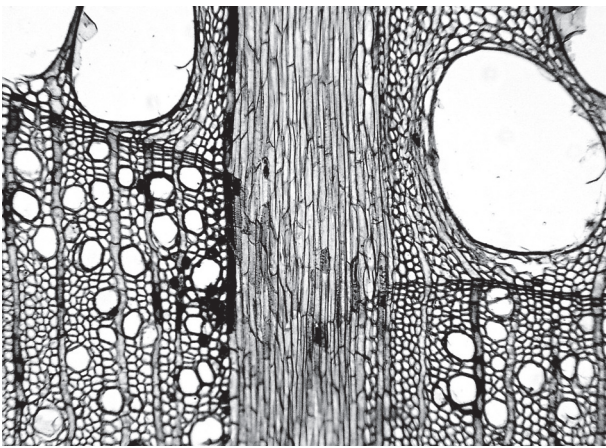


Рис. 3. Дуб черешчатый (*f. tardiflora*) из ТОЛ. Поперечный срез по границе г. колец. Наблюдается пересечение терминальной зоны широким лучом. Объектив: Plan 9/0,2, 160/0,17

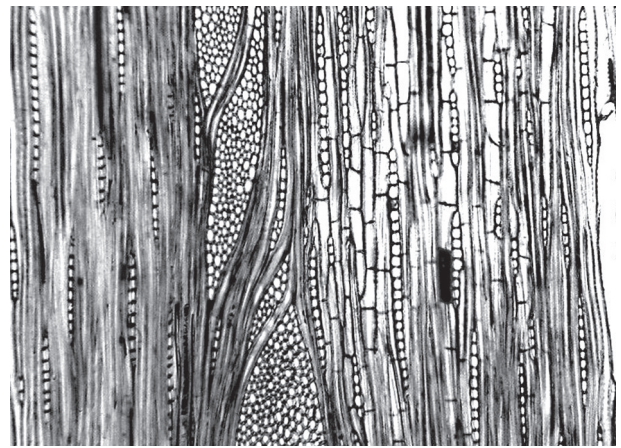


Рис. 4. Дуб черешчатый (*f. tardiflora*) из ТОЛ. Тангентальный срез. По центру – широкий луч, расчлененный трахеальными элементами. Объектив: С-Plan 12,5/0,3, ∞/0,17

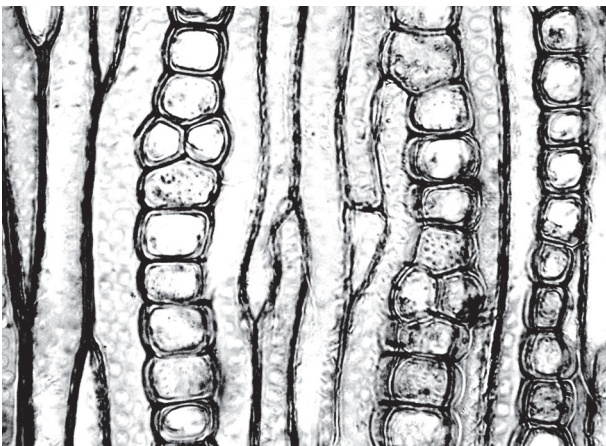


Рис. 5. Дуб черешчатый (*f. tardiflora*) из ТОЛ. Тангентальный срез. Видны два частично двурядных луча, состоящие из уплощенных клеток. Объектив: С-Plan 25/0,45, ∞/0,17

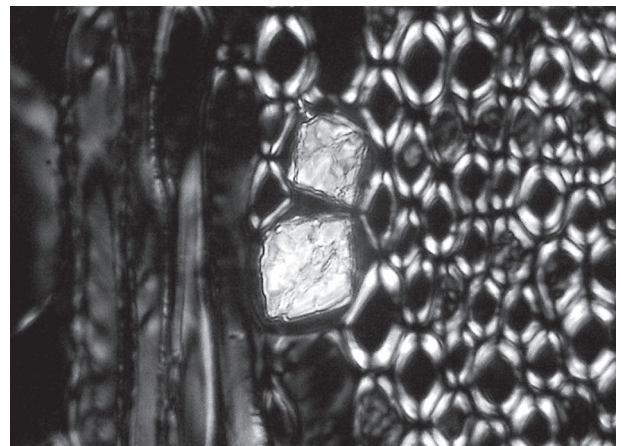


Рис. 6. Дуб черешчатый из провинции Лемузен. Тангентальный срез. По центру – кристаллы оксалата. Объектив: С-Plan 25/0,45, ∞/0,17. Поляризационный режим

Сосудистые трахеиды с притупленными окончаниями. Поры двух типов: в зонах контакта с сосудами повторяют форму окаймленных пор члеников сосудов, в зонах контакта с волокнистыми трахеидами – с косыми (наклонными) окаймлениями и сравнительно с порами сосудов с узкими, как и окаймления, также наклонными просветами. Между соседними сосудистыми трахеидами окаймленные поры расположены обычно в один–два ряда.

Окончания волокнистых трахеид заостренные. Поры упорядочены в 1, реже в 2 ряда, щелевидные с узкими окаймлениями. Просветы пары пор между соседними волокнистыми трахеидами скрещенные.

Волокна либриформа несколько превышают длину волокнистых трахеид. Окончания в разной степени заостренные, часто слегка зазубренные. Поры на тангентальных стенках практически отсутствуют или очень редки, очень узкие, щелевидные со слабо выраженными окаймлениями или совсем без окаймлений.

Широкие лучи (шириной 200–500 мкм) включают по горизонтали примерно 20–35 клеток. Высота широких лучей варьирует в пределах 5–40 мм. Встречаемость на единице поверхности тангентального среза составляет 2–5 см². В тангентальной плоскости клетки неупорядоченны, имеют близкую к округлой, иногда несколько угловатую форму сечения. Края широких лучей неровные. Внутри широких лучей часто внедряются волокнистые трахеиды или тяжи осевой паренхимы. Иногда группы этих элементов, включающие и узкие сосуды, могут расчленять широкие лучи (рис. 4).

В узких лучах число клеток по высоте варьирует от 2 до 30 и более. Чаще – 12–15. Большинство узких лучей однорядные (рис. 4). В поздней древесине, в зоне либриформа, клетки узких лучей вертикально эллиптические, по мере приближения к окончаниям ширина клеток постепенно уменьшается. При приближении к сосудам и в зонах контакта с ними ширина клеток лучевой паренхимы возрастает. В плоскости тангентального среза некоторые клетки луча выглядят сплюснутыми, т.е. большее измерение поперек оси. Часть клеток лучевой паренхимы, контакти-

рующих с широкими сосудами, расширяясь, приобретают неправильную несколько угловатую форму. Иногда, сравнительно редко, наблюдается частичная двурядность узких лучей (рис. 5).

Ширина клеток однорядных лучей и частота встречаемости частично двурядных лучей в плоскости тангентального среза, по нашему мнению, являются важными критериями отбора древесины дуба для выдержки коньячных спиртов. Эти признаки имеют большее числовое значение у поздней феноформы дуба в сравнении с ранней.

Тяжи осевой паренхимы состоят из 2–7 клеток. Протопласты соседних клеток соединяются через плазмодесмы полей простых пор, расположенных на поперечных клеточных стенках тяжа. Очертания внутренних клеток тяжа с той или иной степенью приближения напоминают прямоугольники с закругленными углами, краевые клетки обычно заостренные, реже – тупо заканчивающиеся (рис. 4). Края тяжей паренхимы, контактирующей с лучами, повторяют форму боковой (радиальной) поверхности луча. В ранней древесине, вблизи сосудов, ширина клеток осевой паренхимы, равно как и клеток лучевой паренхимы, заметно увеличивается.

Радиальный срез. Поры на полях перекреста сосудов с лучами со стороны сосудов окаймленные, с овальными просветами. Большие диаметры просветов почти перпендикулярны оси. Окаймления имеют очертания правильного круга. Со стороны луча поры простые.

Просветы неправильно эллиптические, больший диаметр с остатком вписывается в окаймление поры контактирующего сосуда. Расположение пор в поле перекреста свободное.

Поры сосудистых трахеид на радиальных поверхностях двух типов в зависимости от того, с какими клетками они контактируют: в зонах контакта с сосудами – крупные с эллиптическими окаймлениями, просветы совпадают, в этом случае они чаще выстроены в один вертикальный ряд; в местах контакта с одноименными элементами и волокнистыми трахеидами поры с правильными округлыми меньшего диаметра окаймлениями, распола-

гаются в два ряда. Иногда оба типа пор можно наблюдать у одной трахеиды. Пары пор между волокнистыми трахеидами со сравнительно узкими окаймлениями, просветы скрещивающиеся.

Поры в полях перекреста с волокнистыми трахеидами подчиняются порядку расположения пор на трахеидах. В зонах перекреста с либриформом – мелкие, с узкими щелевидными просветами, практически без окаймлений, встречаются крайне редко, чаще отсутствуют.

Клетки тяжелой паренхимы варьируют по ширине и высоте: в поздней древесине, в массе либриформа, они значительно уже, чем в зонах скопления сосудов; вблизи сосудов ранней древесины их ширина в плоскости радиального среза значительно больше, чем в поздней древесине, а высота несколько меньше.

В переходной зоне (между заболонью и ядром) в лучевой и тяжелой паренхиме сохраняется протопласт, в некоторых клетках хорошо различимо ядро.

Описание различий фенологических форм дуба из ТОЛ по признакам анатомического строения ядровой древесины приводится в нашей публикации [2].

Дуб черешчатый. Образцы из Франции, провинция Лемузен (является лучшим сырьем для изготовления бочек с целью выдержки коньячных спиртов высшего качества).

Поперечный срез. Радиальные приросты широкие – в среднем 3,4 мм, варьируют незначительно. Как следствие этого, зона поздней древесины протяженная, занимает в среднем 70 ± 15 %, четко отделена от ранней.

Сосуды ранней древесины крупные (250–300 мкм в диаметре), располагаются в 2–3, реже в 4 ряда, имеют высокую степень затилованности. Тилы мелкие, многочисленные, с относительно толстыми клеточными стенками, в центральной зоне просвета сосуда, предположительно, образовались путем деления. По линии радиального диаметра сосуда можно насчитать до 12 тил (рис. 2) [3]. Просветы сосудов постепенно уменьшаются в диаметре в радиальном направлении и образуют треугольные выросты, резко переходящие в узкопросветные поздние сосуды,

находящиеся в среде, состоящей из тяжелой паренхимы и волокнистых трахеид.

Поздние сосуды образуют радиально ориентированные, расширяющиеся к границе прироста узкие цепочки, чередующиеся с сужающимися цепочками механических элементов. В узкопросветных сосудах поздней древесины часто можно наблюдать тилы. В дубе из ТОЛ образование тил в сосудах поздней древесины – явление редкое.

Аксиальная паренхима по расположению метатрахеальная, реже диффузная (в зоне сосудов), часто образует межлучевые тяжи в зонах волокон либриформа.

Существенное отличие от древесины дуба этого же вида из ТОЛ состоит в форме однорядных лучей: в поздней древесине линейное расположение лучей часто нарушается контактирующими с ними узкими сосудами; клетки лучевой паренхимы представляются сдавленными соседними волокнами либриформа и волокнистыми трахеидами так, что очертания боковых стенок полностью повторяют форму прилегающих осевых элементов. В результате форма клеток лучевой паренхимы представляется совершенно неправильной. Подобное явление местами наблюдается и в древесине дуба из Воронежской области, но там оно очень слабо выражено. Отдельные широкие лучи могут рассекаются широкими пучками осевых элементов, цепочки которых в этом случае отклоняются от радиального расположения.

Тангентальный срез. Однорядные лучи встречаются с частотой 90–100 мм⁻². Частично двурядные лучи составляют около 12 % от общего числа лучей. Клетки однорядных лучей в основной массе имеют большее измерение поперек оси. В зоне широких и узких сосудов уплощенность (превышение горизонтального, ориентированного поперек оси стебля, диаметра) выражена еще сильнее. Ширина лучевых клеток превышает высоту на 5–27 %.

Широкие лучи крупные, 250–600 мкм шириной, встречаются с частотой 1,5–2,2 см⁻², иногда включают клетки с сильно утолщенными, подобно либриформу, оболочками. Ориентированы такие клетки тоже радиально. Заслуживает внимания тот факт, что в клетках лучей, реже в протопластах тяжелой

паренхимы, можно обнаружить мелкий кристаллический песок и крупные призматические кристаллы (высотой до 70 мкм) оксалата кальция ($\text{Ca}(\text{COO})_2$) (рис. 6). Возможно, это связано с повышенным содержанием кальция в почвах. Сами широкие лучи часто образуют длинные вертикальные (ориентированные вдоль оси стебля) цепочки, разделенные слоями осевых элементов, в том числе и узкопросветных сосудов. Такие структуры на тангентальном срезе можно представить как очень высокий многорядный луч, расчлененный по вертикали группами осевых элементов.

Дуб скальный (*Q. petraea* (Mattuschka) Liebl.). Образцы из Республики Адыгея и Франции: Вогезы, Центральное плато.

Поперечный срез. Характерна большая величина радиальных приростов. Ранние сосуды очень широкие, просветы эллиптические. Переход от широкопросветных сосудов к узким резкий. Ранние широкопросветные сосуды расположены обычно в 4–5 рядов. Обособленных групп широких сосудов, образующих те или иные фигуры, не наблюдается. В целом можно говорить о большом сходстве внутреннего строения дуба скального и дуба черешчатого.

Диаметр сосудов поздней древесины постепенно убывает в сторону границы кольца. Узкопросветные сосуды организованы в основном в радиальные цепочки. Очертания просветов многоугольные.

В клетках осевой паренхимы часто видны кристаллы оксалата кальция. Радиальные ряды кристаллоносных клеток встречаются и в широких лучах

Тангентальный срез. В узкопросветных сосудах часто образуются тилы, обычно по 1–2 в одном членике.

Широкие лучи включают примерно 30 рядов клеток. Края неровные. Ближе к краям местами наблюдается включение в широкий луч тяжей осевой паренхимы.

В поздней древесине, в зоне скопления либриформа, однорядные лучи высокие и узкие, до 30 клеток, образованы вертикально вытянутыми эллиптическими элементами; в зоне сосудов ширина клеток однорядных лучей значительно больше. У непосредственно примыкающих к сосуду лучей ширина клеток

может в 2–2,5 раза превышать высоту. Высота однорядных лучей в зоне сосудов меньше – обычно до 20 клеток.

Наблюдаются значительные различия в размерах клеток однорядных лучей в древесине из различных районов Франции [1].

Радиальный срез. В полях перекреста с сосудами поры простые, очень широкие, по форме близкие к эллиптическим, но просветы уже окаймления пор сосудов. Поры между тилами внутри члеников сосудов несколько уже, величина их варьирует по форме от округлых до эллиптических.

Дуб каштанolistный (*Q. castaneifolia* C. A. Mey.). Образцы из Северного Ирана.

Поперечный срез. Крупные просветы ранних сосудов округлые, слегка овальные или неправильной формы, последнее чаще наблюдается в узких годичных кольцах. В широких годичных кольцах расположены поодиночке в один–два слоя на сравнительно большом расстоянии друг от друга. Здесь же, в ранней древесине встречаются одиночные мелкие сосуды, ширина просветов которых меньше, чем в поздней древесине. Толщина оболочек сосудов превышает толщину оболочек окружающих осевых элементов. Распределение сосудов в поперечной плоскости радиального прироста показано на рис. 7.

Сосуды поздней древесины в широких годичных кольцах специфического рисунка не образуют или выстроены в радиальные, иногда с отклонением от радиального направления, цепочки; иногда бывают расположены сравнительно равномерно. Характерно изменение диаметра просветов: в зоне перехода от ранней древесины к поздней они сравнительно небольшие, далее, по мере удаления от ранней зоны, диаметр их увеличивается, а ближе к границе прироста снова заметно сужается. В узких годичных кольцах диаметр просветов поздних сосудов уменьшается по мере приближения к границе прироста. В сравнении с ранее рассмотренными видами величина просветов сосудов поздней древесины большая. Оболочки очень толстые, чем микроструктура древесины дуба каштанolistного существенно отличается от древесины других видов дуба. Все сосуды поздней древесины в той или иной степени затиланы [6].

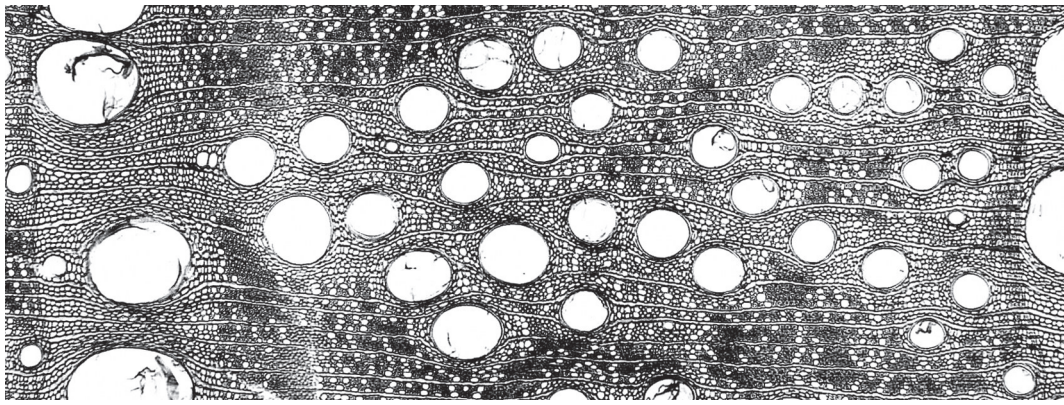


Рис. 7. Дуб каштановый. Поперечный срез. Объектив: C-Plan 3,2/0,1, ∞/-

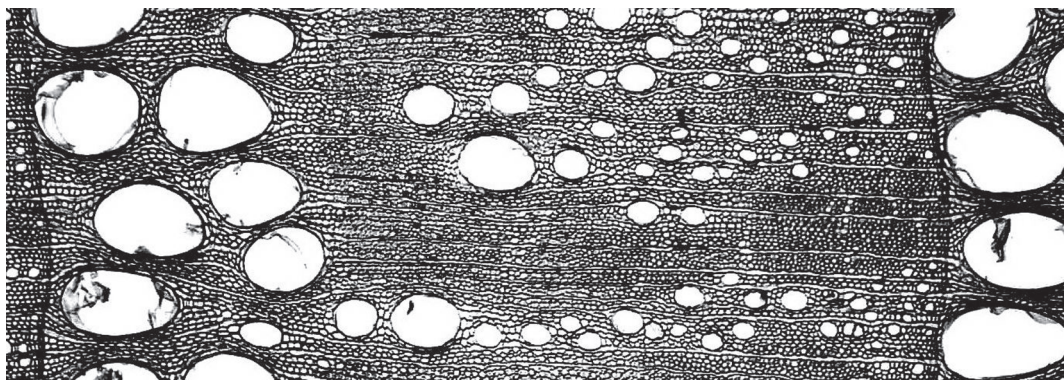


Рис. 8. Дуб монгольский из Чугуевского лесхоза. Поперечный срез. Объектив: C-Plan 3,2/0,1, ∞/-

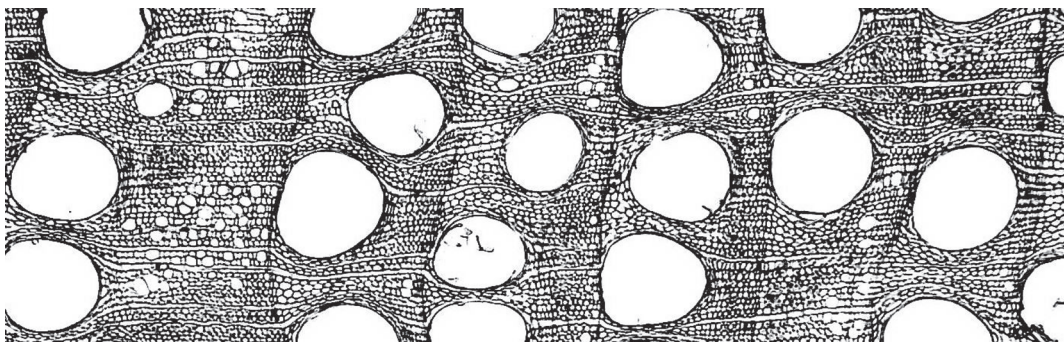


Рис. 9. Дуб монгольский из Хехцирского лесхоза. Поперечный срез. Объектив: C-Plan 3,2/0,1, ∞/-

Зоны либриформа в широких годичных кольцах занимают 40–50 % площади поперечного среза, имеют различную форму, в большинстве случаев вытянуты радиально. В узких годичных кольцах либриформ составляет значительно меньшую долю площади поперечного среза. В широких годичных приростах оболочки волокон очень толстые, просвет волокна обычно меньше толщины одной стенки, что тоже отличает древесину данного вида от прочих. В узких годичных приростах просветы волокон больше толщины стенок.

Осевая паренхима метатрахеальная и диффузная, обильная. Цепочки паренхимных

клеток сближенные, но обычно однорядные, часто неполные или прерывистые.

Прогиба границы годичного кольца в зоне прохождения широкого луча не наблюдается. Прогиб заметен только в самом луче. Возле луча часто можно наблюдать подъем границы прироста.

Терминальная зона выражена неясно. Величина просветов осевых элементов в измерении по радиусу по мере приближения к границе годичного прироста постепенно уменьшается.

Тангентальный срез. Однорядные лучи образованы округлыми или слегка эллиптическими (в зоне скопления либриформа)

клетками. Высота лучей составляет 10 ± 5 клеток. Расширение клеток возле сосудов не столь выражено, как у ранее рассмотренных видов. Оболочки лучевой паренхимы толще, чем других видов дуба. Частично двурядные лучи практически не встречаются.

Широкие лучи состоят из клеток различной величины – внутри луча они меньше, чем по краям. Встречаются кристаллы.

Радиальный срез. Поры на радиальных стенках сосудов сомкнутые, расположены очередно или косыми рядами.

В лучевой и осевой паренхиме образуются кристаллы. Полости некоторых лучевых клеток заполнены ими целиком. Форма варьирует, встречаются призматические и многогранные кристаллы. Кристаллоносные клетки расположены группами. Отдельные кристаллы в широких лучах достигают величины, существенно превышающей высоту двух лучевых клеток.

Дуб монгольский (*Q. mongolica* Fisch. ex Ledeb.). Образцы из Приморского (Чугуевский лесхоз) и Хабаровского (Хехцирский лесхоз) края.

Поперечный срез. В целом древесина из Чугуевского лесхоза характеризуется более широкими годовыми кольцами (рис. 8) в сравнении с древесиной с узкими годовыми приростами, отобранной в Хехцирском лесхозе [7].

Граница годовых приростов очень неровная – разделена на участки, ограниченные широкими лучами. При этом в соседних участках граница может занимать существенно различающиеся уровни, т.е. величина радиального прироста у отдельных участков между двумя широкими лучами различна.

Сосуды ранней древесины из всех рассмотренных здесь видов самые мелкие, неправильно эллиптической формы, выстроенные в зигзагообразно изгибающиеся цепочки. Величина просветов в цепочках при переходе из ранней древесины в позднюю постепенно уменьшается. Цепочки тянутся через весь годичный прирост, и явно выраженной зоны перехода от ранних сосудов к поздним нет. Тилы наблюдаются во всех сосудах цепочек.

Собственно узкопросветные сосуды поздней древесины очень редки, расположе-

ны в прослойках либриформа поодиночке или небольшими группами.

В узкослойной древесине крупные сосуды часто составляют один ряд, примыкающий к границе годичного прироста, поздние сосуды либо отсутствуют, либо собраны в небольшие, неправильной формы скопления (рис. 9).

Зоны либриформа составляют большую часть площади поперечного среза. Просветы волокон либриформа на поперечном срезе крупные, больше ширины двух оболочек.

Осевая паренхима скудная, метатрахеальная. Однорядные радиальные цепочки паренхимных клеток неполные или прерываются. Цепочки расположены редко, на большом расстоянии друг от друга.

Широкие лучи при «прохождении» через границы годовых приростов расширяются.

Терминальная зона образована 2, реже 3–4 клетками, местами включает осевую паренхиму. Заметного прогиба годичного слоя в местах прохождения широких лучей не наблюдается.

Тангентальный срез. Поры сосудов с узкими горизонтально ориентированными эллиптическими отверстиями. Окаймления округлые. Поры сомкнутые, расположены неровными рядами. У сосудистых трахеид поры располагаются в 1–2 ряда, формой и расположением повторяют поры сосудов.

Поры на стенках волокнистых трахеид щелевидные, пары пор скрещены, диаметры окаймлений меньше длины поровых отверстий, расположены в один, иногда прерывистый, ряд.

На тангентальных стенках волокон либриформа поры отсутствуют или очень редки. Отверстия пор узкие, щелевидные, со слабо различимыми окаймлениями.

Узкие лучи многочисленны, невысокие – до 15 клеток, образованы округлыми реже (в пределах зоны либриформа) слегка вертикально вытянутыми клетками. Нередко встречаются частично двурядные лучи. Изредка – целиком двурядные.

Широкие лучи уже, чем в древесине других видов, состоят из 15–25 клеток в ширину, но имеют большую высоту. Частота

встречаемости значительно превышает этот показатель у других рассматриваемых нами видов дуба.

Радиальный срез. На полях перекреста с сосудами крупные полуокаймленные пары пор расположены в один ряд.

На стенках узких сосудов встречаются расположенные в один ряд крупные поры с горизонтально ориентированными узкими поровыми отверстиями и эллиптическими окаймлениями.

Кристаллы в клетках паренхимы встречаются редко.

Дуб белый (*Q. alba* L.). Образцы из Северной Америки.

Поперечный срез. Границы годичных приростов неровные, в зонах пересечения границы широкими лучами возникают хорошо выраженные выступы и лишь в самом луче небольшое углубление. Широкопросветные сосуды ранней древесины расположены группами. В условном радиальном ряду обычно 2–4 сосуда. Форма просветов изменчива, есть правильно округлые, эллиптические, неправильно округлые. Переход от ранних сосудов к поздним, узкопросветным, резкий. Членики сосудов полностью затиллованы. Оболочки тил толстые, так как хорошо сохраняются после окрашивания и проводки на тонких срезах.

Сосуды поздней древесины выстроены вместе с сосудистыми и волокнистыми трахеидами в хорошо обособленные узкие извилистые радиальные ленты. Просветы сосудов в лентах имеют многоугольные очертания.

Основная масса клеток либриформа в виде обширных радиально удлиненных участков расположена в поздней древесине. Кроме того, и в ранней древесине между группами широкопросветных сосудов присутствуют небольшие скопления либриформа, что обычно не наблюдается у представителей других видов дуба. Просветы полостей у клеток либриформа сравнительно узкие, меньше толщины двух стенок.

Осева паренхима в поздней древесине скудная метатрахеальная. Однорядные, местами прерывающиеся, тангентальные цепочки тянутся через всю прослойку либриформа и сохраняют такой порядок расположения

после пересечения с однорядными лучами. В ранней древесине осевая паренхима также немногочисленна, располагается преимущественно диффузно с некоторой тенденцией к метатрахеальности.

Терминальная древесина хорошо обособлена и образована 2–4 уплощенными в радиальном направлении клетками.

Тангентальный срез. Поры на стенках широкопросветных сосудов расположены группами. В группах поры сомкнуты окаймлениями. Отверстия пор узкие косые.

В местах контакта сосудистых трахеид друг с другом поры располагаются вертикальными рядами или беспорядочно. Окаймления не сомкнуты.

Тилы в узких сосудах встречаются редко.

Узкие лучи высокие, до 30 клеток, клетки на тангентальном срезе округлые. Встречаются частично двурядные и редко – полностью двурядные.

Многорядные лучи сравнительно узкие и подобно таким же лучам у дуба монгольского состоят из 15–25 клеток в ширину. Они образуют длинные вертикальные цепочки, разделенные косыми прослойками осевых проводящих элементов. Такие цепочки можно рассматривать как очень высокие многорядные лучи или агрегатные лучи, соединенные окончаниями.

Радиальный срез. Конечные стенки клеток лучевой паренхимы перпендикулярны длинной стороне или наклонены на угол, мало отличающийся от прямого.

Выводы и обобщения. Сравнение анатомического строения древесины изученных видов дуба говорит в первую очередь о большом сходстве их проводящей ткани. Вслед за С.А. Туманян [13] мы также имеем основание утверждать, что существенное различие можно уловить лишь в количественных признаках, которые очень зависят от ширины годичных колец, а этот показатель в свою очередь тесно связан с условиями произрастания и погодой в отдельные промежутки времени. Однако отдельные видовые особенности строения древесины все-таки имеются. Так, древесине дуба каштанового свойственны толстые оболочки члеников поздних сосудов, округлая

форма и значительная величина их просветов. Древесина дуба белого отличается толстыми оболочками тил и меньшей, чем у других рассмотренных видов дуба, долей осевой паренхимы. Для древесины дуба монгольского характерно постепенное уменьшение диаметров просветов сосудов; при этом иногда бывает сложно провести четкую границу между зонами ранних и поздних сосудов.

У рассмотренных видов образование тил происходит в заболони до превращения заболонной древесины в ядровую. При этом степень закупорки сосудов тилами во всех случаях достаточная, чтобы обеспечить непротекаемость бочки через торцы клепки. Можно с достаточной степенью уверенности говорить, что полости члеников ранних сосудов полностью или почти полностью заполнены тилами. Это обстоятельство весьма важно для виноделия, так как тилы, образуя так называемую «ложную паренхиму» (Раздорский, 1949), являются хранилищем основных экстрактивных веществ, формирующих вкус вин и коньяков.

Ширина годичных колец существенно влияет на механические свойства древесины и очень важна как критерий пригодности для производства винодельческой клепки. Этот показатель относится к макроструктурным признакам, однако понять, почему он столь значим для виноделия, можно лишь учитывая особенности анатомического строения древесины. Следует помнить, что сосуды, заполненные тилами, являютсяместищем танинов и ряда других важных для виноделия экстрактивных веществ. В широких годичных кольцах доля сосудов в сравнении с другими осевыми элементами древесины меньше, чем в узких. В очень узких кольцах может совсем отсутствовать либриформ, и годичное кольцо в таком случае состоит на 70–80 % из широкопросветных сосудов.

Имея в виду вышесказанное, можно с анатомических позиций достаточно уверенно говорить о степени пригодности или, что, пожалуй, вернее, о предпочтительности широко-слоистой или узкослойной древесины для выдержки тех или иных алкогольных напитков.

Узкослойная древесина содержит много легкодоступных для водно-спиртовой экс-

тракции танинов и прочих экстрактивных веществ. Она легко проницаема для растворов. Следует иметь в виду, что на радиальных стенках осевых элементов пор больше, чем на тангентальных, а рабочей поверхностью древесины винодельческой клепки является радиальная поверхность. В узкослойной древесине, как было сказано, наибольшую долю структурных компонентов составляют широкопросветные проводящие элементы – сосуды и сосудистые трахеиды, на стенках которых находятся крупные окаймленные поры. Поры сосудов, преимущественно на радиальных стенках, в зонах контакта с лучами, расширены в процессе образования тил. Вследствие этого экстрактивные вещества узкослойной древесины легко доступны и могут быстро вымываться спиртоводными смесями. Следовательно, узкослойная древесина предпочтительна для изготовления бочек, не рассчитанных на длительную эксплуатацию и предназначенных в основном для выдержки вин, но не коньяков, виски, бренди. Важно также иметь в виду, что такая древесина в сравнении с широко-слоистой не столь прочна, а изготовленные из нее бочки недолговечны и по физико-механическим показателям. С другой стороны, узкослойная древесина является более подходящим материалом для производства брусочков и щепы, используемых при ускоренной резервуарной выдержке спиртов. В этом случае низкие механические свойства древесины не являются недостатком (скорее наоборот – достоинством). Такая древесина предпочтительна и для получения дубового экстракта.

Широко-слоистая древесина содержит большие прослойки либриформа, препятствующие быстрому проникновению жидкости во внутренние слои клепки. Такая древесина включает значительную долю осевой паренхимы, располагающейся внутри прослоек либриформа. Процессы экстракции, окисления экстрактивных веществ и гидроэтанолиза лигнина протекают медленнее и стабильнее во времени. Бочки из такой древесины более прочны и долговечны. Именно широко-слоистая древесина должна использоваться для выдержки коньячных спиртов, для получения виски и бренди. Прочность широко-слоистой древесины определяет также ее предпочти-

тельность для изготовления больших долго работающих емкостей – бутов.

Для правильного понимания вышесказанного следует помнить, что все наши рассуждения, касающиеся широкослойной и узкослойной древесины, справедливы по отношению к дубу, произрастающему в европейской части России и на Кавказе. Что же касается дуба из более западных регионов, из мест с оптимальными для дуба условиями произрастания, то в понимание критерия предпочтительности на основе ширины годичного кольца следует вносить поправку. Очень большие радиальные приросты приводят к формированию древесины со слишком небольшой долей ранних затиллованных сосудов, из-за чего снижается общее количество доступных экстрактивных веществ, а сама экстракция протекает слишком медленно. Именно этим можно объяснить предпочтение французами бондарями, работающими для виноделия, относительно узкослойной древесины.

Обобщая собственные наблюдения и относящиеся к этому вопросу данные литературы, можно сказать, что по анатомическим признакам древесина всех рассмотренных нами видов дуба вполне пригодна для изготовления коньячных и винных бочек. Такое заключение основывается на принципиальном сходстве строения древесины дубов черешчатого и скального со строением древесины остальных видов. Два первых прошли многовековую проверку в практике виноделия. Разумеется, для более точной оценки степени пригодности древесины необходимы данные химического анализа экстрактов, которые могут внести поправки в наше заключение. Окончательная же оценка в любом случае остается за дегустаторами.

Библиографический список

1. Аксенов, П.А. Сердцевинные лучи древесины как критерий отбора дуба для целей коньячного производства / П.А. Аксенов, И.Ю. Кондратова // Тезисы докладов III Пушинской международной школы-семинара по экологии. – «Экология 2004: эстафета поколений». – М.: МГУЛ, 2004. – С. 16–18.
2. Аксенов, П.А. Исследование структуры и химического состава древесины дуба различного географического происхождения для оценки его пригодности к производству высококачественных коньячных спиртов / П.А. Аксенов, В.В. Коровин // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2007. – № 5. – С. 9–16.
3. Аксенов, П.А. Особенности анатомического строения дуба черешчатого из французской провинции Limousin / П.А. Аксенов, Д.С. Курников // Тезисы докладов III Пушинской международной школы-семинара по экологии. – «Экология 2004: эстафета поколений». – М.: МГУЛ, 2004. – С. 18–19.
4. Вихров, В.Е. Строение и физико-механические свойства дуба в связи с условиями произрастания / В.Е. Вихров. – М.: Гослесбумиздат, 1950. – 111 с.
5. Коровин, В.В. Особенности строения древесины дуба для виноделия / В.В. Коровин, А.Л. Оганесянц, Ю.А. Телегин // «Строение, свойства и качество древесины – 96». II международный симпозиум. / Тезисы докладов. – М., 1996. – С. 25–26.
6. Коровин, В.В. Особенности строения древесины дуба каштанолистного / В.В. Коровин, В. Пайамнор // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2006. – № 5 – С. 105–109.
7. Коровин, В.В. Оценка пригодности древесины дуба монгольского в производстве коньячных спиртов / В.В. Коровин, Р.В. Щекалев, П.А. Аксенов // Лесной журнал. – 2008. – № 1. – С. 112–116.
8. Лашхи, А.Д. Дубы Грузии с точки зрения коньячного производства / А.Д. Лашхи // В кн.: Химия и технология грузинского коньяка. – Тбилиси, 1962. – С. 147–197.
9. Новрузова, З.А. Строение и свойства древесины главнейших лесных пород Азербайджана в связи с условиями произрастания / З.А. Новрузова. – Баку: Издат. АН Азерб.ССР, 1965. – 208 с.
10. Оганесянц, Л.А. Дуб и виноделие / Л.А. Оганесянц. – М.: Пищевая промышленность, 1998. – 256 с.
11. Оганесянц, Л.А. Ботанические аспекты оценки качества древесины дуба для виноделия / Л.А. Оганесянц, В.В. Коровин, Ю.А. Телегин // Вестник РАСХН. – 1994. – № 5. – С. 63–66.
12. Сарিশвили, Н.Г. Анатомическое изучение дубовой клепки для виноделия / Н.Г. Сарিশвили, Л.А. Оганесянц, В.В. Коровин и др. // Виноград и вино России. – 1996. – № 3. – С. 19–26.
13. Туманян, С.А. Сравнительно-анатомическое исследование древесины представителей рода *Quercus L.* / С.А. Туманян // Труды института леса АН СССР, Том. 9, 1953. – С. 39–69.
14. Ширнин, В.К. Селекция на качество древесины (на примере дуба черешчатого и других пород в ЦЧО): автореф. дисс. ... д-ра с.-х. наук. / В.К. Ширнин. – СПб, 1999. – 48 с.
15. Яценко-Хмелевский, А.А. Основы и методы анатомического исследования древесины / А.А. Яценко-Хмелевский. – М.-Л.: Издат. АН СССР, 1954. – 335 с.
16. Яценко-Хмелевский, А.А. Анатомическое строение древесины основных лесообразующих пород СССР. Дуб – *Quercus L.* / А.А. Яценко-Хмелевский, К.И. Кобак. – Л.: Наука, 1978. – С. 15–31.

«НАРОДНАЯ БОТАНИКА» Н.В. ГОГОЛЯ (К 200-ЛЕТИЮ ПИСАТЕЛЯ)Е.Л. БЕЛОШИЦКАЯ, *зав. лабораторией кафедры ботаники и физиологии растений МГУЛ**beliza69@yandex.ru*

Увлечение Н.В. Гоголя ботаникой – известный факт. Об этом писали в воспоминаниях многие знакомые писателя. «Гоголь любил ботанику. И всегда, когда у него была свободная минута, он отправлялся в лицейский сад и там подолгу беседовал с садовником о предметах его задач» – писал его соученик по Нежинскому лицей Любич-Романовский. «Мы ехали довольно тихо, а он беспрестанно останавливал кучера, выскакивал из тарантаса, бежал через дорогу в поле и срывал какой-нибудь цветок, потом садился, рассказывал мне довольно подробно, какого он класса, рода, какое его лечебное свойство, как называется он по-латыни и как называют его наши крестьяне... Гоголь признался, что всегда любил ботанику и в особенности любил знать свойства, качества растений и доискиваться, под какими именами эти растения известны в народе и на что им употребляются» – вспоминал Л. Арнольди. «Гоголь стал спрашивать меня о Финляндии, где я жил в то время. Между прочим его интересовала флора этой страны; он пожелал узнать, есть ли по этому предмету какое-нибудь хорошее сочинение, и попросил выслать ему, когда я возвращусь в Гельсингфорс, незадолго перед тем появившуюся книгу Нюландера «Flora fennica» что я и исполнил впоследствии» – вспоминал Я. Грот.

Подобные увлечения не были редкостью в дворянской среде. Помещики конца XVIII и первой половины XIX века «ботанизировали», собирали коллекции минералов, насекомых – это было частью усадебной жизни, формой общения с природой. У некоторых садовников это увлечение переросло в серьезные научные занятия (к примеру, у графа А.К. Разумовского, создателя знаменитого ботанического сада в Горенках).

Однако интерес Гоголя к ботанике – не дань моде. И к категории ученых Николая Васильевича вряд ли можно отнести, хотя он задумывает даже написать «Народную ботанику», а в «Набросках» Гоголя находим

«Симбирский травник», «Арзамасский травник», «Цветочный календарь». Писателя интересует прежде всего практическое применение растений – лекарственное, красильное, пищевое, а еще – связанные с растениями народные обычаи и поверья, местные названия растений.

Подобный интерес естествен для дворянского сына, выросшего в небольшой усадьбе в непосредственном общении с природой. Знание основ садоводства, лесоводства, лекарственных и технических свойств растений было необходимо – ведь владелец такого поместья зачастую был сам и агрономом, и лекарем, и садовником, и лесоводом. Далеко не все могли позволить себе нанять для этих целей специально обученного «аттестованного» человека.

Но у Николая Васильевича была и другая причина, побуждавшая его пристально изучать растительную жизнь. Это литературное творчество, художественные произведения, в которые вкраплял он сведения о природе. В процессе подготовки 2-го тома «Мертвых душ» Гоголь подробно законспектировал труд ученого и путешественника П.С. Палласа «Путешествие по разным провинциям Российского государства в 1768–1773 гг.», что составило четыре рукописных тетради! Особенно тщательно отбирает Гоголь сведения о растительности разных регионов России, от Владимира до Сибири, отдельно выписывает научные и народные названия растений, данные о сроках цветения, о хозяйственном использовании растений. Эти сведения, несомненно, нашли бы свое место на страницах знаменитой поэмы, если бы ее второй том не ждала горькая участь сожжения....

Однако и в опубликованных произведениях находим мы крупницы «практической ботаники». К примеру, в «Старосветских помещиках»: «на крыше тоже сушилось много разного рода трав: петровых батоков, нечуй-ветра и других...»; «Вот это... водка, настоящая на деревий и шалфей. Если у кого болят

лопатки или поясница, то очень помогает. Вот это на золототысячник: если в ушах звенит и по лицу лишай делается, то очень помогает...»; «прошу, золототысячником или трофимовской сивушки, какой вы лучше любите?»

Откуда у Николая Васильевича такие глубокие познания по части целебных настоек? Прочитую «Записки о Полтавской губернии», составленные Н. Арндаренко в 1846 г.: «В начале текущего столетия в Сорочинцах имел пребывание медик Михайло Яковлевич Трофимовский, искусством своего знания и христианскими добродетелями приобретший известность. Метода лечения Трофимовского была основана на гидропатии и ботанике. Пользуя больных травами, большею частью в окрестностях Сорочинцев и около г. Лубен собираемыми и купаньем в р. Псле, он оказывал дивные успехи над своими пациентами... от него остался нам полезный напиток травяная настойка на хлебном вине, известная под названием трофимовки...»

Несомненно, Николай Васильевич Гоголь знал о земляке-фитотерапевте и его «ботанической методе». Ведь доктор Трофимовский излечил отца писателя от застарелой лихорадки, да и на свет будущий писатель появился именно в его доме. Вот и увековечил Гоголь целебную «трофимовскую сивушку» в своих произведениях.

Впрочем, в лекарственных свойствах растений хорошо разбирались не только профессиональные медики. Особенно в Полтавской губернии, которая издавна славилась богатством и разнообразием лекарственных трав. К концу 19-го века здесь работали фирмы, скупающие у крестьян лекарственное сырье. Доход от сбора лекарственных растений составлял до 50 % от общего дохода крестьянской семьи! А в начале 20 в. этот процесс приобрел невиданный размах. По данным только одной из фирм, в 1914 г. было скуплено 4000 пудов аира, 2800 пудов белены, 2200 пудов полыни, 3600 пудов липового цвета и т.п. Собирали упомянутые Гоголем петровы батоги (цикорий), деревьев (тысячелистник) – всего около ста видов растений. Лекарственные травы вывозились через Кременчуг по Днепру пароходами в Россию и за границу (в Гамбург, Марсель, Лондон).

После 1914 года сбор лекарственных растений на Полтавщине сильно снизился. Войны и революции, распашка степей, коллективизация и голод уменьшили как численность лекарственных растений (по большей части степных), так и численность сборщиков. Позже, в более мирные и благополучные времена, снова занялись фитотерапией. Правда, лечат не «золототысячником» и «трофимовской сивушкой», а больше «ботаникой и гидропатией». В любом из миргородских санаториев отдыхающим предложат ванны с маслами Melissa, Valeriana, Mentha, целый спектр фиточаев, ингаляции с настойками трав, сеансы ароматерапии... В общем, дело Трофимовского живет и побеждает недуги.

Возвращаясь к произведениям Гоголя, стоит вспомнить и «Заколдованное место»: «Земля славная! И урожай всегда бывал на диво; но на заколдованном месте никогда не было ничего доброго. Засеют как следует, а взойдет такое, что и разобрать нельзя: арбуз не арбуз, тыква не тыква, огурец не огурец... черт знает что такое!» Фантастика? Но загадочные пятна на полях и огородах Сорочинцев или Миргорода, с карликовыми, уродливыми растениями или вовсе без растительности – совершенно реальное природное явление. Обратимся к «Сборнику по хозяйственной статистике Полтавской Губернии» за 1884 г.:

«Солонцеватые пятна встречаются в полях с. Беликов, Зубовки и Малых Сорочинцев... В с. Ерках почти на версту вокруг села тянутся полосы и пятна белых солонцов, на которых удобрение быстро перегорает, так что служит не более 1 года... Поля хуторов Сорочинских имеют также почву супесчаную и солонцеватую...»

Вот вам и «заколдованное место», на котором что бы ни посеяли – «взойдет такое, что и разобрать нельзя». Гоголь, безусловно, знал эту особенность местных почв и реакцию на нее растений, и на этой основе создал маленький литературный шедевр.

Особое отношение было у Гоголя к лесу. «Недвижно, вдохновенно стали леса, полные мрака, и кинули огромную тень от себя...» Да, полтавские леса в его время были еще богаты, особенно знаменитый Ди-

каньковский лес. «В дубовом лесу близ м. Диканьки, Полтавского уезда, есть дубы, пережившие века и свидетельствующие о лесном богатстве, которым некогда этот край изобиловал», – читаем мы в описании Полтавской губернии середины XIX в. Но стук топора в полтавских лесах раздавался все чаще. Вот повесть Гоголя «Старосветские помещики»: «Приказчик, соединившись с войтом, обкрадывали немилосердным образом. Они завели обыкновение входить в господские леса, как в свои собственные, наделявали множество саней и продавали их на ближней ярмарке; кроме того, все толстые дубы они продавали на сруб для мельниц соседним козакам. Один только раз Пульхерия Ивановна пожелала обревизировать свои леса... Пульхерия Ивановна не могла не заметить страшного опустошения в лесу и потери тех дубов, которые она еще в детстве знавала столетними.

– Отчего это у тебя, Ничипор, – сказала она, обратясь к своему приказчику, тут же находившемуся, – дубки сделались так редкими? Гляди, чтобы у тебя волосы на голове не стали редки.

– Отчего редки? – говаривал обыкновенно приказчик, – пропали! Так-таки совсем пропали: и громом побил, и черви проточили, – пропали, пани, пропали.

Пульхерия Ивановна совершенно удовлетворялась этим ответом и, приехавши домой, давала повеление удвоить только стражу в саду...»

Выразительно, как все, что выходило из-под пера Николая Васильевича. И хотя давно нет у нас ни помещиков, ни приказчиков, что-то очень знакомое чудится в этом отрывке. Или я ошибаюсь, и никто в наше время не входит в подведомственные ему леса «как в свои собственные»?

Вернемся к Гоголю. В сохранившихся набросках ко 2-му тому «Мертвых душ» он пишет и о других хозяевах: «...через все поле сеяный лес – ровные, как стрелки, деревья; за ними другой, повыше, тоже молодник; за ними старый лесняк, и все один выше другого...»

– Это все у него выросло каких-нибудь лет в восемь, в десять, что у другого и в двадцать не вырастет... Мало что он почву знает, он знает, какое соседство для кого нужно. Воз-

ле какого хлеба какие деревья. Всякий у него три, четыре должности разом отправляет. Лес у него, кроме того, что для леса, нужен затем, чтобы в таком-то месте на столько-то влаги прибавить полям, на столько-то унавозить падающим листом, на столько-то дать тени...»

Да, Гоголь наблюдал не только леность и равнодушие большинства помещиков к лесным богатствам, но и был хорошо осведомлен о лесоводческих работах своих земляков. Например, В.Я. Ломиковского, награжденного золотой медалью Общества поощрения лесного хозяйства за работу по разведению леса в его имении с многозначительным названием Парк трудолюб (вблизи Миргорода). Были в Полтавской губернии и другие лесоводы-энтузиасты. Но труды их не всегда увенчивались успехом. Вот цитата из «Сборника по хозяйственной статистике Полтавской губернии» 1884 года:

«К сожалению, гораздо чаще и внушительнее примеры противоположного отношения к лесам... Так, ныне холмы и курганы около местечка Яресек представляют весьма жалкий вид, а между тем в 1840-х годах, при бывшем управляющем Палатой государственных имуществ Арандаренке, с разрешения министерства, эти курганы были отобраны от козаков... и производилось систематическое лесоразведение. По словам жителей, много поработали над этим участком: садили и сеяли сосну, березу, дуб и другие деревья, так что наконец образовался лес, хотя и не сплошной массой, но главным образом на местах более низменных, в лощинах и т.п.» Стоит напомнить, что Яреськи принадлежали семье Гоголя, так что, несомненно, писатель знал об этих попытках лесоразведения и, возможно, принимал в них участие. Увы, попытки эти потерпели крах, ибо «Яреськовское общество обращалось с ходатайством о предоставлении безлесных полей и курганов под выпас скота... Не представлялось возможности... разграничить эти заросли; поэтому казна возвратила обществу весь участок с наросшим лесом. Едва это совершилось, как общество поспешило уничтожить весь запас черного леса, за исключением сосны. Теперь кое-где торчат – среди пустынных бугров и курганов – одинокие сосны и побеги дуба и березы...»

Так и хочется вздохнуть, как Пушкин после чтения «Мертвых душ»: «Боже, как грустна Россия!»

Лесонасаждением занимался писатель в своем имении Васильевке. Вот сохранившиеся планы из «Записной книжки на 1842–1850 гг.»: «Замечанья о деревьях. Чтобы хорошо росли, нужно сажать их в кустах и промеж кустами, чтобы ствол был в тени и защищен от ветра и засухи и рос бы прямо, не уклоняясь на стороны, но идя кверху. Где же нет кустов, то их насаживать, употребляя для этого акацию желтую, дикий вишняк, сирень, боярышник и вообще все скоро распространяющиеся... Собрать сколько можно больше желудей и садить по рвам, у кузницы, за церковью... В октябре навезти из Яресковских лесов прямых, ровных деревьев для садки в ямках – клена, ясеня, осокора, осины и липы...» «Те семена и желуди, которые будут садиться в осень, нужно зарывать в землю поглубже, чтоб не вымерзли зимою. При посеве нужно присутствовать самому, чтоб видеть, действительно ли так посеяно...»

Как написал однажды сам Николай Васильевич: «Может быть, нет в мире другого, влюбленного с таким исступлением в природу, как я...» Пусть спорят литературо-

веды об удачных или неудачных положительных образах 2-го тома «Мертвых душ», а мне кажется весьма знаменательным, что на эту роль Гоголь избрал именно лесоведа. И хотя Николай Васильевич не тот писатель, о котором вспоминают лишь в юбилейные даты, все же сегодня есть повод перечитать его произведения повнимательнее.

Библиографический список

1. Гоголь, Н.В. Полное собрание сочинений / Н.В. Гоголь. – М., 1959.
2. Гоголь, Н.В. Собрание сочинений в семи томах / Н.В. Гоголь. – М., 1976.
3. Вересаев, В. Сочинения в четырех томах / В. Вересаев. – М., 1990.
4. Записки о жизни Николая Васильевича Гоголя, составленные из воспоминаний его друзей и знакомых и из его собственных писем. В двух томах. – С.-Петербург, 1856.
5. Записки о Полтавской губернии Николая Арандаренка, составленные в 1946 г. – Полтава, 1852.
6. Збірник Полтавського Державного музею ім. В.Г. Короленко. Т. II. – Полтава, 1927.
7. Краткий биографический словарь ученых и писателей Полтавской губернии с половины XVIII века. – Полтава, 1912.
8. Сборник по хозяйственной статистике Полтавской губернии. Т. III, IV. – Полтава, 1884.
9. Полтавская губерния. Список населенных мест по сведениям 1859 года. – С.-Петербург, 1862.

ПОЯСНЕНИЯ К ОСНОВНЫМ БИОЛОГИЧЕСКИМ ТЕОРИЯМ ИОСИФА ПАЧОСКОГО

КАРОЛЬ ЛЯТОВСКИ, *проф. каф. таксономии растений Института биологии среды Университета им. Адама Мицкевича в Познани, Польша*

latowski@amu.edu.pl

В декабре нынешнего года 145 годовщина рождения Иосифа Кондратовича Пачоского (1864–1942). И хотя с его смерти прошло уже 67 лет, без всякого сомнения можно утверждать, что Пачоский жив. Об этом свидетельствует его научное наследие, которое по нынешним оценкам составляет 250–300 публикаций [11, 13, 15, 16]. Но оказывается, что это вовсе не полное вышедшее из печати научное собрание сочинений Пачоского. Самые новые, весьма тщательные исследования жизненного пути и научной деятельности И. Пачоского,

проведенные Безлуцкой (2009) из Херсона (Украина) в рамках диссертации на соискание степени кандидата исторических наук, показали, что полное научное наследие ученого охватывает как минимум 350 опубликованных работ. Последней была опубликована в 2008 г. обширная флористическая монография «Херсонская флора», которую Пачоский писал в 1914–1921 гг. в Херсоне. Эта рукопись (насчитывающая 2000 страниц!), найденная в херсонском естественноисторическом музее, снабжена введением, написанным в 1931 г. в Познани.

И хотя масштаб данного наследия вызывает восхищение и слова наивысшего признания, количественная оценка, разумеется, никоим образом не влияет на повсеместно распространенное мнение о выдающихся работах этого ученого. И.К. Пачоский заслужил почетное место великими научными достижениями, навсегда записанными в современной науке о жизни, а особенно в ее растительной части – геоботанике.

Пачоский всю сознательную жизнь служил науке, которой посвятил себя без остатка. Он писал везде: в Киеве, Санкт-Петербурге, Дублянах, Херсоне, Аскании-Нова, Беловежской Пуще, Познани, Серославе.

На фоне распространенного и устоявшегося мнения о незаурядности И.К. Пачоского может возникнуть вопрос, в чем же она заключалась. Он был настоящим титаном труда и в кабинетной работе, и в работе на живой природе, независимо от места пребывания и бытовых условий. Природа одарила Пачоского рядом талантов и уникальных черт: он был чрезвычайно работоспособным, любил научную работу и был всецело ей предан. Отличался незаурядной наблюдательностью и прекрасной памятью. Весь жизненный багаж опыта и богатых наблюдений он умело вплетал в обобщения и оригинальные концепции. А потому научное наследие И.К. Пачоского отличается огромным творческим размахом, глубиной проведенного анализа и оригинальным философским подходом.

Можно также задать вопрос, храним ли мы в настоящее время память об этом удивительном ученом и как это выглядит? Ответ будет утвердительным, с добавкой, что мы делаем это по-разному.

Прежде всего, деятельность Пачоского представляется и характеризуется на научных конференциях. Регулярно проводятся международные конференции в Херсоне (Украина), где он жил и работал свыше 20 лет и где до сих пор работает созданный им естественно-исторический музей. Первая такая конференция, названная «Пачоский и современность», состоялась осенью 1989 г. по случаю 125-летия со дня рождения ученого. В ней принимали участие и гости из Польши (S. Balcerkiewicz, K. Latowski). Потом конференции организо-

вывались каждые 5 лет (1994, 1999, 2004), а последняя, уже пятая, также в Херсоне с активным участием представителей Польши (K. Latowski, B. Sudnik-Wujcikowska), состоялась в период 28.09.–1.10.2009.

25–30.05.2009 проходила IX Международная конференция молодых ученых «ЛЕСА ЕВРАЗИИ – ПОЛЬСКИЕ ЛЕСА», посвященная 145-летию со дня рождения И.К. Пачоского. Торжественное открытие конференции и пленарная сессия состоялись в здании Collegium Biologicum Университета им. А. Мицкевича в Познани, в лекционной аудитории под названием «Аудитория им. Иосифа Пачоского» [3].

Необычайно трогательным акцентом программы первого дня конференции было возложение венка на могилу Иосифа Пачоского. Венок, привезенный из Москвы от Московского государственного университета леса и ученых России, возложила делегация во главе с руководителем организационного комитета конференции проф. П.Г. Мельником.

Торжественной была научная сессия в Университете им. Адама Мицкевича в Познани, организованная местными ботаниками в 1964 г. по случаю сотой годовщины рождения Иосифа Пачоского. Познанские ученые прочитали несколько докладов, в которых, кроме научного пути, обсудили также его взгляды на процессы эволюции растений, проанализировали пионерский вклад в создание новой науки – фитосоциологии, обсудили достижения в области систематики и географии растений, а также представили его заслуги для лесоводства и современной охраны природы. Тексты этих выступлений были опубликованы [14].

В 2006 г. Польское ботаническое общество организовало в Варшаве однодневный геоботанический семинар под названием «Профессор Иосиф Пачоский и его творения». С докладами, затрагивающими избранные аспекты научного творчества Пачоского, выступили ботаники из Познани (S. Balcerkiewicz, K. Latowski), Варшавы (W. Matuszkiewicz) и Кракова (J. Szwagrzyk). Семинар собрал ботаников из многих академических центров Познани, среди них была и «старейшина» – проф. Здислава Вуйчик (Zdzisława Wujcik), единственная оставшаяся в живых студентка,

изучавшая ботанику под руководством проф. Пачоского.

Особым образом чтит память ученого естественно-исторический музей в Херсоне, где уже много лет доступна для посетителей «Комната И.К. Пачоского», в которой, кроме всего прочего, находится прекрасная библиотека с профессиональной литературой того времени, учебные материалы и памятные личные вещи.

В построенном несколько лет назад здании Collegium Biologicum Университета им. А. Мицкевича в Познани функционирует «Аудитория им. Иосифа Пачоского». Это название самой большой и одновременно самой представительной аудитории дал сенат Университета им. А. Мицкевича по просьбе научного совета биологического факультета. 30 мая 2008 г. состоялось торжественное открытие этой аудитории и мемориальной доски, на которой изображен проф. Пачоский и есть надпись: «Профессор Познанского университета, доктор honoris causa Almae Matris Poznaniensis и Высшей школы сельского хозяйства в Варшаве. Биолог и философ природы, одаренный необычайно творческим умом. Автор биологических теорий и оригинальных геоботанических идей и концепций. Создатель фитосоциологии. Ученый с большой буквы, оставивший огромное наследие в области таксономии, фитогеографии, экологии растений и охраны природы. Похоронен на кладбище заслуженных великополян, на холме св. Войцеха в Познани».

Краткий обзор важнейших публикаций. Талант Пачоского проявился уже в его первой публикации – «Очерки флоры окрестностей г. Умани Киевской губернии», изданной в 1887 г. Продолжавшиеся несколько лет (1882–1886) исследования молодого тогда ученого показали, что на небольшом участке имеется 979 видов сосудистых растений. Он описал новый для науки таксон (*var. collina*) в рамках *Potentilla alba* L. В работе отмечены также другие группы организмов: цианобактерии и водоросли (39 видов), мхи (20 видов), печеночники (2 вида), лишайники (22 вида) и грибы (20 таксонов). В данном труде, как и в последующих флористических работах, специфической особенностью являются мно-

гочисленные примечания таксономического, хорологического и экологического характера, содержащие размышления и замечания Пачоского о данном виде.

В ходе дальнейших исследовательских работ, проводившихся, кроме всего прочего, в причерноморских степях, в Крыму, Волыни, Полесье, Бессарабии и на Балканах, Пачоский стал прекрасным, ни с кем не сравнимым знатоком европейской флоры, насчитывающей несколько тысяч видов на территории от Кавказа до Балкан, от Литвы через Польшу и Украину до Крыма. Венцом его огромных познаний в области геоботаники стали две монографии. «Флора Полесья и прилегающих местностей» была издана в 3 частях в 1897–1900 гг. «Херсонская флора» состояла из двух частей и имела долгую историю, потому что первый том вышел в 1914 г. Работу над вторым томом Пачоский завершил в Херсоне около 1920 г., однако рукопись пребывала в архивах местного естественно-исторического музея до 1999 г., когда и была обнаружена. Расшифровка рукописи и создание электронной версии было начато в 2001 г. Через несколько лет кропотливой работы второй том был издан в 2008 г. в издательстве Университета им. А. Мицкевича в Познани под ред К. Лятовского.

Известность и славу Пачоскому принесла работа 1910 г. «Основные черты развития флоры юго-западной России», которая была отмечена престижной наградой Петербургской академии наук, а также трехтомный труд «Описание растительности Херсонской губернии» (I. Леса, II. Степи, III. Плавни, пески, солончаки, сорные растения), вторая часть которого, посвященная степям, была награждена Московским обществом испытателей природы. Прекрасные результаты привели к тому, что Пачоский повсеместно был признан лучшим знатоком растительного покрова европейских степей и одним из самых выдающихся специалистов по флористике. Детерминантом его обширных флористических и таксономических знаний, особенно касающихся сосудистых растений, стали многочисленные виды, которые Пачоский создал, т.е. описал как новые для науки. Это: *Agropyron repens* ssp. *pseudocaeisium*, *Asperula taurica*,

Carex dubia, *Cerastium Schmalhauseni*, *Centaurea hypanica*, *Corydalis solida* var. *pauciflora*, *Cytisus Skrobiszewski*, *Dianthus guttatus* ssp. *falz-feinii*, *Genista scythica*, *Melandrium astrachanicum*, *Onobrychis gracilis* var. *longiaculeata*, *Papaver albiflorum*, *Ranunculus serotinus*, *R. Zapalowiczii*, *Stipa pennata* for. *sabulosa*.

В свою очередь эпитеты, закрепляющие его фамилию в научной номенклатуре, неизменно свидетельствуют об огромном уважении, которым ученый пользовался в научном мире. По понятным причинам эпонимы касаются, прежде всего, сосудистых растений (*Allium Paczoskianum*, *Centaurea Paczoskii*, *Cytisus Paczoskii*, *Corydalis Paczoskii*, *Gagea Paczoskii*, *Hieracium Paczoskianum*, *Jurinea Paczoskiana*, *Lamium Paczoskianum*, *Onobrychis Paczoskiana*, *Pyrethrum Paczoskii*, *Veronica Paczoskiana*), но появляются также среди грибов и энтомофауны на уровне рода (*Paczoskia*).

Пачоский с нуля создал новую ботаническую дисциплину – фитосоциологию, науку, прочно связанную с экологией. Первые замечания относительно этой науки (первоначально он называл ее «флорологией» по аналогии с «социологией») он записал в работе с 1891 г. («Стадии развития флоры»), а ныне используемое название употребил в работе, опубликованной на польском языке в 1896 г. («*Życie gromadne roślin*»). В ней он детально определил охват исследований, уточнил основной объект исследований, которым является ассоциация растений, обсуждал вопросы структуры и динамики растительности.

После нескольких лет преподавания в Херсонском политехническом институте Пачоский публикует важные учебники. Сначала выходит «Морфология растений» (1919 г.), а два года спустя пионерский учебник о социологии растений «Основы фитосоциологии» (1921 г.). Работая в Познанском университете, Пачоский публикует труды на польском языке. Весьма показательна работа «Введение в фитогению» («*Wstęp do fitogenii*», 1929), а также «Основные понятия географии растений» («*Podstawowe zagadnienia geografii roślin*», 1933), в которых он представил свои оригинальные общебиологические концепции.

Теория интразональности (теория пантопизма). Пачоский занимает важное место в теоретических рассуждениях, касающихся происхождения и динамики ареалов. Ареал, (*area geographica*) по мнению Пачоского, это одно из основных понятий географии растений. Если ареалы интерпретировать, взяв за основу миграционное возникновение, то они должны иметь кругообразные очертания. Тем не менее оказывается, что в условиях Евразии ареалы чаще всего растянуты по параллелям и представляют собой более или менее эллипсоидальные фигуры. Случаются также и более сложные ареалы, которые являются функцией материнского ареала, влияния исторических факторов (например, климатические, орографические изменения), а также биологической природы данного вида. Подобные обстоятельства, по крайней мере частично, объясняют различного размера дизъюнкции, которые заключаются в разрыве одного ареала на две части или более.

Формулировку оригинальных взглядов на происхождение ареала Пачоский связывает с необходимостью признать этот процесс как происходящий во времени и географическом пространстве. Во время видообразования важны также факторы, влияющие на динамику данного процесса. Первые положения новых идей относительно возникновения ареала Пачоский разрабатывает в 1990 г., называя их изначально идеей интразональности, затем правилом интразональности, чтобы окончательно дать им название теории интразональности. Теория интразональности обсуждается на фоне критического анализа прежних теорий, т.е. монозональности и полизональности. Существенным элементом созданной интразональности является определение границы ареала. Создатель теории считает, что граница ареала является функцией данной генетической единицы (например, породы, вида) и влияющих на нее сил сопротивления окружающей среды. Эту зависимость Пачоский заключает в математическую формулу

$$Z = f(o, s, h),$$

где Z – ареал;

o – организм (здесь растение);

s – отношения социально-растительные;

h – исторический фактор.

Если растение одерживает верх, тогда это пространство принадлежит к ареалу (+Z), а при равновесии сил возникает граница ареала. Если же сопротивление окружающей среды выше возможностей растения – пространство для данной единицы (породы, вида) недоступно и находится вне ареала (– Z).

Интразональное возникновение новых единиц происходит одновременно на большей части или даже на всей территории материнского ареала. Согласно данной теории «жизненный цикл» каждого ареала состоит из трех фаз (этапов):

1. Новый ареал, а значит и новый вид, возникает внутри материнского ареала.

2. Развитие ареала является функцией биоэкологического потенциала возникшего вида.

3. Дальнейшая судьба ареала зависит от изменяющихся условий окружающей среды, которые, как правило, меняются быстрее, чем данный вид, что приводит к уменьшению ареала.

Эти 3 фазы соответствуют возникновению, развитию и исчезновению вида, а тем самым и ареала. Развитием концепции является утверждение, что «жизненный цикл ареала» нельзя объяснить лишь историческими и экологическими факторами. Влияет на него и размер ареала, и мобильность возрождения вида, т.е. создание диаспор, способных преодолеть границу ареала.

Субституция. Источники концепции интразональности и связанной с ней субституции [19, 20] можно найти в обнаруженной Пачоским повторяемости определенных изменений. В поддержку данного мнения Пачоский приводит ряд примеров повторяющейся разноцветности соцветий у растений (4 цветковые породы у *Anemone ranunculoides*), а в особенности двуцветность в рамках одного и того же вида, например, белые и розовые соцветия у *Corydalis cava* или *Polygala comosa*, красные и желтые соцветия у *Tulipa schrenkii*. По мнению Пачоского, изменения в организмах происходят «по проторенной дорожке» и укладываются в определенные закономерности. Если данный вид имеет ряд пород, то родственному виду часто свойственны аналогичные изменения. Так, описанное явление

называется параллельными породами. Подобным образом выглядящие растения могут иметь отдельный генотип, могут быть также модификациями, но могут быть определены и наследственностью. Пачоский предполагает, что эти модификации в определенных условиях заменяются выглядящими точно так же мутациями, которые называются генокопиями, а сам процесс подмены модификации генокопией определяет как субституцию. При этом он считает, что отсутствие повсеместного наличия таких фактов вовсе не противоречит созданному правилу параллельности изменений, потому что она может быть потенциальным феноменом. Представленные в теории субституции взгляды Пачоского на механизм преобразования таксонов не позволяют высказать однозначное мнение. Причиной тому слишком скромный объем исходных данных, с которым мы, несмотря на нынешний прогресс, имеем дело. Потому теория субституции говорит, что новая генетическая единица может одновременно формироваться на большой площади, следовательно, интразонально.

Библиографический список

1. Безлуцкая, Е.П. 2009. Діяльність й.к. пачоского в контексті розвитку біологічної науки (остання чверть ХІХ – перша половина ХХ століть). Міністерство транспорту та зв'язку України, Державний економіко-технологічний університет. Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата історичних наук, сс. 18. Київ.
2. Воронов, А.Г. Празднование 100-летия со дня рождения / А.Г. Воронов, И.К. Пачоский // Биол. Моск. общ.испыт. прир. – 1964. – № 69 (6). – С. 130–136.
3. Мельник, П. Леса Евразии объединяют молодых ученых / П. Мельник // Вестник. – 2009. – №.4. – С. 15–16.
4. Пачоский, Й. Флора Полесья и прилегающих местностей / Й. Пачоский // Тр. Импер. Петерб. общ. естествоисп. Отд. Бот. I: 1897, II: 1899, III: 1900.
5. Пачоский, Й. Основные черты развития флоры юго-западной России / Й. Пачоский. – Херсон, 1910. – сс. XXXIV + 430.
6. Пачоский, Й. Херсонская флора / Й. Пачоский. – Херсон, 1914. – Т. I. – 548 с.
7. Пачоский, Й. Описание растительности Херсонской губернии. I. Леса. 1915. II. Степи. 1917. III. Плавни, пески, солончаки, сорные, растения / Й. Пачоский. – Херсон, 1927.

8. Пачоский, Й. Морфология растений / Й. Пачоский. – Херсон: Изд. Херсонского политехн. ин-та, 1919.
9. Пачоский, Й. Основы фитосоциологии / Й. Пачоский. – Херсон: Изд. студ. Комит. с-х техникума. 1921.
10. Пачоский, Ю. Херсонская Флора / Ю. Пачоский // (К. Latowski red.). Wydawca Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Zakład Taksonomii Roślin, ss. 505. ESUS Druk Cyfrowy. Poznań. – 2008. – Том II.
11. Пузанов, И.И. Выдающийся натуралист И.К. Пачоский / И.И. Пузанов, Т.М. Гольд. – М.: Наука, 1965. – 85 с.
12. Batco S. 1942. Prof. Joseph Paczoski. Nature, No. 3794, July 18: 85.–86.
13. Czubińska M., Krotoska T. 1967. Spis prac naukowych i innych publikacji Profesora Józefa Paczoskiego. W: Czubiński (red.). Józef Paczoski w setną rocznicę urodzin. Prace Wydziału Biologii i Nauk o Ziemi Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, ser. Biologia 3: 1–107. Poznań.
14. Czubiński Z. 1967. Józef Paczoski w setną rocznicę urodzin. Prace Wydziału Biologii i Nauk o Ziemi Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, ser. Biologia 3: 1–107. Poznań.
15. Dzieczkowski A. 1979. Paczoski Józef. W: Polski Słownik Biograficzny 24: 786-789. Wrocław, Warszawa, Kraków, Gdańsk.
16. Melnik W.I. 2003. Józef Paczoski – botanik i leśnik. Wiadom. Botaniczne 47 (3/4): 39 – 47.
17. Paczoski J. 1896. Życie gromadne roślin. Wszechświat 15(26, 27, 28).
18. Paczoski J. 1929. Wstęp do fitogenji. Poznań.
19. Paczoski J. 1933. Podstawowe zagadnienia geografii roślin. Biblioteka botaniczna. Wydaw. Polskiego Towarzystwa Botanicznego. Tom III, ss. 273. Poznań.
20. Paczoski J. 1947. Bioindukcja w państwie roślinnym. Poznańskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk. Prace Komisji Mat.-Przyr. Ser. B, 10(1): 1-95. Poznań.

ОСОБЕННОСТИ МЕТОДОЛОГИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

М.Г. РОМАНОВСКИЙ, *гл. науч. сотр. Института лесоведения РАН, д-р биол. наук*

root@ilan.ras.ru

Несовпадения методологических подходов биологических и «точных» естественных наук связаны с разными толкованиями антиномий частного и общего, закономерного и случайного, части и целого. Наиболее отчетливо особенности биологического образа мышления просматриваются при сравнении разделов теоретической биологии с классической Ньютонской математической физикой и математической логикой. Методологические противоречия возникают в основном из-за невозможности приложения принципа однозначности, доминирующего в точных науках, к биологическим объектам. Для живого, напротив, характерна неоднозначность, наличие многих равновероятных, или почти равновероятных, решений. Невозможность выделить среди них единственный правильный путь, ведущий к единственному для данного организма и в данной обстановке правильному решению, оправдывает исключительно частое применение в биологии статистических методов. Частный, хотя в то же время и жестко детерминированный случай, реализация одной из многочисленных возможностей генотипа особи, генофонда популяции, видо-

вого состава сообщества выступает в биологической статистике как проявление случайной изменчивости.

Эту ситуацию конструктивно рассмотрел акад. В.А. Струнников. В его статье «Третья изменчивость» выделена реализационная изменчивость, возникающая при случайной реализации одного из нескольких возможных вариантов жестко определенной программы. «Третья изменчивость» противопоставлена случайным тепловым шумам и порождает неизбежную и неустранимую в экспериментах Дарвиновскую неопределенную изменчивость. Генотип, геном особи заключает в себе задатки множества возможных реализаций, возможность, по выражению Н.В. Тимофеева-Ресовского, «конвариантной редупликации» [7]. Появление конкретной реализации, конкретного фенотипа диктуется случайным выбором, однако же из ограниченного числа предложенных на выбор вариантов [6].

При рассмотрении конструкции сложных многовидовых сообществ, таких как биоценоз, число допустимых вариантов системы становится безграничным. Кажется, что объект полностью утрачивает строго опре-

деленную форму. В то же время устойчивое длительное существование сложных систем требует наличия в их структуре согласованно работающих блоков, таких, например, как продуценты и консументы. Видовой состав сообществ, формирующих эти блоки, не имеет значения. Важно, чтобы они согласованно функционировали. Мы видим почти безграничные возможности создания вариантов систем, выполняющих сходные или идентичные функции.

Принцип индукции, заключений от частного к общему, казалось бы, неприменим в биологии, но и он сохраняет в ней свое значение, если придать ему множество возможных реализаций. Общее при этом выступает как все множество или же как одна, наиболее вероятная, из реализаций. Если мы наблюдаем некоторое единичное («единственное») явление или структуру в единственном варианте, то мы вправе ожидать существование некоего пути, непременно приводящего к реализации этого явления. Можно неоспоримо утверждать: в биологии нет частных, но есть реализации, среди которых возможны редкостные, единичные среди множества допустимых.

Навязчивая повторяемость образов, пусть самых нелепых, свидетельствует об их чрезвычайном значении, о том, что за ними стоят какие-то общие законы. Как пример можно привести образ треугольного распределения или серии треугольных распределений, сопряженных одно с другим углами, так что в результате создается непрерывный ряд и впечатление непрерывной изменчивости признака [4]. А за этим стоит широко распространенный механизм полимерной изменчивости [3], названный нами в случае tandemных повторов генетических элементов «генератором изменчивости» количественных признаков [4].

При анализе выживаемости или смертности как функции поражающего фактора расхожим образом становится образ хоккейной «клюшки». За плато с полной или почти полной стабилизацией выживаемости (это невзирая на нарастание интенсивности повреждающего фактора) следует резкий спад выживаемости («ручка» клюшки, обращенная

вниз). Ручка упирается в нулевые значения. Этот образ отражает всеобщий механизм работы индуцированной репарации мутационных повреждений генома.

Специфическая проблема биологического анализа – выбор масштаба описаний. Эта проблема особенно явно вырисовывается при рассмотрении зависимостей доза-эффект. От масштаба описаний факторов, воздействующих на растительность и на отдельные растения, зависит наше суждение о том, существует ли вообще зависимость явления от фактора или ее нет. Утверждение, принимающее характер закона в одном диапазоне, оказывается ошибочным в другом. В отличие от всеобщих закономерностей классической физики, биологии приходится каждый раз точно задавать области определения своих законов, масштабы и рамки их выполнения.

Как принцип анализа данных мне представляется важным первоначальный выбор степени приближения при количественном описании объекта в соответствии с дробностью его структуры, а затем использование достаточно грубых описаний. Точность аппроксимаций не должна превышать некоторой доли ($1/2 - 1/5$) от естественного шага различий между вариантами описываемого объекта, его естественными группами. Оценки генетической дистанции между популяциями с приближением до пятого знака, приводимые нередко в популяционно-генетических статьях, вызывают улыбку. Высочайшая точность измерения параметров древостоя, участок которого описан на пробной площади, фикция. Любая пробная площадь – частный случай, частная реализация некоего ускользящего общего образа. Можно с предельно возможной точностью описать частный случай, это, однако, не прибавит точности общим представлениям об объекте – о насаждении в заданном типе леса, заданной ландшафтно-экологической разности и т.п.

Как правило, такой же миф, как точность описания пробных площадей, точность компьютерных аппроксимаций. Данный частный случай, данный набор объектов, цифр можно описать с фантастической точностью, однако это описание останется никому не нужной игрушкой в руках автора, не пригод-

ной для широкого использования в других случаях. Только достаточно грубое описание может претендовать на общность и окажется годным для многократного употребления.

В последние годы все чаще приходится сталкиваться с полупрезрительным отношением к морфометрическим исследованиям в области генетики; «разве это генетика». За «генетикой» в сознании и обывателя и специалиста прочно закрепились только молекулярная генетика и геновая инженерия. Перебор молекулярных вариаций генома и находение среди них ключевых, определяющих статус фенотипа, организма представляется мне более безнадежным делом, чем исследование групповой изменчивости морфологических и поведенческих черт особей одного вида. Только поливариантность фенотипа – ключ к пониманию истории эволюционных преобразований в системе биологического вида и ключ к расшифровке молекулярных вариаций генома. Многозначность в сочетании со строгой упорядоченностью [2] результатов «конвариантных редупликаций» определяет возможность канализованного эволюционного движения. В то время как чисто случайная изменчивость обеспечивает только «броуновское движение» и бесконечное топтание на месте [1].

ТЕЛЛЕРМАНОВСКОЕ ОПЫТНОЕ ЛЕСНИЧЕСТВО – ОБЪЕКТ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ БИОГЕОЦЕНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

М.Г. РОМАНОВСКИЙ, *гл. науч. сотр. Института лесоведения РАН, д-р биол. наук*

root@ilan.ras.ru

Исследования аутоэкологического и синэкологического направлений проводятся многими Институтами ОБН РАН, однако биogeоценологические исследования, в понимании академика В.Н. Сукачева, выполняли редкие коллективы. Биogeоценология лесных экосистем на равных правах с живым веществом рассматривает косные части системы: мортмассу; гумус; древесину, лишенную живых клеток; воздушное и грунтово-почвенное пространства листового полога и ризосферы фитоценоза. Первоочередной задачей биogeоценологии В.Н. Сукачев провозглашал

Если классическая физика очень долго никак не могла смириться с представлениями о неопределенности в мире элементарных частиц, то биологии приходится постоянно существовать внутри такого неопределенного макромира и мириться с ним, обычно даже не осознавая всех его противоречий. Идея узаконенной неоднозначности биологических объектов с трудом находит понимание у биологов [5].

Библиографический список

1. Берг, Л.С. Номогенез или эволюция на основе закономерностей / Л.С. Берг. – Петербург: Госиздат, 1922. – 306 с.
2. Вавилов, Н.И. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости. Линеевский вид как система / Н.И. Вавилов. – Л.: Наука, 1967. – 92 с.
3. Иоганнсен, В. Элементы точного учения об изменчивости и наследственности. / В.М. Иоганнсен. – Л.: Сельхозгиз, 1933. – 34 с.
4. Романовский, М.Г. Полиморфизм древесных растений по количественным признакам / М.Г. Романовский. – М.: Наука, 1994. – 96 с.
5. Романовский, М.Г. Школа кафедры / М.Г. Романовский // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2001. – С. 96–97.
6. Струнников, В.А. Третья изменчивость / В.А. Струнников // Природа. – 1988. – № 2. – С. 17–27.
7. Тимофеев-Ресовский, Н.В. Очерк учения о популяции / Н.В. Тимофеев-Ресовский, А.В. Яблоков, Н.В. Готов. – М.: Наука, 1973. – 277 с.

возможно более полное описание компонент биogeоценоза, их запасов и потоков веществ и энергии, связывающих отдельные части системы и в целом весь биogeоценоз с внешней средой [14].

Фундаментальные исследования, охватившие все компоненты биogeоценоза, ИЛАН РАН наиболее последовательно осуществил в Теллермановском опытном лесничестве [1, 2, 29] (южная лесостепь), и связано это: 1) со спецификой объекта исследований; 2) длительностью и разносторонностью мониторинговых наблюдений; 3) личными ин-

тересами «отцов-основателей», сформировавшихся долговременные исследовательские программы.

В меридианальной цепочке опытных лесничеств, стационаров, опорных баз, созданной В.Н. Сукачевым [25], Теллермановское опытное лесничество расположилось на южной окраине распространения широколиственных лесов [29]. Лесостепные широколиственные леса привлекали особое внимание Владимира Николаевича как биогеоценозы, автохтонно развивавшиеся после Днепровского оледенения. Следы конечной морены у п.г.т. Грибановка на водоразделе рек Хопра–Вороны и Карачана близ северной границы Теллермановского лесного массива говорили о непрерывности послеледникового развития нагорных экотопов массива. Следующее Московское оледенение уже не заходило южнее долины р. Оки. После Днепровского (Рисского) оледенения поверхность Окско-Донской низменности не преобразовывалась деятельностью ледников. В лесостепи мы обнаруживаем биогеоценозы, развивавшиеся непрерывно в течение по крайней мере 150 тыс. лет.

Теллермановский лес занимает водораздел рек Вороны–Хопра (ниже впадения Вороны) и Карачана. Суглинистые ледниковые отложения перекрывают палеогеновые пески и песчаники, спрятанные под безлесной частью водораздела рек. Лес селится на мощных суглинках (более 20 м), к югу от захороненного песчаного массива (рис. 1). На всем протяжении водоразделов балок, открывающихся в долину р. Хопра, на глубине ~5 м и ~8 м под лесной растительностью прослеживаются два слабо гумусированных слоя. Содержание гумуса в них приближается к 1 %. Примерно такое же содержание характерно для горизонтов почвы на глубине 0,6–0,9 м. Датировка углерода темно-серых лесных почв и подпочвенных гумусированных слоев, выполненная по нашему заказу Лабораторией углеродного датирования ИГАН РАН, дала для глубины 0,6–0,9 м калиброванный возраст гумуса 7,6 тыс. лет. Возраст гумуса, поднятого с 5-метровой глубины, – 14,9 тыс. лет [19].

При голоценовой истории почв следовало ожидать, что оценки радиоуглерод-

ного возраста гумуса будут равны примерно 1,5 тыс. лет как для верхнего (глубина 60–90 см), так и для нижнего (глубина 500 см) образцов почвы (таблица). Фактические оценки возраста почвенного гумуса намного выше, особенно в горизонте 5 м, где гумус обновляется исключительно за счет опада тонких корней из глубоких ярусов корневых систем широколиственных пород, прежде всего дуба. Противоречие ожидаемых и фактических оценок полностью устраняется, если за начало почвообразования принять первый последнепровский интерстадиал (Одинцовский период), а полученные оценки возрастов рассматривать как средневзвешенные для разновозрастных фракций гумуса.

Результаты моделирования почвообразовательного процесса вынуждают нас пересмотреть историю развития растительного и почвенного покровов европейской лесостепи.

По Исаевой-Петровой [5], максимумы насыщенности почвы Казацкого леса в Центрально-Черноземном государственном природном биосферном заповеднике (Курская обл.) пылью сосны, березы, ольхи (вероятно, *Alnus fruticosa*) и ели приходятся на 25–30; 60 и 100 см глубины. Пыльца дуба встречается в противофазе с пылью бореальных видов. Уменьшение содержания пыли дуба отмечено на глубинах 5–40, 50–60 и 80–98 см. Вся история профиля покровных суглинков отнесена к голоцену –10 тыс. лет, и периоды преобладания пыли широколиственных или бореальных видов ассоциируются автором с климатическими периодами голоцена. По нашим же результатам (таблица), длительность почвообразования исчисляется более чем 100 тыс. лет, а периоды пылевой хронологии отвечают позднеплейстоценовым оледенениям и интерстадиалам.

Современная скорость роста высоты водоразделов за счет накопления покровных суглинков в ~10 раз ниже, чем это следует из модели голоценового почвообразования. Актуальное поступление минеральных осадков (< 0,1 т га⁻¹ год⁻¹) обеспечивает прирост поверхности водоразделов < 0,001 см год⁻¹. При таком темпе нарастания поверхности для накопления 100 см толщи покровных суглинков требуется не 10 тыс. лет, а >100 тыс. лет.

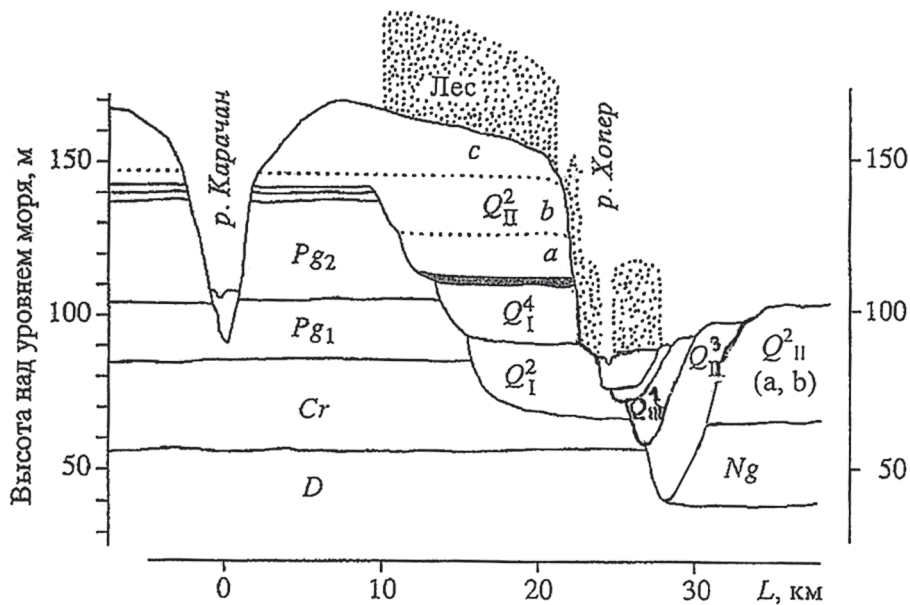


Рис. 1. Сечение междуречья Хопра и Карачана по линии Народное–Ульяновка. На основе схемы А.А. Дубянского (1935) [29] с изменениями и дополнениями. Отложения: *D* – девонские; *Cr* – меловые; палеогеновые *Pg₁* – нижние и *Pg₂* – средние; *Ng* – неогеновые; четвертичные *Q₁²* – донские, *Q₁⁴* – окские, *Q_{II}²* – днепровские, *Q_{II}³* – одинцовские, *Q_{III}¹* – микулинские. Во время лихвинского *Q_{II}¹* межледниковья на поверхности окских отложений *Q₁⁴* сформировались мощные черноземы, отмеченные на схеме черной полосой. Днепровские отложения *Q_{II}²* подразделены на три слоя: *a*, *b* и *c*

Т а б л и ц а

Длительность периодов почвообразования; глубина образцов во время накопления в них гумуса; исходное и современное содержание углерода в образце, радиоуглеродный возраст гумуса (имитационная модель).

Период почвообразования	Длительность, тыс. лет	Глубина, вклада*, см	Исходный вклад *, %	Современный остаток, %	Возраст, тыс. лет
<i>Образец, поднятый с глубины 70–90 см</i>					
Одинцовский	55	0–33	100	0,0001	125
Микулинский	35	33–55	30	0,012	75
Средневалдайский	30	55–74	20	0,66	25
Голоценовый	10	74–80	2	2,0	1,5
<i>Средний радиоуглеродный возраст</i>					7,6
<i>Образец, поднятый с глубины 500–600 см</i>					
Одинцовский	55	470–504	100	0,45	125
Микулинский	35	504–526	60	1,63	75
Средневалдайский	30	526–544	55	9,10	25
Голоценовый	10	544–550	18	18,0	1,5
<i>Средний радиоуглеродный возраст</i>					14,8

* Вклад мортмассы в тело образца за период почвообразования обусловлен длительностью периода и распределением мортмассы по почвенному профилю, определяющими величину вклада в слои на данной глубине

Приняв за начало почвообразования Одинцовское время, три максимума распространения в европейской лесостепи хвойных, березовых и мхов следует сопоставить Московскому, Калининскому (первому Валдайскому) и Осташковскому (второму Валдайскому) горизонтам.

На протяжении среднего и верхнего плейстоцена (после *Q_{II}²*) вся Окско-Донская низменность служила «рефугиумом» для бореальных видов. Виды широколиственной растительности то широко распространялись в межледниковья, то сокращали свои ареалы при похолоданиях. Во время интерстадиалов

продвижения неморальной (дубравной) растительности на север были, вероятно, гораздо более дальними, чем современная северная граница широколиственных лесов.

Выбор Теллермановского лесного массива в качестве опорного пункта биогеоэкологических исследований во многом обусловлен хорошей освещенностью его новейшей «последпетровской» истории. Еще до революции «казенные леса» массива стали опытным лесничеством лесного департамента Министерства имуществ [17]. Состояние лесов массива до Великой Отечественной войны отражено в публикациях Н.И. Прохорова, А.Г. Корнаковского, Г.Ф. Морозова, Б.А. Келлера и др. Архивы г. Воронежа хранят материалы лесоустройств «Теллермановской рощи» начиная с 1847 г. [3, 29].

Природные особенности дубрав Теллермановского леса обеспечивают ряд методических преимуществ для биогеоэкологических исследований. Автономность атмосферного водного питания водораздельных биогеоэкоценозов позволяет сравнительно полно анализировать их водный режим [29]. Крупномасштабные модели водного баланса лесов [1, 29 и др.] были созданы благодаря замкнутости территории Опытного лесничества ИЛАН на водосбор балки Крутец. Импульсный и синхронный во всех экотопах прирост тонких поглощающих микоризированных корней дуба дал возможность в относительно сухие годы оценить динамику их новообразования [6]. Мало нарушенная антропогенной деятельностью река Хопер позволила проследить естественный ход осадконакопления, почвообразования и развития растительного покрова в пойме [8, 18, 29].

После выделения в конце 1944 г. Теллермановского опытного лесничества ИЛАН РАН институт уже более 60 лет непрерывно ведет здесь фундаментальные биогеоэкологические исследования. За этот период заметно изменились не только почвы и растительный покров, но и погодно-климатические условия региона. Количество осадков за май – сентябрь выросло на ~100 мм, а температура снизилась на 0,4 °С (по г. Борисоглебску). У подножия лесного склона в долину реки Хопра (Строяновский кордон) за время

роста количества осадков, выпадающих за вегетацию (после 1970 г.), температура понижалась на целых 2 °С. Такое различие изменений температуры в городе и в лесу связано с потреблением лесом энергии солнечной радиации, нагревающей поверхность земли и приземный слой воздуха, на фазовый переход воды из жидкого в газообразное состояние при транспирации растительностью 100 мм осадков, дополнительно поступивших за вегетацию [20].

Первые 35 лет существования Опытного лесничества институт накапливал количественную информацию обо всех компонентах биогеоэкоценозов Теллермановского леса [1, 2, 14]. Последующие 30 лет связаны с обобщением, дополнением и теоретическим освоением этих богатейших, но несколько хаотичных материалов. Мы пытаемся систематизировать информацию первого периода исследований, дополнить ее «белые пятна» и построить целостную и современную картину жизни лесного биогеоэкоценоза [11, 29].

В разнообразии и структуре собираемой информации большую роль сыграла личность член-корреспондента ООБ АН СССР А.А. Молчанова, курировавшего работу научных стационаров в Опытном лесничестве. Необъятные и казавшиеся на первых порах неоправданно широкими интересы А.А. Молчанова определили возможность создания спустя 25 лет после его кончины достаточно полных моделей жизни дубравных биогеоэкоценозов.

В систему объектов, обслуживающих активные эксперименты и наблюдения 1945–1980 гг., вошли водосливы по тальвегу балки, градиентные вышки, установки для регистрации количества осадков, поступающих в лес и перераспределяемых лесным пологом и стволами; скважины для определения уровня грунтовых вод; лизиметры и т.д. [25]. Но главным достоянием Опытного лесничества стала сеть постоянных пробных площадей, возрастные и экологические ряды которых охватили практически все разнообразие условий роста дубрав.

Результаты биогеоэкологических исследований оказались легко представимыми в терминах и единицах измерения

современной глобальной экологии. Одна из причин непринужденности этого перехода – непереносимое определение «абсолютно сухой» биомассы. Если некоторые исследовательские группы измеряли сухую биомассу нерегулярно, то оценки, допускающие пересчет их данных в «абсолютно сухую биомассу», можно отыскать среди их публикаций. Основные же пулы органического вещества, запасенного лесными фитоценозами в древесине стволов и ветвей, в листве и в корнях деревьев и кустарников, в фитомассе травяного покрова и др., сразу были представлены в единицах сухой биомассы (Н.С. Боханова, О.С. Ватковский, А.А. Молчанов, В.В. Смирнов, А.А. Матвеева, Чжан Ши Цзюй и др.) [1, 2, 29 и др.].

Правда, характеристика лесного растительного покрова – двигателя биогеоценоза, была дана по лучшим насаждениям постоянных пробных площадей и задавала скорее потенциальную, чем реальную продуктивность фитоценозов. Но это позволило, с одной стороны, создать эталоны продукционного процесса для разных типов дубрав, с другой – допускало несложный расчет параметров модальных насаждений по данным лесоустройств Опытного лесничества.

В Теллермановском опытном лесничестве ИЛАН РАН получены пионерные характеристики потоков биогенных веществ, элементов и энергии, связывающих разные компартменты биогеоценоза (В.Н. Мина [9], Д.Ф. Соколов [24] и др.). Прослежены пути преобразования опада в гумус, определена скорость его разложения при изоляции от животных разной крупности (Т.С. Всеволодова-Перель, И.В. Кудряшева и др.) [2, 27, 29], – скорость разложения дебриса (Э.А. Оганова, А.А. Молчанов, Г.В. Линдеман, Н.Н. Селочник, В.Г. Стороженко и др.) [1, 2, 26, 29]. Изучено поступление и распределение в листовом пологе леса солнечной радиации (К.А. Гар, Н.Н. Выгодская, А.Г. Молчанов) [1, 11, 29 и др.].

Основную роль в исследованиях, проводившихся в Теллермановском опытном лесничестве, играли долговременные мониторинговые наблюдения. Опадомеры с

еженедельным вывозом, сортировкой и определением массы опада (1970–1985 гг.). Измерения уровня грунтовых вод (ГВ) в скважинах и определение их химического состава (1972–1982 гг.). В отдельных скважинах уровень ГВ непрерывно фиксируется и поныне (1972–2009 гг.). Перечеты на постоянных пробных площадях, заложенных в перестойных дубравах и в молодняках (1950–2009 гг.). Определение величины стока в разных сечениях водосбора балки Крутец (1950–1980 гг.). Регистрация элементов газообмена дубрав (1975–2006 гг.) и т.д.

Отметим и сравнительно кратковременные, но ключевые многолетние активные эксперименты, например, Д.Ф. Соколова с определением параметров углеродного состояния почвы при удалении опада и травяного покрова в ходе 4-х сезонов [24, 29]. Четырехлетние наблюдения А.А. Молчанова и В.А. Губаревой за фильтрацией азотсодержащих и других растворимых соединений по профилю 0–4 м темно-серых суглинков и подстилающих глин [1, 2, 29]. Эксперименты Г.Е. Корольковой с изоляцией сетями крон деревьев от птиц во время вспышки размножения филофагов [2]; В.В. Рубцова с искусственной дефолиацией дуба [31 и др.]; Н.Н. Селочник – с заражением семян офистомовыми грибами и применением фунгицидов [32 и др.] и т.д.

Исследования прироста корневых систем древесных растений [6, 29], начатые еще в первые годы существования научного стационара И.Н. Елагиным и В.Н. Миной, ныне продолжает В.В. Мамаев. Наблюдения В.В. Мамаева за новообразованием тонких поглощающих микоризных корней дуба обнаружили удивительную синхронность (сутки и часы) во всех насаждениях начала их роста в годы с нормальным и недостаточным увлажнением. Исследованиями последних 20 лет установлена гораздо большая, чем полагали ранее, глубина проникновения в суглинки корней поздно распускающегося дуба (рис. 2). Понимание многих динамических процессов в нагорных дубравах оказалось невозможным без вовлечения в сферу биогеоценоза толщи суглинков 0–13 м, вплоть до уровня залегания грунтовых вод [18, 29].

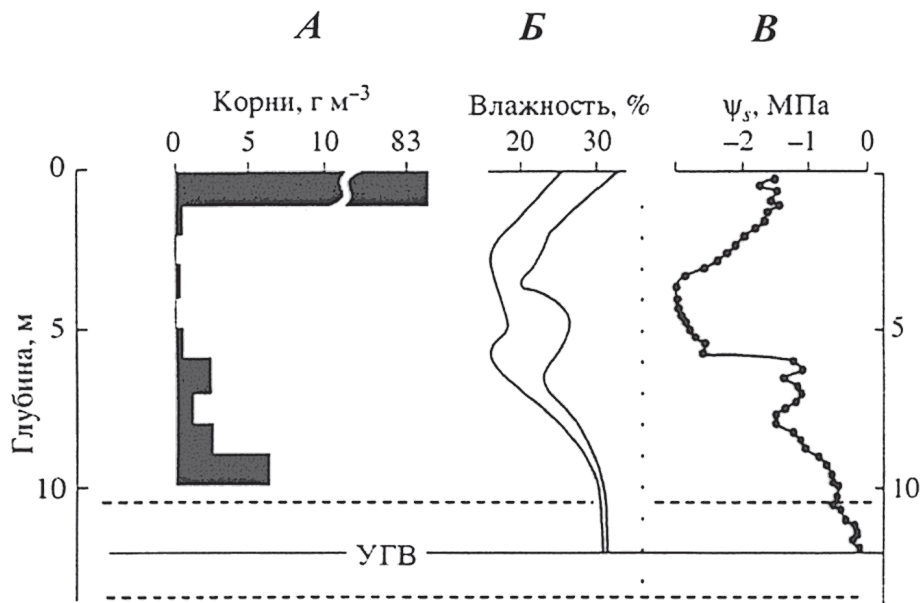


Рис. 2. Вертикальные профили почвы нагорных осоково-снытевых дубрав: А – загрузка почвы тонкими ($\varnothing < 1$ мм) корнями дуба, г м⁻³; Б – влажность почвы, %, max (весна) и min (осень) за 6 лет; В – водный потенциал почвы, МПа, в конце вегетации. УГВ – средний уровень грунтовых вод. Пунктиром отмечены границы его многолетних колебаний. А, В – шурфовая раскопка корневых систем под пологом дубравы; Б – пункт мониторинга влажности почвы на безлесном пространстве в ~150 м от шурфа. Слои концентрации поглощающих корней соответствуют темноокрашенным горизонтам водораздельных почв (грунтов), обогащенным углеродом до ~1 % массы образцов

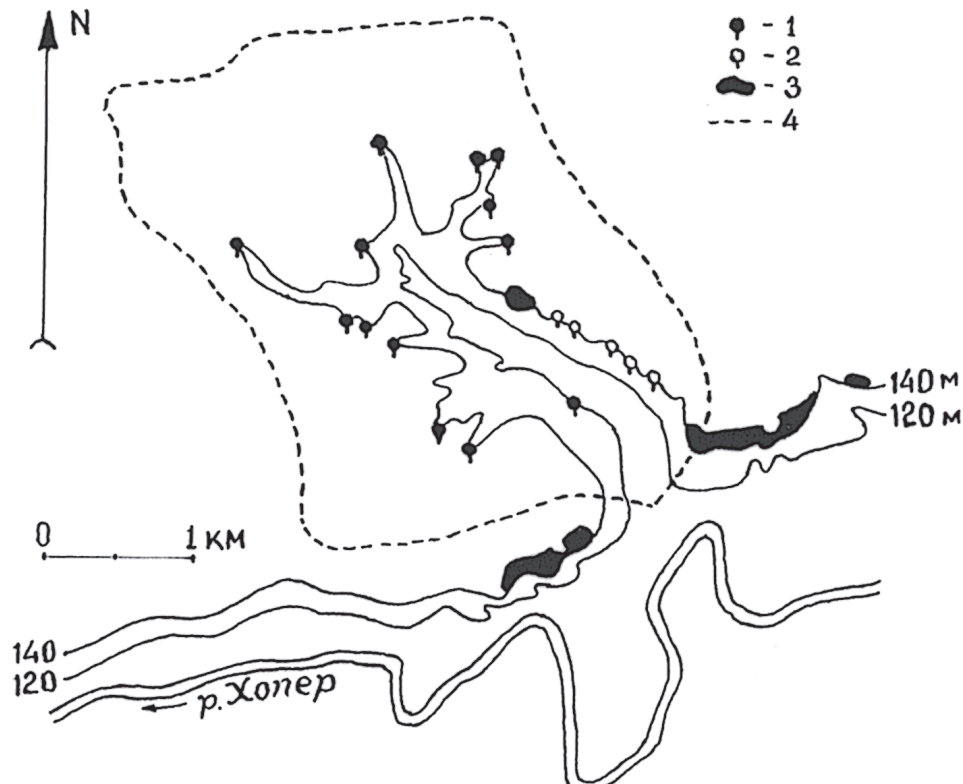


Рис. 3. Разгрузки грунтовых вод водосбора балки Крутец, связанные с водоносными горизонтами на ~140 м и ~120 м над ур. моря. 1 – функционирующие разгрузки грунтовых вод; 2 – пересохшие разгрузки, отмеченные скоплениями известкового туфа; 3 – солонцовые поляны; 4 – граница водосбора балки. В балке Крутец верховья изолинии ~120 м над ур. моря занимают плоские заболоченные выделы. Во многих балках Теллермановского леса к ~120 м над ур. моря приурочены солонцовые поляны

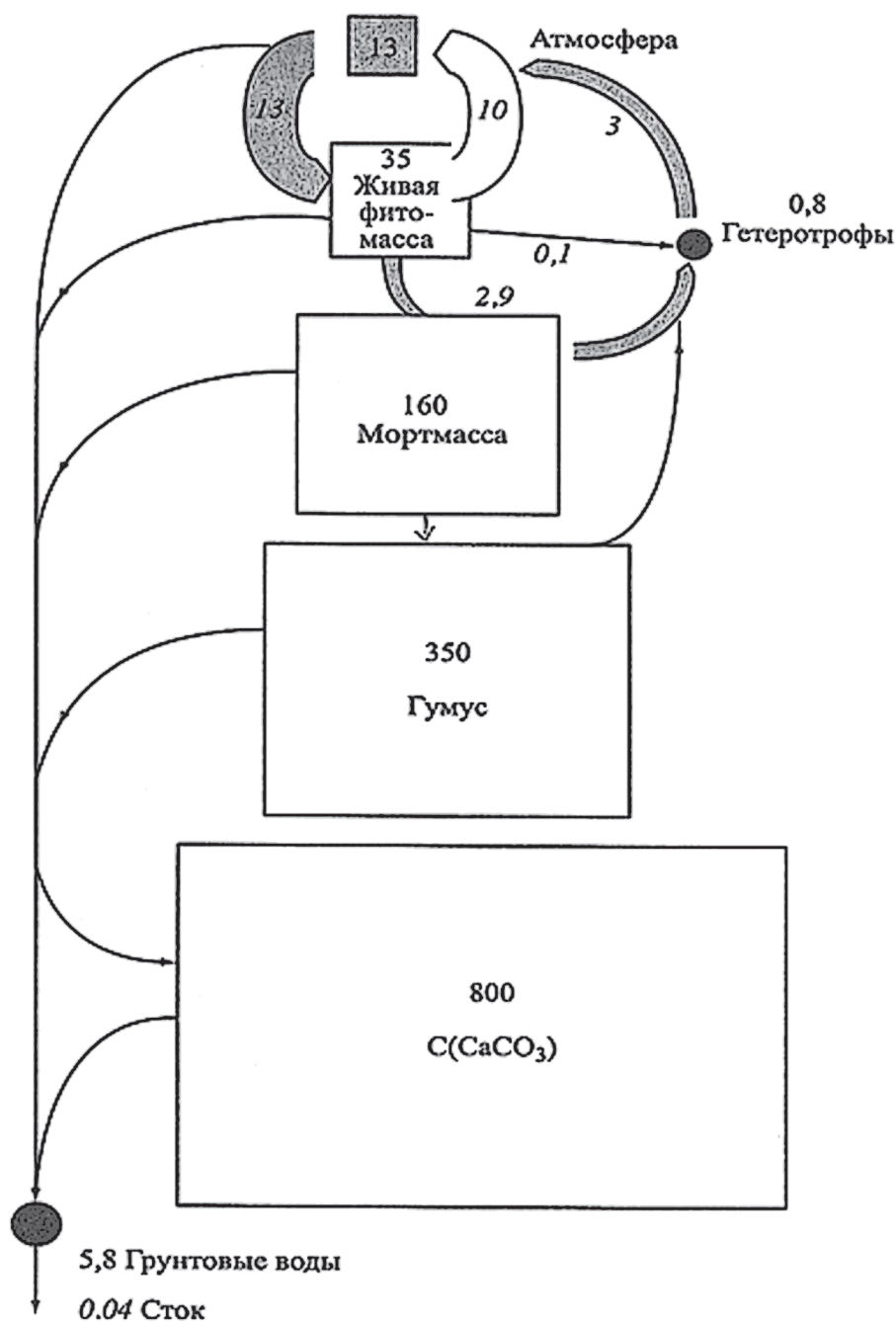


Рис. 4. Схема углеродного цикла, усредненного для 1100 га нагорных ясеневых дубрав Теллермановского опытного лесничества ИЛАН РАН. Прямым шрифтом даны запасы углерода в его основных пулах (т С га⁻¹), курсивом – потоки (т С га⁻¹ год⁻¹). В состав фитомассы (35 т С га⁻¹) включены физиологически активные «живые» ткани. Фитомасса механических тканей и ядровой (спелой) древесины ствола и ветвей объединена в один блок (160 т С га⁻¹) с мортмассой

В 1995–2008 гг. описаны [29 и др.] два маломощных водоносных горизонта, пересекающих суглинистые отложения массива на ~120 и ~140 м над уровнем моря, и отмеченных при выходе к дневной поверхности солонцовыми полянами на склонах южных экспозиций или разгрузками грунтовых вод на северных склонах (рис. 3). Топография ныне действующих и прежних, установленных по накоплению

«известкового туфа» [17], мест разгрузки грунтовых вод согласуется с представлениями П.В. Отоцкого [15] о «выпотном» происхождении солонцовых полей, столь типичных для лесных массивов южной лесостепи («выпот» – испарение с поверхности почвы грунтовых вод, поступающих из капиллярной каймы).

Для завершения модели углеродного цикла нагорных лесов наиболее существен-

ных дополнений и уточнений потребовали параметры $C(CO_2)$ газообмена дубрав (ассимиляция, автотрофное дыхание, эмиссия $C(CO_2)$ из почвы и др.). Эти задачи более или менее исчерпывающе были решены только в последние годы (А.Г. Молчанов, 2007; М.Г. Романовский и др., 2008; Экосистемы, 2004) [11, 29].

В итоге результаты биогеоценологических исследований в Теллермановском опытном лесничестве ИЛАН РАН удалось представить в понятиях углеродного цикла, принятых программой глобальных исследований International Geosphere-Biosphere Program: GPP (BPP) первичная продукция фотосинтеза, включающая затраты растений на дыхание; NPP первичная нетто-продукция фитосоноза, включающая отчуждение фитомассы консументами; NEP нетто-продукция экосистемы, соответствующая балансу стока и эмиссии углерода всеми компонентами биогеоценоза. Параметры углеродного цикла дубрав приведены нами (рис. 4) для всей совокупности нагорных биогеоценозов [29]. Они соответствуют продуктивности биома («biome productivity»), – NEP, усредненной по крупным пространственным и временным отрезкам, сглаживающим сукцессионную динамику лесных биогеоценозов (ed. W.L. Steffen, A.Z. Shvidenko, 1996).

В первые десятилетия работы Теллермановского опытного лесничества изучение общей продуктивности и биомассы биогеоценозов тесно переплеталось с описанием мира гетеротрофов, осуществляющих декомпозицию фитомассы. Характерные примеры такого синтеза – труды микробиологов О.И. Пушкинской, С.В. Егоровой и др.; микологов А.Т. Вакина, Н.Н. Селочник, В.Г. Стороженко и др.; зоологов Л.Г. Динесмана, Б.В. Образцова, Г.Е. Корольковой, Г.В. Линдемана, Т.С. Всеволодовой-Перель, И.В. Кудряшовой и многих др. Эти исследования позволили нам оценить годичный прирост вторичной биомассы [29]. Исходя из данных о приросте гетеротрофных организмов и из представления о ступенчатой переработке фитомассы при ее отчуждении и потреблении в виде мортмассы, мы сформулировали правило устойчивого развития биогеоценоза в условиях лесостепи при затратах на гетеротрофное ды-

хание $\sim 0,75$ поглощенного углерода: годичный прирост вторичной биомассы не должен превышать $1/3$ NPP.

В последние годы исследования разнообразия растительных и животных видов постепенно преобразуются в автономное научное направление. Причина широкого внедрения проблематики биоразнообразия в новейшие научные программы ИЛАН РАН – отсутствие достаточного финансирования, оборудования и времени у научных работников для выполнения нового цикла биогеоценологических исследований, гораздо более трудоемких и менее востребованных грантодержателями. В Теллермановском опытном лесничестве исследования биоразнообразия ложатся на благодатную почву, подготовленную трудом поколения биогеоценологов. Флористический комплекс исследований сливается со старыми разработками в области лесной типологии [8, 16, 28 и др.] (в последние годы он развивается нами в содружестве с ГОУ ВПО Борисоглебский педагогический институт [4]). Микологический комплекс курирует Н.Н. Селочник, а лихенологический – Е.Э. Мучник, вписывающие свои научно-исследовательские программы в круг европейских и российских работ по биоразнообразию и охране природы [12, 13, 23, 32 и др.].

Сама по себе запретительная охрана сложившихся природных комплексов лесного массива не обеспечивает, однако, их сохранение. История локальных флор и фаун тесно сопряжена с историей хозяйственного освоения лесов. Пример тому – поздний дуб, доминирующий на водоразделах, который самостоятельно не оставляет потомства. Его популяции полночленны только в условиях ведения лесного хозяйства. Система рубок и лесных культур, обеспечившая непрерывность восстановления дуба, была перед революцией (1898–1904 гг.) отлично поставлена первым лесничим Теллермановского опытного лесничества А.Г. Корнаковским. У В.М. Черняева (1856 г.) неожиданно находим замечание, что в Слободской Украине, где поздний дуб, как и в Теллермановском лесу, занимает нагорные станции, его называют «Петровским». Название это происходит не от Петрова дня (12 июля), как полагал В.М. Черняев, а связа-

но скорее с использованием *Quercus robur var tardiflora* Czern. для кораблестроения во времена Петра Великого. Это наводит на мысль о намеренном внедрении человеком первых поколений «позднего» дуба в нагорные леса рек Донского бассейна как породы, наиболее пригодной для нужд кораблестроения. Анализ лесохозяйственной деятельности в Теллермановской роще (В.Ф. Лебков, В.В. Смирнов, Е.И. Енькова и др.) говорит о необходимости для успешного восстановления нагорных дубрав неустанных трудов лесоводов [3, 29 и др.].

Особое направление научных исследований – динамика численности популяций насекомых филофагов, испытывающих 100-кратные колебания плотности населения. Оно развивается на протяжении всей истории существования Теллермановского опытного лесничества ИЛАН. На основе наблюдений за «вспышками» размножения непарного шелкопряда П.М. Рафес в 1964 г. предложил имитационную модель развития вспышки. Н.Н. Рубцова выявила тонкие различия между расами зеленой дубовой листовертки, повреждающими раннюю и позднюю формы дуба [22, 29]. В.В. Рубцов создал динамические математические модели численности филофагов в Опытном лесничестве [21, 22]. Теперь В.В. Рубцов и И.А. Уткина продолжают эти исследования с акцентом на взаимодействие филофага и его кормовой породы [21, 31 и др.]. Выдающимся успехом последних лет стало выявление В.В. Мамаевым, В.В. Рубцовым и И.А. Уткиной быстрых реакций корневых систем дуба на мощное первичное объедание крон гусеницами весеннего комплекса филофагов [7].

Сегодня магистральными направлениями, продолжающими фундаментальные биогеоэкологические исследования в Теллермановском опытном лесничестве, могли бы стать:

1) исследования параметров внутренней лесной среды на фоне погодноклиматических перемен в регионе, развивающиеся на современном приборном уровне работы А.А. Молчанова [10, 20];

2) исследования НЕР лесных биогеоценозов с особым вниманием к эмиссии $C(CO_2)$ и сокращению запасов почвенного гумуса;

3) исследования, основанные на датировках углерода почвенного гумуса, $CaCO_3$ и захороненных растительных и животных остатков в нагорных, пойменных лесах и прилегающих степных ландшафтах.

Библиографический список

1. Биогеоэкологические исследования в дубравах лесостепной зоны / Под ред. В.Н. Сукачева. – М.: АН СССР, 1963. – 184 с.
2. Дубравы лесостепи в биогеоэкологическом освещении / Под ред. А.А. Молчанова. – М.: Наука, 1975. – 374 с.
3. Енькова, Е.И. Теллермановский лес и его восстановление / Е.И. Енькова. – Воронеж: Изд-во Воронежского университета, 1976. – 214 с.
4. Завидовская, Т.С. Эколого-географический анализ флоры Теллермановского лесного массива: автореф. дисс. ... канд. биол. наук: 03.00.16 / Т.С. Завидовская. – М.: ИЛАН, 2006. – 24 с.
5. Исаева-Петрова, Л.С. Предварительные результаты палинологического исследования почв Центрально-Черноземного заповедника / Л.С. Исаева-Петрова // Биота основных экосистем центральной лесостепи. – М.: ИГ АН СССР, 1976. – С. 62–73.
6. Мамаев, В.В. Сезонные изменения биомассы молодых поглощающих корней дуба в южной лесостепи / В.В. Мамаев // Лесоведение. – 2000. – № 4. – С. 44–50.
7. Мамаев, В.В. Влияние дефолиации крон дуба на ростовую активность поглощающих корней / В.В. Мамаев, В.В. Рубцов, И.А. Уткина // Лесоведение. – 2001. – № 5. – С. 43–49.
8. Матвеева, А.А. Типы леса поймы реки Хопра в пределах Теллермановского лесного массива / А.А. Матвеева // Биогеоэкологические исследования в дубравах лесостепной зоны. – М.: АН СССР, 1963. – С. 99–124.
9. Мина, В.Н. Круговорот азота и зольных элементов в дубравах лесостепи / В.Н. Мина // Почвоведение. – 1955. – № 6. – С. 32–44.
10. Молчанов, А.А. Лес и климат / А.А. Молчанов. – М.: Наука, 1961. – 280 с.
11. Молчанов, А.Г. Баланс CO_2 газообмена в экосистемах сосняков и дубрав в разных лесорастительных зонах / А.Г. Молчанов. – Тула: Гриф и К, 2007. – 284 с.
12. Мучник, Е.Э. Лихенобиота как структурный компонент дубравных биогеоценозов лесостепи в пределах Центрального Черноземья / Е.Э. Мучник; под ред. С.Э. Вомперского // Идеи биогеоэкологии в лесоведении и лесоразведении: к 125-летию со дня рождения акад. В.Н. Сукачева. – М.: Наука, 2006. – С. 163–174.
13. Мучник, Е.Э. Дополнения к флоре лишайников Центрального Черноземья / Е.Э. Мучник, Л.А. Конорева, Д.Е. Гимельбрант // Бот. журнал. – 2007. – Т. 91. – № 5. – С. 760–763.

14. Основы лесной биогеоценологии / Под ред. В.Н. Сукачева, Н.В. Дылиса. – М.: Наука, 1964. – 574 с.
15. Отоцкий, П.В. Шипов лес / П.В. Отоцкий. – СПб.: Изд-во Евдокимова, 1894. – 52 с.
16. Петров, А.П. Типы леса Теллермановского лесного массива / А.П. Петров // Труды Ин-та леса. 1957. – Т. 33. – С. 16–58.
17. Прохоров, Н.И. Теллермановская роща. Орогеологический и почвенный генезис / Н.И. Прохоров // Труды опытных лесничеств. – 1906. – Вып. 4. – 71 с.
18. Романовский, М.Г. Динамика уровня грунтовых вод в Теллермановской дубраве / М.Г. Романовский, В.В. Мамаев, С.И. Сушков // Лесоведение. – 2008. – № 6. – С. 53–58.
19. Романовский, М.Г. Моделирование возраста лесных темно-серых почв на водоразделах средне-русской лесостепи / М.Г. Романовский, Т.Н. Судницына // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – СПб.: Гидрометеоиздат, 2007. – Т. 23. – С. 223–231.
20. Романовский, М.Г. Лес и климат средней полосы России / М.Г. Романовский, Р.В. Щекалев. – М.: О-принт, 2009. – 64 с.
21. Рубцов, В.В. Модели колебательных процессов в лесных экосистемах: автореф. дис. ... д-р. биол. наук: 03.00.16 / В.В. Рубцов. – М.: ИЛАН, 1992. – 39 с.
22. Рубцов, В.В. Анализ взаимодействия листогрызущих насекомых с дубом / В.В. Рубцов, Н.Н. Рубцова. – М.: Наука, 1984. – 184 с.
23. Селочник, Н.Н. Усыхание дуба на территории СНГ / Н.Н. Селочник // Лесохозяйственная информация. МПР РФ, ВНИИ лесоводства и механизации лесного хозяйства. – 2002. – № 3. – С. 42–54.
24. Соколов, Д.Ф. К вопросу о химической природе органических веществ почв под дубовыми лесами / Д.Ф. Соколов // Труды Ин-та леса. – 1953. – Т. 12. – С. 209–224.
25. Стационарные исследования Лаборатории лесоведения АН СССР / Под ред. С.Э. Вомперского. – М.: Наука, 1984. – 174 с.
26. Стороженко, В.Г. Гнилевые фауны коренных лесов Русской равнины / В.Г. Стороженко. – М.: ВНИИЛМ, 2001. – 158 с.
27. Структура и функционирование почвенного населения дубрав Среднерусской лесостепи / Под ред. А.И. Уткина, Т.С. Всеволодовой-Перель. – М.: Наука, 1995. – 152 с.
28. Сукачев, В.Н. Растительные сообщества (введение в фитосоциологию). Четвертое дополненное издание / В.Н. Сукачев. – Л.-М.: Книга, 1928. – 232 с.
29. Экосистемы Теллермановского леса / Под ред. В.В. Осипова. – М.: Наука, 2004. – 340 с.
30. Molchanov A.G. Estimation of photosynthetic productivity of a forest stand using the efficiency in the utilisation of absorbed radiation by a stand for photosynthesis // Monitoring of energy-mass exchange between Atmosphere and forests ecosystems. Gottingen: Forschungszentrum Waldökosysteme, 2002. P.31-42.
31. Rubtsov V.V., Utkina I.A.. Compensatory reactions of oak to defoliation // Journal of Forest Science. (Czech Academy Agricultural Sciences). 2001. Vol. 47. Sp. Iss. 2. P. 27-31
32. Selochnik N. Oak decline in forest-steppe region of Russia // Recent advances on oak health in Europe / ed.: Oszako T., Delatour C. Warsaw: Forest Res. Inst., 2000. P. 83-89.

ПРОДУКТИВНОСТЬ ГЕТЕРОТРОФОВ И ИХ РОЛЬ В ФОРМИРОВАНИИ НЕР ТЕЛЛЕРМАНОВСКОГО ЛЕСА (ЮЖНАЯ ЛЕСОСТЕПЬ)

М.Г. РОМАНОВСКИЙ, *гл. науч. сотр. Института лесоведения РАН, д-р биол. наук*

root@ilan.ras.ru

Представляется чрезвычайно важным понять, почему и как идет эмиссия углерода в атмосферу в объемах, намного превышающих связывание С растительностью. Оценка эколого-физиологическими методами эмиссии С(СО₂) при автотрофном дыхании и «дыхании почвы» в настоящее время – главное направление исследований Института лесоведения РАН. Но задолго до того, как проблематика роста концентрации атмосферного С(СО₂) приобрела современную остроту, определение темпов потери массы расти-

тельными остатками после их поступления в опад (источник эмиссии С) уже было одной из ведущих тем исследований. Отчуждение фитомассы, его нерегулярность, подъемы и спады численности фитофагов, взаимодействие продуцентов и консументов остаются поныне среди ключевых направлений исследований ИЛАН РАН в широколиственных лесах Теллермановского опытного лесничества (ТОЛ, южная лесостепь). Определения биомассы гетеротрофов и ее годовичного прироста дают нам возможность оценить NEP (neto

ecosystem production) методами, независимыми от эколого-физиологических исследований CO_2 -газообмена, и приблизиться к пониманию преобладания эмиссии $\text{C}(\text{CO}_2)$ над связыванием C лесными растениями.

Теллермановский лес, наряду с более северными широколиственными и смешанными лесами, относится к самым «биоразнообразным» лесным экосистемам равнин европейской России [8, 30, 48]. Площадь опытного лесничества включает почти весь спектр зональных лесных биогеоценозов южной лесостепи. Накопленная за более чем 60 лет информация дает представление о биомассе и продуктивности всей совокупности гетеротрофов. Теллермановское опытное лесничество ИЛАН РАН, расположенное на южном пределе распространения широколиственных лесов, вероятно, единственная точка Восточно-Европейской равнины, где можно произвести такие оценки в достаточно полном объеме.

Структура населения гетеротрофов Теллермановского леса

Микроорганизмы. Ведущее положение в комплексе деструкторов лесных растительных остатков занимают почвенные бактерии, численность которых колеблется почти безынерционно и при благоприятных условиях (обычно весной) нарастает до сотен миллионов на грамм сухой массы лесной подстилки [28]. В подстилке сосредоточено ~60 % микроорганизмов и только около ~20 % в верхних слоях почвы, преимущественно в 0–5 см. Глубже их плотность (экз. г^{-1}) быстро падает.

Большую часть бактериального населения почв составляют неспорообразующие бактерии: в подстилке 80–90 %; в верхних 0–5 см почвы 50–90 %. Спорообразующие бактерии тяготеют к летнесухим экотопам. Максимальные значения общей плотности бактерий зафиксированы в балочном вязовнике лещиновом и в ландышево-ежевичных пойменных дубравах. Под подстилкой в 0–5 см почвы наибольшая плотность бактерий достигается в солонцовых дубравах и в пойме [5, 28].

Актиномицеты и микромицеты – микроорганизмы, разрушающие целлюлозу, образуют популяции в 100–1000 раз менее плот-

ные, чем бактерии. Актиномицеты участвуют также в деструкции лигнинов [21].

Т а б л и ц а 1

Встречаемость дроворазрушающих грибов–биотрофов, распространенных в нагорных дубравах Теллермановского леса (% общего количества видов, выявленных на каждой породе) [45]

Виды грибов	Древесная порода			
	Д	Лп	Яс	Ко
<i>Laetiporus sulphureus</i>	24	16	15	10
<i>Fistulina hepatica</i>	18	10	5	7
<i>Phellinus robustus</i>	17	0	0	0
<i>Inonotus dryophilus</i>	12	0	0	0
<i>Phellinus igniarius</i>	5	11	35	21
<i>Fomes fomentarius</i>	5	18	17	23
<i>Ganoderma lipsiense</i> (<i>G. applanatum</i>)	5	13	2	10
<i>Inonotus dryadeus</i>	5	0	0	0
<i>Dedalea quercina</i>	3	0	0	0
<i>Polyporus squamosus</i>	2	11	7	7
<i>Oxiporus populinus</i>	2	8	5	13
<i>Armillaria sp.</i>	2	5	7	2
<i>Inonotus hispidus</i>	0	7	2	2
<i>Pleurotus ostreatus</i>	0	7	2	5
Число видов	12	10	10	10

Грибы. По значению в жизни леса следующая за микроорганизмами группа деструкторов органического вещества. Наиболее подробно описана микобиота дуба черешчатого (12–15 видов) [3, 22, 45, 50]. Главная в лесных биогеоценозах группа деструкторов, – дроворазрушающие грибы [34, 36, 39, 44, 45]. Разложение древесины грибами биотрофного комплекса начинается еще при жизни дерева (табл. 1). Выделены виды грибов, облигатных биотрофов, поселяющиеся только на живых деревьях дуба (*Phellinus robustus*, *Inonotus dryophilus* – в стволах деревьев, *Inonotus dryadeus* – у основания ствола и на выступающих корневых лапах) и виды, способные существовать как на живых деревьях, так и на древесном отпаде, разрушая сухостой, валеж, пни (*Fistulina hepatica*, *Laetiporus sulphureus*, *Hapalopilus croceus*, *Polyporus squamosus*, *Fomes fomentarius*, некоторые виды *Stereum sp.* и др.). Дроворазрушающие грибы-биотрофы мало специализированны по породам (табл. 1). Из указанных

видов лишь три свойственны только дубу. В спелых и перестойных дубравах древоразрушители в порядке убывания объемов поражения выстраиваются в последовательность: *Laetiporus sulphureus*; *Fistulina hepatica*; *Inonotus dryophilus*; *Phellinus robustus* (*Fomes robustus*) [3]. На Яс, Ко, Лп наиболее распространены гнили коррозионно-деструктивного типа (50–80 %). У дуба ~50 % составляют деструктивные гнили. Коррозионные гнили в лесостепи редки и составляют не более 10 % случаев поражения деревьев [45].

Широко распространенный в лесостепных дубравах опенок *Armillaria* проявляет наибольшую пластичность среди древоразрушающих грибов. В Теллермановском лесу опенок представлен двумя видами, – преобладает *Armillaria gallica*, *A. borealis* встречается единично. Представители *Armillaria s.l.* обладают разной степенью паразитической активности, но чаще поселяются на ослабленных деревьях [36, 39, 40]. В годы оптимального состояния древостоев опенок существует как подстилочный сапротроф.

Видовой состав микоценозов в разных экотопах достаточно однообразен. С учетом принципа согласования биоразнообразия с разнообразием вмещающей среды [55] наиболее богаты видами микоценозы пойменных [32], бересклетовых и полевокленовых дубрав на прогреваемых склонах долины р. Хопра и балок [1].

Большую группу составляют грибы сапротрофы, разлагающие листовую и мелкий древесный опад в лесных подстилках. В снытево-осоковой нагорной дубраве их выделено более 60 видов [5]. Велико разнообразие и значение микоризообразующих симбиотрофов [12]. На тяжелосуглинистых темно-серых лесных почвах дуб черешчатый не существует без эктотрофных микориз. Слабо микоризированы корневые системы у Лп, Ко, Лщ. В лесостепных дубравах выделено 115 видов микоризообразователей, относящихся к 12 родам [11]. Большинство из них – облигатные симбиотрофы.

Многие микромицеты паразитируют на листьях древесных и травяных растений: ржавчинные грибы, мучнистая роса. Мучнистая роса дуба *Microsphaera alphitoides*, [38, 41; 52, 57, 58] широко распространена в ТОЛ.

Ее развитие зависит от температуры и влажности, возраста листьев и их расположения в кроне дерева. В разных экотопах и возрастных группах мучнистую росу можно наблюдать ежегодно. Регулярнее всего она встречается в солонцовых дубравах и в пойме.

Из прочих грибов-микромицетов наиболее заметную роль в жизни широколиственного леса играют офиостомовые грибы (*Ophiostomataceae*). При массовом размножении они закупоривают сосуды в заболонной древесине, вызывая трахеомикоз (сосудистый микоз). У кольцепоровых пород, в особенности вязов, режы и у дуба, трахеомикоз завершается усыханием (вилтом) ветвей, частей кроны, а иногда и всего дерева. Видовой состав возбудителей трахеомикозов с сопутствующей инфекцией насчитывает ~20 видов. Грибы этой группы обратимо переходят от паразитической фазы к сапротрофной, или существуют как эндофиты, потребляя органические вещества из восходящего тока пасоки [33–35, 37; 56] и тил в сосудах ядра кольцепоровых древесных пород. В отдельные годы спороношения офиостомовых грибов выделяются из древесины ~50 % деревьев дуба.

Фауна почвенных беспозвоночных.

Почвообитающие животные (сапротрофы, фитофаги, хищники) участвуют в многоступенчатой переработке детрита и отчужденной гетеротрофами фитомассы. Они же формируют агрегатную структуру почв.

Наиболее массовые представители микрофауны почвенных беспозвоночных *Oribatei*. Плотность их населения $50 \cdot 10^3 \div 300 \cdot 10^3 \text{ м}^{-2}$ [25, 3]. Численность панцирных клещей меняется в противофазе с численностью одной из наиболее массовых групп почвенной мезофауны – дождевых червей *Lumbricidae* [5].

Плотность населения почвенной мезофауны нередко превышает 400 м^{-2} (табл. 2).

Более 80 % почвообитающих беспозвоночных приходится на сапрофагов. Наиболее распространены многоножки (*Geophilomorpha*), дождевые черви (*Lumbricidae*) и личинки жуков-щелкунов (*Elateridae*). До 1972 г. для хорошо дренированных пологих склонов северной экспозиции (липово-осоковая дубрава) было характерно обилие личинок цикад (*Cicadidae*) [14, 16; 53].

Плотность населения почвенных беспозвоночных в перестойных дубравах Теллермановского леса, м⁻² [5]

Группа животных	Типы дубрав					
	Снытево-осоковые	Осоково-снытевые	Липово-осоковые	Полево-кленовые	Бересклетовые	Солонцовые
<i>Geophilomorpha</i>	61,7	29,5	42,0	43,7	58,2	15,7
<i>Lumbricidae</i>	21,7	39,5	17,0	13,2	35,7	14,2
<i>Elateridae</i>	12,5	10,2	22,0	30,7	25,0	9,5
<i>Cicadidae</i> *	5,0	10,5	38,4	2,0	9,7	0
<i>Enchytraeidae</i> **	3,2	0	0	2,0	15,5	28,0
<i>Lithobiidae</i>	8,2	6,0	7,7	14,5	15,0	10,2
<i>Oniscoidae</i>	3,0	1,2	2,5	1,2	9,5	6,0
<i>Julidae</i>	4,2	1,7	0,5	8,0	4,2	2,2
<i>Staphylinidae</i>	1,7	0,5	0,5	2,7	5,5	1,0
<i>Carabidae</i>	3,7	4,5	3,0	1,2	1,0	1,7
Остальные	23,1	11,2	22,4	39,6	35,9	19,9
Сумма	148,0	114,8	156,0	158,8	215,2	108,4

Примечание. * После 1972 г. почти не встречаются. ** Учтены только крупные энхитреиды

В солонцовых дубравах высока плотность энхитреид (*Enchytraeidae*). Помимо перечисленных основных групп, часто встречаются костянки, кивсяки, личинки двукрылых и жуков, моллюски.

Среди сапротрофов в почвенной мезофауне по биомассе доминируют дождевые черви *Lumbricidae* и личинки двукрылых. Плотность населения дождевых червей, из которых *Lumbricidae* основные в европейской России, в широколиственных лесах может превышать 300 м⁻² [2]. В ТОЛ (южная лесостепь) средняя плотность *Lumbricidae* вне поймы ~100 м⁻².

Плотность личинок двукрылых в высшей степени непостоянна. В лесостепи ее определяют в основном личинки *Bibionidae* и *Sciaridae*. Весной, в годы обилия *Sciaridae*, локальная плотность животных почвенной мезофауны достигает 5800 м⁻² [4, 42].

Средняя плотность населения почвообитающих беспозвоночных в снытево-осоковых перестойных ясене-дубравах меняется по годам от 110 м⁻² до 400 м⁻². Весной и осенью она максимальна. К концу лета, когда почвы становятся сухими и жаркими, почвенное население сокращается в ~2 раза [4]

Насекомые фитофаги в ТОЛ разнообразны и многочисленны. Больше всего видов питается на дубе черешчатом, обеспечивающем консументам долговечную кормовую

базу. Тканями дуба питается ~850 видов насекомых [5]. Более 300 видов отмечено в ТОЛ. Из них ~40 % потребляют исключительно дуб или предпочитают его. Предпочтение, оказываемое фитофагами дубу, связано с его стремлением к регенерации потерь биомассы вплоть до полного исчерпания запасов питательных веществ [29, 54].

Из насекомых-фитофагов ≥50 % видов – потребители листвы (филлофаги) [5, 27]. В Теллермановском лесу из 227 видов филлофагов 184 отмечено на дубе [43]. Среди них выделяются чешуекрылые. Более 15 видов листоверток, >10 видов пядениц, совки, моли, голубянки, огневки и т.д. Многие чешуекрылые филлофаги дают вспышки массового размножения, при которых гусеницы съедают или минируют (выедают мезофилл) ≥50 % листовой поверхности древостоев. Интенсивные дефолиации наиболее регулярны в пойменных дубравах и в дубравах надсклоновой полосы (солонцовых и солонцеватых) [5, 31]. В снытево-осоковых дубравах на водоразделах средняя плотность населения гусениц в ~20 раз ниже, чем в пойменных ландышево-ежевичных [5, 18].

Основные виды филлофагов: непарный шелкопряд (*Ocneria dispar*), зеленая дубовая листовертка (*Tortrix viridana*) и зимняя пяденица (*Operophtora brumata*). В нагорных дубравах раз в ~10 лет отмечаются вспышки числен-

ности непарного шелкопряда. Зеленая дубовая листовертка наиболее регулярно и подолгу объедает пойменные и солонцовые дубравы. В годы массовой дефолиации пойменных дубрав гусеницы зеленой дубовой листовертки составляют 60–80 % общего населения филлофагов. Гусеницы зимней пяденицы – до 20–40 %. Кроме этих видов в очагах меньшей площади дубравы дефолируют кольчатый шелкопряд, златогузка, боярышниковая листовертка, дубовая хохлатка и др. [5, 31].

В последние годы все чаще отмечаются вспышки размножения минирующих филлофагов. В 1999–2002 гг. во многих пойменных и нагорных насаждениях ≥ 50 % площади листы уничтожала широкоминирующая моль.

На дубе отмечено 6 видов тлей, из которых наиболее многочисленны листовая и галловая филлоксеры.

А.С. Моравская описала в Теллермановском лесу 16 видов орехотворок [5]. Наиболее многочисленны из них – яблоковидная (*Cynips folii*) и нумизматическая (*Neuroterus numismalis*). В годы массового расселения они образуют до 0,35 галлов на 1 лист дуба. В очагах же средняя плотность галлов > 1 на 1 лист.

Насекомые, потребляющие луб и заболонь у живых деревьев или участвующие в разложении этих тканей на отмерших стволах и корнях, немногочисленны. Наиболее богаты видами этой группы пойменные леса. В пойме отмечены вспышки размножения заболонников, лубоедов, златок. На тополях и древовидных ивах постоянно сохраняется популяция древесницы вьедливой. В солонцовых, бересклетовых, полевокленовых дубравах южных экспозиций ильмовые заболонники заселяют 70–90 % деревьев ильма и береста [1].

В нагорных дубравах регулярно встречается жук-олень, личинки которого обитают на корневых лапах дубовых пней и остолопов; обычны усачи. В разрушении древесины сухостоя активное участие принимают муравьи [5].

Около 15 % видового разнообразия насекомых фитофагов составляют потребители плодов и семян. Популяции дубового долгоносика и дубовой плодоярки достигают высокой плотности в нагорных дубравах в годы

урожая желудей. В пойме, несмотря на более регулярное плодоношение дуба, их численность сдерживается высокой смертностью в половодье личинок, зимующих в опад [18].

Позвоночные. В составе фауны позвоночных Теллермановского леса 10 видов амфибий, 8 рептилий, ~ 200 видов птиц и 52 вида млекопитающих [5, 43].

Из орнитофауны ~ 38 % видов связаны с водоемами. В основном это пролетные кулики и утки. Только 115 видов приурочены к дубравам; ~ 100 видов гнездятся в них, 92 вида относятся к насекомоядным или преимущественно насекомоядным. В нагорных дубравах и в пойменных лесах отмечено 15 видов хищных птиц [5, 13]. Разностороннее использование пищевых ресурсов позволяет птицам из года в год сохранять стабильную среднюю плотность населения. Наиболее многочисленны и разнообразны гнездящиеся птицы в перестойных дубравах: до 25–30 пар на 1 га. Меньше всего птиц на южных склонах в бересклетовых дубравах: 7–18 пар на 1 га. В ландышево-ежевичных дубравах центральной поймы на 1 га приходится 11–26 (до 30) пар гнездящихся птиц [1, 5, 13].

Из 52 видов млекопитающих в Теллермановском лесу лишь 35 можно отнести к лесным. На нагорные, склоновые дубравы и леса правобережной поймы более всего влияют копытные (5 видов) и мышевидные грызуны (10 видов). Среди мышевидных грызунов самые плотные популяции образуют рыжая полевка (100 га^{-1}) и желтогорлая мышь (50 га^{-1}). От апреля–мая к концу лета (июль–август) их население возрастает обычно в 3–4 раза.

Желтогорлая мышь, наиболее распространенный мышевидный грызун, теснее всего связана с дубравами. Ее индивидуальный вес и плодовитость максимальны в годы высокого урожая желудей и следующие за ними. Рыжая полевка доминирует в нагорных дубравах снытево-осокового ряда. В бересклетовых дубравах ее теснит лесная мышь. В пойменных дубравах преобладает полевая мышь [1, 5].

Поголовье копытных животных (кабан, лось, олень, косуля) за время существования ТОЛ испытало более чем 10-кратные колебания: от 0,00 до 0,07–0,08 га^{-1} . В периоды высокой плотности копытные сильно повреждали

посевы, посадки, молодняки древесных растений (больше всего культуры дуба), вызывая перестройки структуры фитоценозов.

Биомасса гетеротрофов и ее годичный прирост

Биомассу видов потребителей и преобразователей первичной продукции растений, «вторичную биомассу», сложно учитывать [9, 15, 19, 20, 46, 47, 51]. Плотность их популяций подвержена колебаниям. Наиболее значимый комплекс гетеротрофов-сапрофагов связан с поверхностным корнеобитаемым горизонтом. Многие, например бактериальные составляющие этого комплекса, имеют ярко выраженную сезонную, погодную и эндогенную динамику. Не обсуждая сезонные колебания биомассы, мы рассмотрим ее средние значения и годичный прирост, выраженный в сухой («абсолютно сухой») массе.

Среди потребителей энергии и материалов, запасенных автотрофами, относительно стабильную биомассу имеют симбионты растений, например грибы микоризообразователи, и виды-деструкторы, участвующие в разложении регулярно поступающего опада. Очень высоких величин достигает масса насекомых филлофагов, однако она нестабильна: за взлетами следуют падения. Огромным 10–100 кратным колебаниям подвержена биомасса мышевидных грызунов, питающихся плодами [5]. Из высших позвоночных животных наиболее стабильна биомасса птиц, питающихся в основном фитофагами [7, 13]. Биомасса копытных и крупных хищников сравнительно невелика и испытывает многократные колебания, связанные с эпизоотиями, промысловой и природоохранной деятельностью человека.

Проблема соотношения актуальной биомассы и годичной продукции наиболее выпукло выступает при анализе динамики численности почвенных микроорганизмов. После схода снега и прогревания верхних слоев почвы биомасса бактерий в 0–20 см лесной темно-серой почвы на лессовидных суглинках (80-летняя дубрава) колеблется от 6 до 22 кг га⁻¹. Спады и подъемы численности следуют с интервалом в несколько дней вне связи с кратковременными колебаниями температуры воздуха и влажности почвы [49]. В

качестве примера приведем посуточную динамику бактериальной биомассы в течение 15 дней, начиная с середины апреля, в слое почвы 0–20 см [5]: 11,0; 7,0; 12,5; 13,0; 9,0; 7,5; 7,0; 9,0; 13,0; 16,0; 12,0; 8,0; 22,0; 14,5; 12,5 кг га⁻¹. За эти 15 дней продукция сухой биомассы составила как минимум 29 кг га⁻¹ (58 кг га⁻¹ за месяц). Такой прирост необходим для наращивания массы бактерий от минимума до очередного максимума. Чтобы обеспечить пульсации бактериальной биомассы в течение года, необходим прирост не менее 145–150 кг га⁻¹ год⁻¹. Учитывая, что слой 0–20 см содержит лишь 70 % массы бактерий, общий годичный прирост ≥ 205 кг га⁻¹ год⁻¹. Реальная же продукция бактериальной массы значительно выше и определяется отпадом и обновлением клеточных генераций. По оценке С.В. Егоровой в темно-серых лесных почвах годовая продукция бактерий достигает 1,8 т га⁻¹ год⁻¹ [47].

Биомасса останется постоянной, если за 1 генерацию произойдет ее удвоение и отпад половины популяции. Среднее время генерации бактерий в условиях Теллермановского леса – от 2 до 5 суток, а число генераций колеблется от 6 до 18 за месяц [5]. Сумма $\sum m_i n_i$ (где $i = 4-10$ – месяц, m_i – среднемесячная биомасса, n_i – число генераций) дает оценку прироста массы бактерий – 825 кг га⁻¹ год⁻¹. К этому следует добавить 205 кг га⁻¹ год⁻¹, прирост, связанный с поддержанием средней плотности бактериального населения почвы при пульсациях. Общая годовая продукция составит ~ 1 т га⁻¹ год⁻¹. Продукция микромицетов и актиномицетов $\sim 100-200$ кг га⁻¹ год⁻¹. Итого для общего годового прироста биомассы почвенно-подстилочных микроорганизмов получим оценку 1.1-1.2 т га⁻¹ год⁻¹.

Сходную оценку можно получить исходя из объема деструкции растительного опада. Почвенные микроорганизмы разрушают ежегодно массу органики, примерно равную величине годового опада. В дубравах I₅ класса бонитета это около 5 т га⁻¹ год⁻¹. Опыты И.В. Кудряшевой по изоляции опада от представителей почвенной мезофауны [5, 15] показали, что на долю микроорганизмов приходится ~ 80 % распавшейся биомассы опада, т.е. ~ 4 т га⁻¹ год⁻¹. Если расходы на дыхание со-

ставляют в лесостепи ~75 % разрушаемой массы, то масса, реализованная в прирост почвенной микробиоты, не превысит $1,3 \text{ т га}^{-1} \text{ год}^{-1}$. Вклад микроорганизмов в разрушение более грубых растительных остатков (древесного опада) сравнительно мал, основную работу здесь выполняют древоразрушающие грибы.

Таким образом, несмотря на то, что биомасса почвенно-подстилочных бактерий невелика и исчисляется десятками кг на 1 га [5, 9, 28], их годичный прирост на 2 порядка выше. Надо помнить однако, что прирост этот виртуален: из $1 \text{ т га}^{-1} \text{ год}^{-1}$, произведенной микроорганизмами, $0,95\text{--}0,98 \text{ т га}^{-1} \text{ год}^{-1}$ снова возвращается в почву и подстилку в виде бактериального опада и перерабатывается вторично. В результате часть растительного опада, поступившего за год ($\sim 4 \text{ т га}^{-1} \text{ год}^{-1}$), сгорает в процессе дыхания микроорганизмов и их хищников. Остаток опада (менее $1 \text{ т га}^{-1} \text{ год}^{-1}$) перерабатывается микроорганизмами в последующие годы и примерно столько же выбируется из опада предшествующих лет.

Сухостой, валеж, ядровые (спелые) части древесины растущих деревьев потребляют древоразрушающие грибы. Среди них ведущее положение занимают грибы порядка афиллофоровых. В нагорных снытево-осоковых перестойных дубравах древоразрушающими грибами-биотрофами заселено ~15 % объема стволов древостоя. Около 10 % разрушено до 3 стадии, когда плотность мико-древесины снижается примерно вдвое ($\sim 0,32 \text{ т м}^{-3}$). Масса гиф, ризоморф, плодовых тел, накопленная в стволах и на стволах растущих деревьев в спелых и перестойных древостоях превышает 2 т га^{-1} , а годичный прирост древоразрушающих биотрофных грибов $\sim 0,1 \text{ т га}^{-1} \text{ год}^{-1}$ (рассчитано нами по [5]).

Древесину валежа и сухостоя потребляют древоразрушающие грибы сапротрофы. Они перерабатывают $1\text{--}2 \text{ т га}^{-1} \text{ год}^{-1}$ древесины опада. Крупный валеж в южной лесостепи разлагается 25–30 лет [44, 45]. В перестойной снытево-осоковой дубраве запас плодовых тел на валеже по данным Н.Н. Селочник $\sim 20 \text{ кг га}^{-1}$. Общая продукция грибов, разрушающих мертвую древесину, $\sim 0,2\text{--}0,5 \text{ т га}^{-1} \text{ год}^{-1}$.

Значительная доля прироста грибной биомассы создается высшими шляпочными

грибами, многие из которых образуют микоризы на корнях древесных растений. Их деструктивная деятельность связана в основном с потреблением мелкого опада, опада ветвей, и с завершающими стадиями разложения ствольной древесины. В старовозрастных снытево-осоковых дубравах урожай плодовых тел шляпочных грибов по определениям Н.Н. Селочник $\sim 5 \text{ кг га}^{-1} \text{ год}^{-1}$ [34, 36]. По А.И. Иванову [11] урожай плодовых тел микоризообразующих грибов в дубравах Приволжской лесостепи колеблется от 1 до $9 \text{ кг га}^{-1} \text{ год}^{-1}$.

Сложнее измерить запасы и продукцию грибного мицелия в лесной подстилке и почве. Прямые определения А.Я. Орловым [23] подземной биомассы грибных гиф в центральной лесостепи в толще чернозема 0–2 м под лесными культурами ели варьировали от 0,1 до 7 т га^{-1} . В таежной зоне запасы мицелия – $0,1\text{--}0,4 \text{ т га}^{-1}$ [17, 26]. В смешанных лесах – $0,1\text{--}0,6 \text{ т га}^{-1}$ [19]. В южной лесостепи подстилочный запас ризоморф одной только группы видов опенка в нагорных осоково-снытевых дубравах по данным Н.Н. Селочник [40] составил $\sim 0,07 \text{ т га}^{-1}$, а в пойменных – до $0,13 \text{ т га}^{-1}$. Общий прирост грибной биомассы у шляпочных грибов в ТОЛ, вероятно, не превышает $0,1\text{--}0,4 \text{ т га}^{-1} \text{ год}^{-1}$.

Биомасса и прирост грибов, паразитирующих на листьях растений, невелики и близки по величине. Наибольшую продуктивность развивает мучнистая роса дуба. Ее прирост и биомасса в отдельные годы достигают до $40\text{--}50 \text{ кг га}^{-1} \text{ год}^{-1}$ [5]. У ржавчинных грибов годичная продукция максимальна в пойменных дубравах – до $2 \text{ кг га}^{-1} \text{ год}^{-1}$ [5].

В целом годичный прирост биомассы грибов в перестойных осоково-снытевых дубравах составляет $0,5\text{--}1,0 \text{ т га}^{-1} \text{ год}^{-1}$: в том числе древоразрушающие биотрофы – 0,1 и сапротрофы – $0,2\div 0,5 \text{ т га}^{-1} \text{ год}^{-1}$; шляпочные грибы (подстилочные сапротрофы, микоризообразователи и факультативные паразиты) – $0,1\div 0,4 \text{ т га}^{-1} \text{ год}^{-1}$; микромицеты – менее $0,1 \text{ т га}^{-1} \text{ год}^{-1}$.

Зоомасса наиболее массовых представителей почвенной микрофауны – панцирных клещей *Oribatei* в широколиственных лесах достигает плотности 100 кг га^{-1} [2], их средняя биомасса $\sim 48 \text{ кг га}^{-1}$, а годичная продукция – $82 \text{ кг га}^{-1} \text{ год}^{-1}$ [25].

Т а б л и ц а 3

Общая биомасса почвенных беспозвоночных в перестойных дубравах ТОЛ, кг га⁻¹ [54]

Параметр	Тип дубравы					
	Снытево-осоковая	Осоково-снытевая	Липово-осоковая	Полево-кленовая	Бересклетовая	Солонцовая
Пределы	30–140	40–80	20–120	20–70	10–60	5–30
Средняя	85	60	70	45	35	17

Примечание. В пойменной ландышево-ежевичной дубраве плотность населения *Lumbricidae* в 5 раз выше, чем в снытево-осоковой

Т а б л и ц а 4

Распределение биомассы животных в нагорных снытево-осоковых дубравах II класса возраста по систематическим и функциональным группам, кг га⁻¹, % [21]

Группа	Биомасса, кг га ⁻¹			Доля, %		
	почвенная	надземная	всего	почвенная	надземная	всего
<i>Беспозвоночные</i>						
сапрофаги	73	1,0	74	90	11	82
фитофаги	6	3,9	10	7	42	11
хищники и паразиты	2	1,2	3	2	13	3
<i>Позвоночные</i>						
фитофаги	0,04	2,6	2,6	0,2	29	3
хищники	0,20	0,4	0,6	1,2	5	1
Итого	81	9	90	100	100	100

Более 80 % биомассы крупных почвообитающих беспозвоночных, представителей почвенной мезофауны, в Теллермановской роще приходится на долю сапрофагов. Их биомасса сильно колеблется по годам, особенно у видов – обитателей лесных подстилок. Во время всплеск размножения масса личинок двукрылых *Bibionidae* может достигать 80 кг га⁻¹, а кивсяков (*Julidae*) 120 кг га⁻¹. Личинки горной цикады (*Cicadetta montana* Scop.) в период высокой численности наращивали биомассу ~20 кг га⁻¹ (в отдельных парцеллах до ~80 кг га⁻¹) [4, 14].

Дождевые черви *Lumbricidae* в большинстве случаев – господствующая по биомассе группа почвообитающих беспозвоночных. Биомасса только одного вида *Eisenia nordenskioldi* – 10–30 кг га⁻¹ [4]. Плотность населения и биомасса дождевых червей тесно коррелируют с мощностью гумусо-аккумулятивного горизонта $r = 0,78$ [5]. То же можно сказать о продуктивности и общей биомассе всех почвенных беспозвоночных (табл. 3).

Оценки общей биомассы почвенной мезофауны в перестойных снытево-осоковых ясене-дубравах лежат в пределах 60–90 кг га⁻¹, испытывая значительные изменения в течение

сезона (от 30 до 140 кг га⁻¹ с учетом личинок двукрылых). В пойменных ландышево-ежевичных дубравах биомасса почвообитающих беспозвоночных достигает 130–200 кг га⁻¹. Биомасса почвенных беспозвоночных составляет 70–80 % общей биомассы всех животных [5]. Мезофауна почвенных беспозвоночных в снытево-осоковой ясене-дубраве перерабатывает в среднем за год ~20 % листового опада. В годы размножения кивсяков (*Julidae*) разлагается и диспергируется до 35–40 % опада [4].

Прямые определения годичного прироста биомассы почвенных беспозвоночных в Теллермановском лесу немногочисленны и касаются только отдельных видов. Можно привести данные И.В. Кудряшовой [16]. Прирост массы личинок горной цикады (6-летняя генерация), рассчитанный нами по ее данным – 57 кг га⁻¹ год⁻¹. Общий годичный прирост биомассы почвенных беспозвоночных не превышает 0,3–0,4 т га⁻¹ год⁻¹.

Следующую по значимости группу гетеротрофов составляют насекомые-филлофаги. В годы подъема численности их биомасса доходит до 0,5, а прирост – 0,9–1,0 т га⁻¹ год⁻¹. Однако в среднем их биомасса ≤ 0,1 т га⁻¹, а прирост ≤ 0,3–0,4 т га⁻¹ год⁻¹.

Т а б л и ц а 5

**Биомасса теплокровных позвоночных Теллермановского леса, кг га⁻¹,
и масса поедаемой ими пищи, кг га⁻¹ год⁻¹ [24]**

Группа животных	Животные, кг га ⁻¹	Пища, кг га ⁻¹ год ⁻¹ .
Копытные	1,3	78,7
Мыши и полевки	0,9	247,0
Белка и зайцы	меньше 0,1	1,7
Мелкие хищные млекопитающие	менее 0,1	0,3
Прочие млекопитающие	0,1	0,3
Мелкие птицы (воробьиные, дятлы)	0,2	16,7
Хищные птицы	менее 0,1	0,4
Всего	2,5-2,6	345

Т а б л и ц а 6

**Продуктивность функционально-систематических групп биомы нагорных
снытево-осоковых дубрав южной лесостепи, т га⁻¹год⁻¹ [53]**

Функционально-систематические группы	Прирост	
	биомасса	углерод
<i>Продуценты</i> – фотосинтезирующие зеленые растения (NPP)	~ 6,6 (11)	~ 3,3
<i>Консументы:</i>		
Микроорганизмы сапротрофы	1,1 (1,3)	0,55
Почвенные беспозвоночные (сапротрофы 80 %)	0,3 (0,8)	0,15
Древоразрушающие грибы (сапротрофы и биотрофы)	0,3 (0,6)	0,15
Грибы сапротрофы, микоризообразователи и биотрофы	0,2 (0,4)	0,10
Филлофаги биотрофы (беспозвоночные и грибы)	0,3 (0,4)	0,15
Позвоночные, консументы I и высших порядков	0,01 (0,02)	0,00
Всего гетеротрофы	2,2 (3,5)	1,1

Примечание. В скобках приведены оценки максимальных значений средней продуктивности дубрав снытево-осокового ряда в оптимальных погодных и эдафических условиях.

Биомасса остальных беспозвоночных животных, представленных в ТОЛ, не столь значительна. Например, биомасса муравьев не превышает 1–2 кг га⁻¹.

Масса позвоночных составляет 3–4 % общей биомассы животных (табл. 4) [21].

Среди них наиболее многочисленны теплокровные животные. Их средняя биомасса в нагорном широколиственном лесу по подсчетам П.М. Рафеса, Л.Г. Динесмана и Т.С. Перель [24] составляет 2,6–3,2 кг га⁻¹ (табл. 4). Годичный прирост позвоночных с учетом падежа ~5–6 кг га⁻¹ год⁻¹.

Говоря о приросте биомассы многоклеточных животных, следует учесть обновление популяции клеток тела, скрытый клеточный «опад». Вероятно, у многих животных с учетом клеточного обновления реальный прирост вдвое-втрое превышает их «привес». Исходя из этого прирост биомассы теплокровных позвоночных следует увеличить до 10–15 кг га⁻¹ год⁻¹, а прирост поч-

венных беспозвоночных – 0,7–0,8 т га⁻¹ год⁻¹. Эффективность превращения поглощаемой пищи в прирост органической массы падает по мере возрастания сложности организации, «ранга» гетеротрофов: для микрофлоры – 25 %, для беспозвоночных из состава мезофауны и филлофагов – ~ 20–25 % и для млекопитающих – ~ 10–20 %. Теплокровные позвоночные отчуждают 0,34 т га⁻¹ год⁻¹ фитомассы (табл. 5), усваивая и сжигая ≥ 40 % и высвобождая для дальнейшей переработки ~0,2 т га⁻¹ год⁻¹.

Невелика также эффективность использования растительной массы, отчуждаемой фитофагами. Так, во время вспышек размножения филлофаги-чешуекрылые поедают всего лишь 60–70 % отчуждаемой биомассы; 30–40 % уходит в энтомогенный опад. Из поглощенных 60–70 % только 20–30 % будет метаболизировано. Остальное с экскрементами поступит для дальнейшей переработки почвенными микроорганизмами и фауной.

Вторичная биомасса экосистемы рождается в процессе каскадного разложения фитомассы, синтезированной растениями. При этом высшие звенья растительных и хищников готовят пищу для дальнейшей переработки ее беспозвоночными и микроорганизмами. В целом годичный прирост вторичной «виртуальной» биомассы, рождающейся на пути распада фитомассы, составляет около 1/3 от продуктивности фитоценоза (табл. 6).

В табл. 6 продукция автотрофной части биогеоценоза приведена такой, какой она должна быть для устойчивого развития системы. Реальная продукция очевидно ниже. При ступенчатом разложении NPP (neto primary production) – фитомассы, произведенной автотрофами за средний год, в лесостепной зоне, где интенсивность дыхания гетеротрофов составляет с потребленного органического «горючего», только 1/3 превратится в прирост вторичной биомассы. Годичное производство биомассы гетеротрофами равно $NPP \sum 0,25^n = 1/3 NPP$; где $0,25 = 1 - 0,75 = 1 - R_g$ (в широколиственных лесах дыхание гетеротрофов $R_g \approx 0,75$ [48]). Правило превращения $\sim 1/3 NPP$ продукции фитоценоза в прирост вторичной биомассы и возвращения остальных $\sim 2/3$ углерода, связанного растительностью, в атмосферу по каналам гетеротрофного дыхания R_g , отражает среднюю эффективность работы комплекса гетеротрофов над ежегодным разложением фитомассы.

Мы пренебрегли автотрофным дыханием, сопровождающим фиксацию углерода в средней годичной NPP продукции. Деструкторы для нас выступают как единственная замыкающая сторона экосистемного углеродного цикла. Сток углерода в виде NPP «висит» в лесных биогеоценозах на фотосинтезирующих высших растениях, а возвратная эмиссия – на деструкторах фитомассы. При стационарном течении процесса $\sim 1/3 NPP$ превращается в прирост вторичной биомассы, а текущая и прежняя фитомасса в размере $\approx 2/3 NPP$ возвращается в атмосферу; кроме того, в атмосферу возвращается $C(CO_2)$ разрушенной прежней биомассы гетеротрофов в размере прироста $\sim 1/3 NPP$.

Все сказанное выше относится к идеальным экосистемам, в которых продуктив-

ность автотрофов и гетеротрофов сбалансирована ($NEP = 0$). В реальных экосистемах гетеротрофы продуцируют биомассу в количестве, не равном 1/3 NPP. Если продуктивность гетеротрофов ниже – идет накопление мортмассы в виде гумуса, детрита и пр. ($NEP > 0$). Если средняя годичная производительность комплекса гетеротрофов выше уровня, обеспечивающего сбалансированное развитие экосистемы ($NEP < 0$), запасы мортмассы, гумуса и иных пулов углерода срабатываются. Уменьшается плодородие почв, что в конечном итоге скажется на продуктивности растений и повлечет общее падение продуктивности биогеоценоза. По нашим оценкам $NEP \approx -1 \text{ т С га}^{-1} \text{ год}^{-1}$ [54].

Рост концентрации $C(CO_2)$ в атмосфере можно рассмотреть как результат наращивания вторичной биомассы с нарушением пропорции между гетеротрофами и автотрофами в ущерб последним.

Библиографический список

1. Биогеоценозические исследования в дубравах лесостепной зоны / Под ред. В.Н. Сукачева. – М.: АН СССР, 1963. – 184 с.
2. Биологический энциклопедический словарь / Под ред. М.С. Гилярова. – М.: Советская энциклопедия, 1989. – 864 с.
3. Вакин, А.Т. Фитопатологическое состояние дубрав Теллермановского леса / А.Т. Вакин // Тр. Ин-та леса АН СССР. – 1954. – Т. 16. – С. 50–109.
4. Всеволодова-Перель, Т.С. Структура и функционирование почвенного населения дубрав Среднерусской лесостепи / Т.С. Всеволодова-Перель, И.В. Кудряшева, С.Ю. Грюнталь и др. – М.: Наука, 1995. – 152 с.
5. Дубравы лесостепи в биогеоценологическом освещении / Под ред. А.А. Молчанова. – М.: Наука, 1975. – 374 с.
6. Егорова, С.В. Численность микроорганизмов в ризосфере древесных растений на темно-серых лесных почвах / С.В. Егорова, М.Ф. Степанова // Вопросы численности, биомассы и продуктивности почвенных микроорганизмов. – Л.: Наука, 1972. – С. 192–200.
7. Елисеева, В.И., Золотин Р.И., Федотов М.П. Двадцатилетняя динамика гнездового населения птиц в экосистеме лесостепной дубравы / В.И. Елисеева, Р.И. Золотин, М.П. Федотов // Динамика биоты в экосистемах Центральной лесостепи. – М.: ИГ АН СССР, 1986. – С. 21–41.
8. Завидовская, Т.С. Эколого-географический анализ флоры Теллермановского лесного массива: автореф. дисс. ... канд. биол. наук 03.00.16 – экология / Т.С. Завидовская: М.: ИЛАН, 2006. – 21 с.

9. Загуральская, Л.М. Динамика микробиологических параметров минерализации вещества в почвах сосновых лесов Карелии / Л.М. Загуральская // Лесоведение. – 2000. – № 2. – С. 8–13.
10. Звягинцев, Д.Г. Методы учета численности микроорганизмов в почвах / Д.Г. Звягинцев // Вопросы численности, биомассы и продуктивности почвенных микроорганизмов. – Л.: Наука, 1972. – С. 37–48.
11. Иванов, А.И. Микромицеты дубрав Пензенской области. II. Симбиотрофы / А.И. Иванов // Микология и фитопатология. – 1987. – Т. 21. – № 5. – С. 419–424.
12. Келлер, Б.А. Основы эволюции растений / Б.А. Келлер. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1948. – 207 с.
13. Королькова, Г.Е. Влияние птиц на численность вредных насекомых / Г.Е. Королькова. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 125 с.
14. Кудряшева, И.В. Личинки певчих цикад фауны СССР / И.В. Кудряшева. – М.: Наука, 1979. – 159 с.
15. Кудряшева, И.В. Роль дождевых червей (*Oligochaeta*, *Lumbricidae*, *Eisenia nordenskioldi* (Eisen)) в разложении подстилки и опада в дубовых лесах лесостепи / И.В. Кудряшева // Почвоведение. – 1998. – № 12. – С. 1495–1501.
16. Кудряшева, И.В. Динамика численности, биомассы и активности почвообитающих беспозвоночных в дубравах Теллермановского леса / И.В. Кудряшева // Лесные стационарные исследования: методы, результаты, перспективы: материалы совещания. – Тула: Гриф и К^о, 2001. – С. 277–279.
17. Ласкова, Л.М. Комплекс почвенной микрофауны и масса мицелия грибов в лесах заповедника «Кивач» / Л.М. Ласкова // Экология таежных лесов: тезисы докладов. – Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 1998. – С. 146–148.
18. Матвеева, А.А. Типы леса поймы реки Хопра в пределах Теллермановского лесного массива / А.А. Матвеева // Биогеоэкологические исследования в дубравах лесостепной зоны. – М.: АН СССР, 1963. – С. 99–124.
19. Мирчинк, Т.Г. О методах учета количества и биомассы грибов в почвах / Т.Г. Мирчинк // Вопросы численности, биомассы и продуктивности почвенных микроорганизмов. – Л.: Наука, 1972. – С. 62–70.
20. Михайлова, Э.Н. Численность и биомасса микроорганизмов почв Онон-Аргунского степного ландшафта и влияние факторов среды на них / Э.Н. Михайлова, З.И. Никитина // Вопросы численности, биомассы и продуктивности почвенных микроорганизмов. – Л.: Наука, 1972. – С. 120–125.
21. Молчанов, А.А. Воздействие антропогенных факторов на лес / А.А. Молчанов. – М.: Наука, 1978. – 139 с.
22. Оганова, Э.А. Естественное разрушение древесины дуба / Э.А. Оганова // Труды Ин-та леса АН СССР. – 1954. – Т. 16. – С. 124–144.
23. Орлов, А.Я. О роли сосущих корней древесных растений в обогащении почвы органическим веществом / А.Я. Орлов // Почвоведение. – 1955. – № 6. – С. 14–20.
24. Основы лесной биогеоценологии / Под ред. В.Н. Сукачева, Н.В. Дылиса. – М.: Наука, 1964. – 574 с.
25. Панцирные клещи / Под ред. Д.А. Кривоуцко. – М.: Наука, 1995. – 221 с.
26. Предтеченская, О.О. Особенности развития мицелия и плодоношение макромицетов в лесных экосистемах / О.О. Предтеченская // Проблемы лесной фитопатологии и микологии. 4-ая международная конференция. – М.: ИЛАН, 1997. – С. 69–70.
27. Прибылова, М.В. Лесоэнтомологическое районирование Северного Кавказа / М.В. Прибылова // Лесоведение. – 2002. – № 6. – С. 50–57.
28. Пушкинская, О.Н. Микрофлора почв Теллермановского опытного лесничества / О.Н. Пушкинская // Труды Института леса. – 1953. – Т. 12. – С. 171–194.
29. Рафес, П.М. Биогеоэкологические исследования растительоядных насекомых / П.М. Рафес. – М.: Наука, 1980. – 168 с.
30. Романовский, М.Г. Продуктивность, устойчивость и биоразнообразие равнинных лесов Европейской России / М.Г. Романовский. – М.: МГУЛ, 2002. – 92 с.
31. Рубцов, В.В. Анализ взаимодействия листогрызущих насекомых с дубом / В.В. Рубцов, Н.Н. Рубцова. – М.: Наука. – 1984. – 184 с.
32. Сафонов, М.А. Трутовые трибы дубрав Оренбургской области / М.А. Сафонов // Проблемы лесной фитопатологии и микологии: 4-ая международная конференция 13–17 октября 1997 г. – М.: ИЛАН, 1997. – С. 75–76.
33. Селочник, Н.Н. Трахеомикоз дуба / Н.Н. Селочник // Микол. и фитопатол. – 1998. – Т. 32. – № 4. – С. 63–74.
34. Селочник, Н.Н. Лесопатологическое состояние дубрав лесостепи / Н.Н. Селочник // Лесоведение. – 1999. – № 1. – С. 60–67.
35. Селочник, Н.Н. Трахеомикоз в дубовых лесах Русской равнины / Н.Н. Селочник // Грибные сообщества лесных экосистем. – Москва-Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2000. – С. 207–223.
36. Селочник, Н.Н. Усыхание дуба на территории СНГ / Н.Н. Селочник // Лесохозяйственная информация. МПР РФ, ВНИИ лесоводства и механизации лесного хозяйства. – 2002. – № 3. – С. 42–54.
37. Селочник, Н.Н. Поведение офиостомовых грибов на дубе: от паразитизма до эндофитного существования / Н.Н. Селочник // Современная микология в России. Первый съезд микологов в России. Тез. докл. – М.: Национальная Академия микологии, 2002. – С. 205–206.
38. Селочник, Н.Н. Мучнистая роса дуба и распределение ее в пологе насаждения / Н.Н. Селочник, А.Ф. Ильюшенко, Н.К. Кондрашева // Лесоведение. – 1994. – № 4. – С. 61–70.
39. Селочник, Н.Н. Роль болезней в усыхании и ослаблении дубрав / Н.Н. Селочник, Н.К. Кондрашова // Состояние дубрав лесостепи. – М.: Наука, 1989. – С. 137–188.

40. Селочник, Н.Н. Распространенность и вредоносность опенка в дубравах Теллермановского леса / Н.Н. Селочник, Н.К. Кондрашова // Микология и фитопатология. – 1991. – Т. 25. – Вып. 3. – С. 226–232.
41. Селочник, Н.Н. Действие мучнистой росы и фунгицидов на сеянцы дуба / Н.Н. Селочник, Н.К. Кондрашова // Лесное хозяйство. – 1996. – № 6. – С. 51–53.
42. Сергеева, Т.Н. Сезонные аспекты питания геофилид (*Chilopoda, Geophilomorpha*) в дубравах южной лесостепи / Т.Н. Сергеева, И.В. Кудряшева, Л.П. Титова // Зоологический журнал. – 1985. – Т.44. – Вып. 9. – С. 1377–1383.
43. Стационарные исследования Лаборатории лесоведения АН СССР / Под ред. С.Э. Вомперского. – М.: Наука, 1984. – 174 с.
44. Стороженко, В.Г. Длительность разложения древесного опада в древостоях южной лесостепи / В.Г. Стороженко // Лесоведение. – 2000. – № 3. – С. 36–39.
45. Стороженко, В.Г. Гнилевые фауны коренных лесов Русской равнины / В.Г. Стороженко. – М.: ВНИИЛМ, 2001. – 158 с.
46. Торжевский, В.И. Сравнительная оценка эффективности различных приемов количественного учета микроорганизмов / В.И. Торжевский // Вопросы численности, биомассы и продуктивности почвенных микроорганизмов. – Л.: Наука, 1972. – С. 79–87.
47. Уткин, А.И. Биологическая продуктивность лесов (методы изучения и результаты) / А.И. Уткин // Итоги науки и техники. Лесоведение и лесоводство. – М.: ВИНТИ, 1975. – Т. 1. – С. 9–189.
48. Федоров, В.Д. Экология / В.Д. Федоров, Т.Г. Гильманов. – М.: МГУ, 1980. – 464 с.
49. Худяков, Я.П. Периодичность микробиологических процессов в почве и ее причины / Я.П. Худяков // Вопросы численности, биомассы и продуктивности почвенных микроорганизмов. – Л.: Наука, 1972. – С. 20–37.
50. Черемисинов, Н.А. Место и значение грибов в лесном биогеоценозе. Общие сведения о грибах Теллермановского опытного лесничества. Грибы – активные разрушители лесного опада и подстилки / Н.А. Черемисинов // Дубравы лесостепи в биогеоценологическом освещении. – М.: Наука, 1975. – С. 148–154.
51. Штина, Э.А. Биомасса водорослей в почвах и методы ее определения / Э.А. Штина // Вопросы численности, биомассы и продуктивности почвенных микроорганизмов. – Л.: Наука, 1972. – С. 48–61.
52. Шуманов, Е.А. К вопросу о болезнях и повреждениях молодого дуба в Борисоглебском лесном массиве / Е.А. Шуманов // Тр. ин-та леса АН СССР. 1954. – Т. 16. – С. 110–113.
53. Шуманов, Е.А. О цикаде *Cicadetta montana* Scop. и ее вредоносности / Е.А. Шуманов // Тр. ин-та леса АН СССР. 1954. – Т. 16. – С. 211–241.
54. Экосистемы Теллермановского леса / Отв. ред. В.В. Осипов. – М.: Наука, 2004. – 340 с.
55. Kerr J.T., Packer L. Habitat heterogeneity as a determinant of mammal species richness in high-energy regions // Nature. 1997. N385. P.252-254.
56. Selochnik N. Oak decline in forest-steppe region of Russia // Recent advances on oak health in Europe / ed.: Oszako T., Delatour C. Warsaw: Forest Res. Inst., 2000. P. 83-89.
57. Selochnik N.N., Romanovsky M.G. Resistance of early- and late-foliating phenofoms of *Quercus robur* L. to tree decline and fungous diseases // Проблемы лесной фитопатологии и микологии. Тез. докл. IV Междун. конф. 13-17 окт. 1997. М.: ВНИИЛМ, 1997. С. 79-81.
58. Selochnik N., Romanovsky M. Comparative pathological status of early and late-flushing *Quercus robur* L. in the mid-Russian forest-steppe // Recent advances on oak health in Europe / ed.: Oszako T., Delatour C. Warsaw: Forest Res. Inst., 2000. P. 231-233.

СОВРЕМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

С.Б ПАЛЬЧИКОВ, доц. каф. лесоустройства и охраны леса МГУЛ, канд. с.-х. наук,
Д.Е. РУМЯНЦЕВ, доц. каф. селекции, генетики и дендрологии МГУЛ, канд. биол. наук

sbpal@mail.ru; landgraph@list.ru

Уже в 60-х годах XX в. были известны первые приборы, позволяющие проводить полуавтоматические измерения ширины годичных колец. Так М.И. Розанов в диссертации [1] отмечает, что процесс «...измерения ширины годичных слоев может быть механизирован. Во многих дендрохронологических лабораториях за границей применяется полуавтоматическая машина Эклунда, автоматически записывающая толщину годичного

кольца после ее визуальной фиксации исследователем».

Прибор LINTAB (рис. 1, 2) в настоящее время является наиболее удачной современной модификацией машины, принципы которой были придуманы шведским лесоводом Эклундом. Он был разработан Ф. Ринном в германской фирме RINNTech в 1991г. и до настоящего времени продолжает совершенствоваться. В 2009 г. прибор прошел серти-

фикацию в Федеральном агентстве по техническому регулированию и метрологии; по результатам испытаний был зарегистрирован в Государственном реестре средств измерений и допущен к применению на территории Российской Федерации. Общий вид прибора на рис. 1. Основной рабочий узел прибора представлен на рис. 2.

Одним из достоинств прибора является простота в обращении. Исследуемый дендрохронологический образец располагают на

рабочем столе прибора. Пористый материал, которым покрыт рабочий стол, обеспечивает стационарное положение образца на поверхности, препятствует скольжению и случайным сдвигам. Исследователь наблюдает поверхность образца в бинокулярный микроскоп (в случае, представленном на рис. 2, прибор укомплектован бинокулярным микроскопом отечественного производства МБС 10). Шкала, нанесенная на один из окуляров микроскопа, позволяет вести измерения образца.

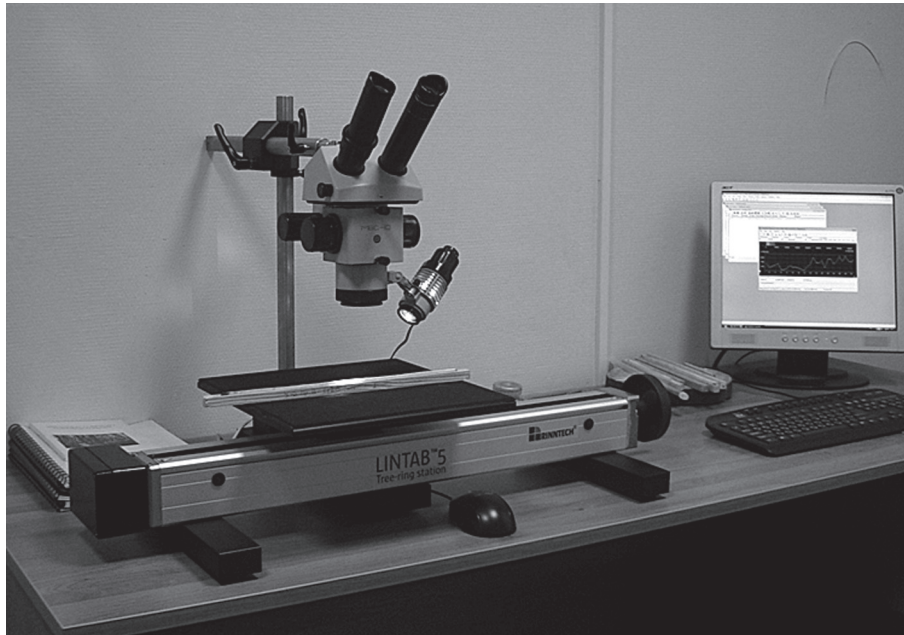


Рис. 1. Общий вид прибора LINTAB

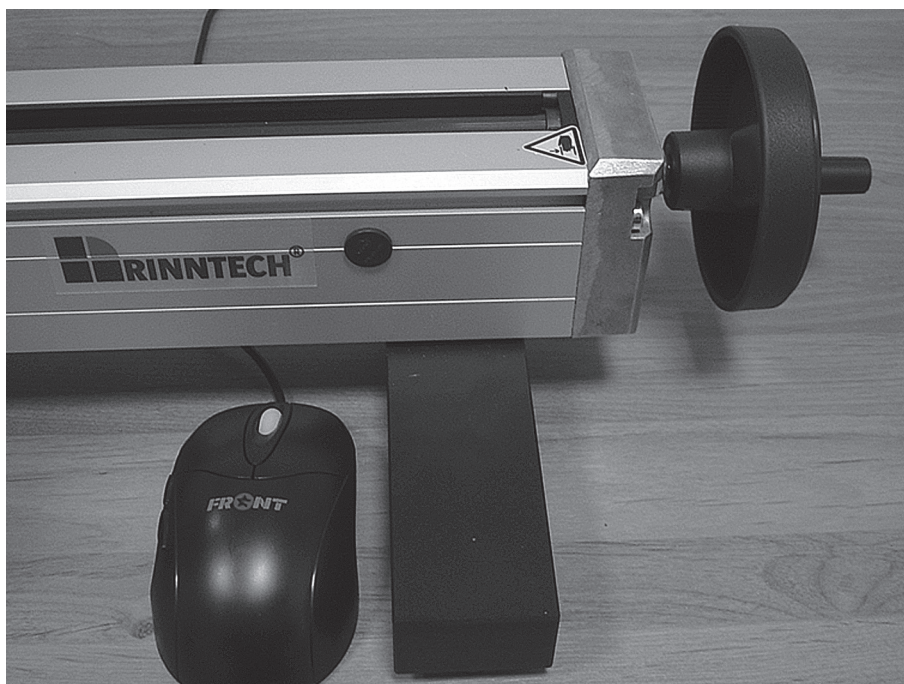


Рис. 2. Основной рабочий узел LINTAB

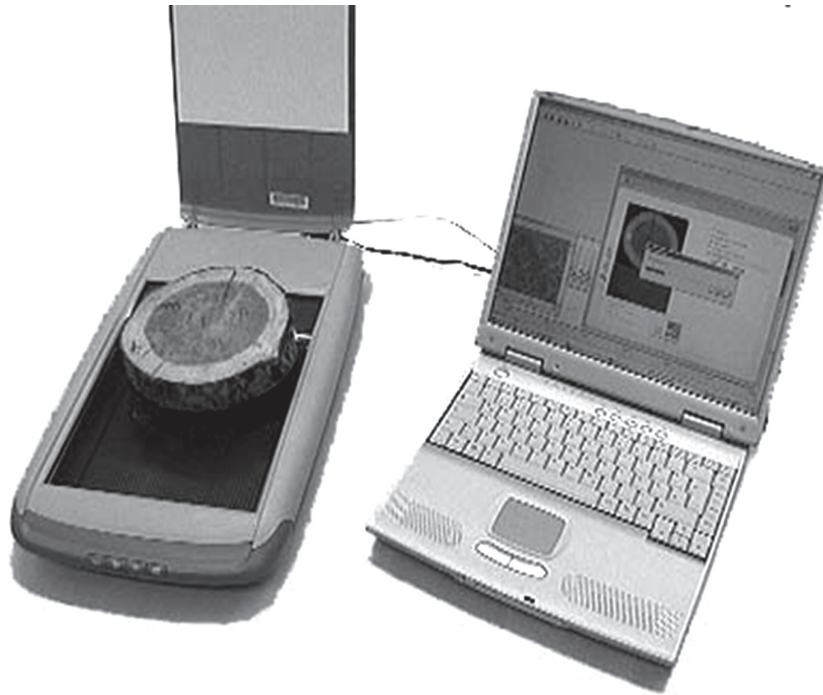


Рис. 3. Общий вид установки для работы с программой LIGNOVISION



Рис. 4. Изображение поверхности спила ели европейской, пригодное для обработки в программе LIGNOVISION

Измерения производятся следующим образом: путем вращения рукоятки рабочий стол и расположенный на нем образец смещаются относительно глаз наблюдателя. Каждый раз, когда визирная линия окуляра пересекает границу годичного кольца, исследователь нажимает клавишу мыши и прибор фиксирует ширину годичного коль-

ца. Настройки программного обеспечения прибора позволяют вести измерения ширины годичных колец в четырех вариантах, основанных на комбинации следующих параметров: сдвигка рабочего стола вправо, сдвигка рабочего стола влево, отсчет годичных слоев от коры, отсчет годичных слоев от сердцевины.

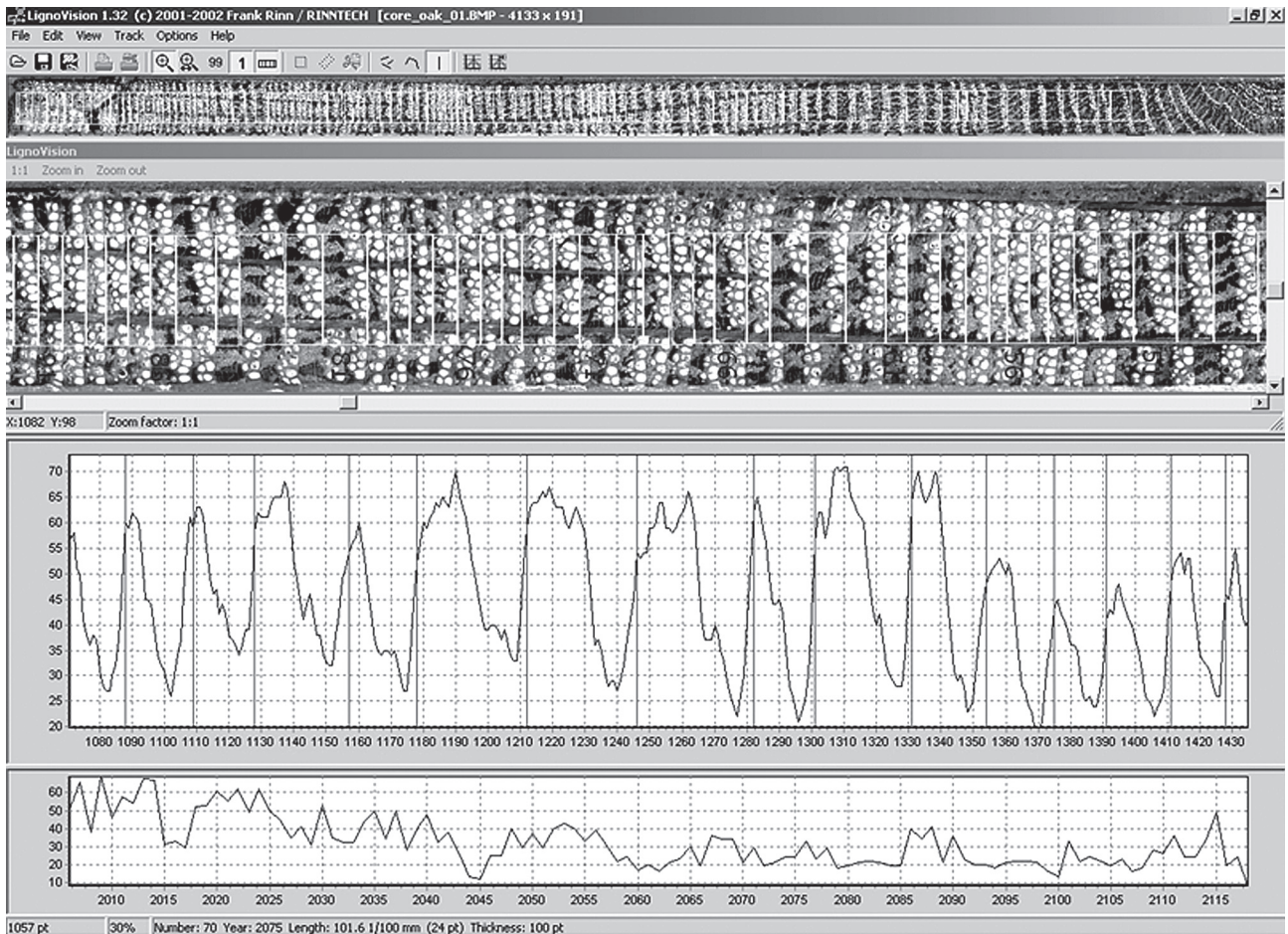


Рис. 5. Рабочее окно программы LIGNOVISION (ведется измерение параметров годичных колец образца древесины дуба)

График изменчивости годичных колец по мере измерений отражается на мониторе присоединенного к прибору компьютера. Пакет программ TSAP-Win позволяет вести различного рода статистическую обработку полученных рядов радиального прироста, а также переводить их в другие форматы, например в формат, пригодный для работы в табличном процессоре Microsoft Excel.

С целью ускорения процесса измерения ширины годичных колец, а также получения более точных данных (например при измерении ширины слоя ранней и поздней древесины в годичном кольце) фирмой RINNTECH была разработана программа LIGNOVISION.

Программа может использоваться на персональных компьютерах с операционными системами Microsoft Windows 98, XP, 2000, NT. В комбинации со сканером LIGNOVISION позволяет вести измерения на любых образцах, обладающих контрастными

структурами, и в первую очередь, на отшлифованных образцах древесины (рис. 3).

Первым этапом для работы с LIGNOVISION является подготовка поверхности образца древесины, для чего могут использоваться очень острые режущие инструменты либо наждачная бумага. Для увеличения контрастности структур древесины рекомендуется использовать порошок мела либо растительное масло. Второй этап – это получение сканированного изображения (рис. 4).

Затем, после определения направления, по которому будут вестись измерения, запускается процедура автоматического распознавания годичных колец. Полностью автоматическое распознавание годичных колец имеет недостаточную для дендрохронологических исследований точность, поэтому как вспомогательная процедура используется визуальный контроль и ручная корректировка результатов автоматического распознавания с помощью компьютерной мыши.

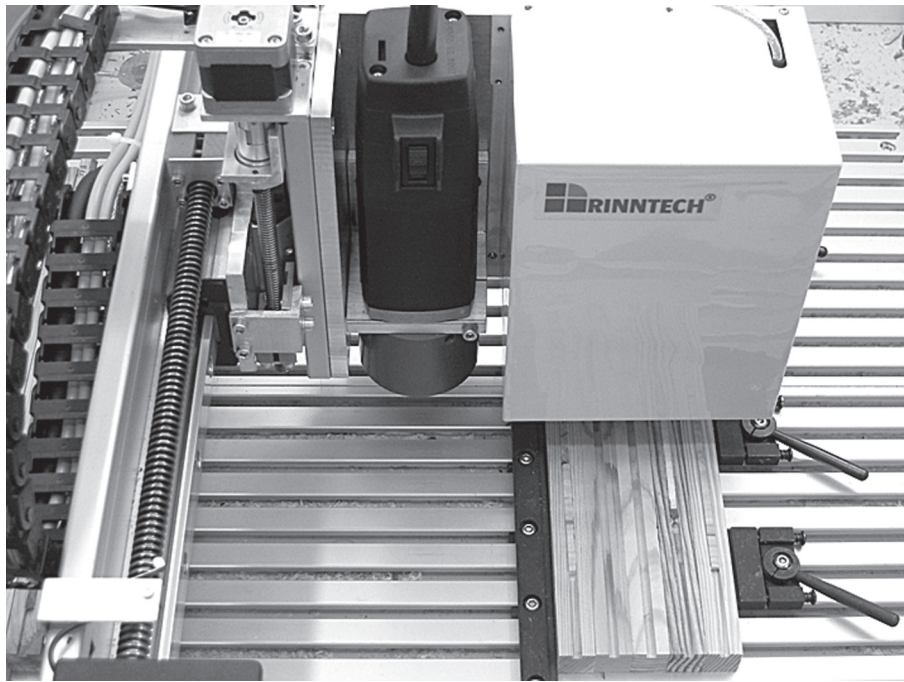


Рис. 6. Установка LIGNOSTATION позволяет получать наиболее подробную информацию о параметрах изменчивости годовых колец

Данные, полученные при работе с LIGNOVISION (рис. 5), могут быть сохранены в формате, пригодном для последующей их статистической обработки в программе TSAP-Win и работы в табличном процессоре Microsoft Excel.

Помимо ширины годового кольца в программе возможно измерение ширины слоя поздней и ширины слоя ранней древесины. Кроме того, в LIGNOVISION предусмотрены возможности для обработки не только изображений, полученных путем простого сканирования, но и путем сканирования рентгеновскими лучами на установке LIGNOSTATION (рис. 6). LIGNOVISION в комплекте с LIGNOSTATION позволяет определять такие параметры образца древесины, как минимальная и максимальная плотность, плотность слоев ранней и поздней древесины.

Сбор дендрохронологической информации представляет первый этап, необходимый для решения исследовательской либо экспертной задачи. За ним в обязательном порядке должен следовать аналитический этап. В силу того, что лесоводственно ориентированная дендрохронология только начинает формироваться как самостоятельное научное направление, комплексы аппаратно-программных средств для решения приоритетных для

лесоводства задач в большинстве своем не разработаны. Одной из первых программ такого рода была специализированная программа GROWLINE [2]. Наилучшим образом она подходит для решения задач установления времени гибели сухостоя; времени рубки дерева; поиска выпадающих годовых колец в насаждениях, где имели место вспышки численности хвое- и листогрызущих вредителей. Первая версия этой программы была разработана в 1995 г. применительно к среде MS DOS. Программа до настоящего времени широко используется в научной работе и в учебном процессе во МГУЛ. Применение программы DOS BOX позволяет адаптировать ее для работы в среде Microsoft Windows.

В 2008–2009 гг. в лаборатории дендрохронологии ООО «ЗДОРОВЫЙ ЛЕС» был разработан комплекс аппаратно-программных средств, предназначенный для анализа дендрохронологической информации с целью решения задачи идентификации места происхождения древесины.

Несомненно, что дальнейшее развитие лесоводственно ориентированной дендрохронологии потребует создания других специализированных программных комплексов. Современное оборудование для сбора дендрохронологической информации позволяет

осуществлять этот процесс быстро и эффективно, оно во многом освобождает исследователя от рутинной технической работы и позволяет сосредоточиться на анализе получаемых результатов. Создание специализированных программ для анализа дендрохронологической информации позволит сделать процедуру анализа доступной широкому кругу специалистов и надежной, что в итоге позволит шире внедрять методы дендрохронологического анализа в лесохозяйственную практику.

Библиографический список

1. Розанов, М.И. Теоретические основы идентификации целого по частям: дисс ... канд. юр. наук / М.И. Розанов. – М.: ЦНИИСЭ, 1969 – 320 с.
2. Липаткин, В.А. Перекрестная датировка дендрохронологических рядов с помощью ПЭВМ / В.А. Липаткин, С.Ю. Мазитов // Экология, мониторинг и рациональное природопользование: Научн. Труды МГУЛ. – 1997. – Вып. 288 (1). – С. 103–110.
3. <http://www.resistograph.ru>
4. <http://www.zles.ru>

ПРИРОСТ ГОДИЧНЫХ КОЛЕЦ ХВОЙНЫХ В ЮЖНОМ СИХОТЭ-АЛИНЕ В СВЯЗИ С ИЗМЕНЕНИЯМИ РЕГИОНАЛЬНЫХ И ГЛОБАЛЬНЫХ ФАКТОРОВ СРЕДЫ

Н.В. ЛОВЕЛИУС, *ведущий научный сотрудник Института озераведения РАН, вице-президент Петровской академии наук и искусств, доктор биол. наук,*
А.Д. ТРОФИМОВА, *асп. РГПУ им. А.И. Герцена*

lovelius@mail.ru; yellownast@yandex.ru

Исследования проведены в Верхнеуссурийском биогеоценологическом стационаре Биолого-почвенного института ДВО РАН, расположенного в бассейне р. Правая Соколовка (приток IV порядка р. Уссури) в пределах высотных отметок от 440 до 1108 м над ур. м. и занимающего площадь около 4,5 тыс. га. По своим природным характеристикам территория стационара типична для среднегорного пояса Южного Сихотэ-Алиня и служит своеобразным эталоном южной тайги с господством широколиственно-кедровых и пихтово-еловых лесов [4, 5]. Согласно физико-географическому районированию рассматриваемая территория относится к Западно-Сихотэ-Алинской горной области Амуро-Приморской страны [1]. На стационаре с 1973 года ведутся комплексные исследования лесных экосистем на постоянных и временных пробных площадях [2, 4–10].

В среднегорном поясе (от 450 до 850 м над ур. м.), где проводилась работа, основная ландшафтообразующая роль принадлежит широколиственно-кедровым и типичным кедровникам [3]. Постоянными спутниками сосны корейской в этом поясе служат ель аянская и пихта белокорая [6].

В задачи нашей работы входило: а) проследить особенности формирования ради-

ального прироста сосны корейской, ели аянской и пихты белокорой. б) Определить распределение температуры воздуха и атмосферных осадков и характеристик солнечной (W) и геомагнитной (aa) активности, галактических космических лучей (ГКЛ) в годы аномальных изменений прироста годичных колец.

Материалами для анализа изменчивости радиального прироста деревьев были керны модельных деревьев сосны корейской, ели аянской и пихты белокорой, произрастающих в пихтово-еловом лесу с кедром и березой желтой на постоянной пробной площадке № 11–1975. Керны деревьев были отобраны буравом Плесстлера в 2008 и 2009 гг. Методика взятия и последующая обработка образцов опубликована ранее [8]. Измерения выполнялись под бинокулярным микроскопом МБС – 1 в единицах шкалы окуляр-метрометра (с точностью 0,01 мм) с последующим переводом их в миллиметры (таб. 1, 2, 3).

Данные по средним месячным температурам воздуха и сумме осадков по месяцам были взяты из метеостанции «Чугуевка», расположенной в долине р. Уссури на высоте 257 м над ур. м. и находящейся в 30 км к северо-западу от района исследований. Числа Вольфа, индекс aa, ГКЛ получены от профессора В.А. Дергачева.

Т а б л и ц а 1

Прирост годовичных колец сосны корейской (мм) на п.п. 11–1975 гг.

Годы	1900	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000
0	0,8	0,96	0,94	0,95	0,76	0,68	0,7	0,77	1,1	1,11	0,72
1	1,07	0,91	0,83	0,87	0,59	0,66	0,78	0,85	1,07	0,97	0,84
2	1,04	0,9	1,05	0,77	0,75	0,77	0,96	0,84	1,14	0,89	0,93
3	1,06	0,73	0,96	0,58	0,69	0,59	1,01	0,68	1,28	0,88	0,48
4	0,84	0,93	0,81	0,7	0,72	0,68	0,73	0,99	0,94	0,86	0,65
5	0,84	0,85	0,85	0,74	0,75	0,65	0,72	0,89	0,84	0,87	0,69
6	0,86	0,78	1,11	0,69	0,72	0,61	0,71	0,81	0,93	0,96	0,56
7	0,83	0,81	1,19	0,65	0,68	0,65	0,74	0,94	1,12	0,54	0,57
8	0,94	0,93	0,97	0,68	0,72	0,63	0,77	0,79	1,01	0,78	0,69
9	0,9	0,81	0,98	0,81	0,53	0,63	0,74	0,88	1,04	0,96	
сред	0,92	0,86	0,97	0,74	0,69	0,66	0,79	0,84	1,05	0,88	0,68

Т а б л и ц а 2

Прирост годовичных колец ели аянской (мм) на п.п. 11–1975 гг.

Годы	1900	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000
0	0,3	0,41	0,4	1,32	0,91	0,99	0,58	1,14	0,69	0,67	0,43
1	0,34	0,49	0,37	1,22	0,76	0,91	0,59	1,1	0,67	0,81	0,51
2	0,4	0,53	0,37	1,21	0,62	0,88	0,71	1,22	0,66	0,68	0,63
3	0,41	0,51	0,42	1,21	0,58	0,81	0,92	1,07	0,64	0,71	0,31
4	0,36	0,48	0,51	1,18	0,73	0,82	1,08	1,06	0,66	0,69	0,3
5	0,41	0,48	0,84	1,11	0,98	0,64	1,23	0,92	0,74	0,49	0,45
6	0,45	0,49	0,9	1,14	1,08	0,81	1,15	1,01	0,8	0,53	0,38
7	0,43	0,42	1,09	1,06	1,09	0,82	1,07	1,01	0,87	0,42	0,31
8	0,42	0,38	1,13	1,12	1,17	0,73	1,05	0,84	0,77	0,38	0,38
9	0,38	0,33	1,17	0,93	0,94	0,65	0,99	0,65	0,77	0,44	0
сред	0,39	0,45	0,72	1,15	0,89	0,81	0,94	1,00	0,73	0,58	0,37

Т а б л и ц а 3

Прирост годовичных колец пихты белокорой (мм) на п.п. 11–1975 гг.

Годы	1900	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000
0	1,1	0,37	0,23	1,47	3,33	2,68	2,4	2,25	1,53	1,59	0,78
1	0,8	0,3	0,3	1,77	3,15	2,37	2,03	2,47	1,68	1,43	0,77
2	0,6	0,37	0,4	1,8	2,9	2,57	2,15	2,43	1,81	1,39	1,12
3	0,6	0,27	0,43	1,57	2,5	2,34	2,36	2,04	1,87	1,25	0,8
4	0,5	0,37	0,5	1,33	2,63	2,48	2,38	2,09	1,6	1,36	0,82
5	0,2	0,27	0,57	1,55	3,02	2,42	2,22	1,92	1,62	1,07	0,81
6	0,2	0,33	0,53	2,08	3,64	2,55	2,35	1,81	1,45	1,11	0,92
7	0,43	0,37	0,63	2,35	3,26	2,38	2,51	1,88	1,69	0,97	0,7
8	0,33	0,27	0,83	2,5	3,56	2,13	2,48	1,71	1,63	0,85	0,65
9	0,37	0,4	1	2,9	2,67	2,55	2,6	1,5	1,56	0,94	0,51
	0,51	0,33	0,54	1,93	3,07	2,45	2,35	2,01	1,64	1,2	0,79

Наибольшего возраста достигает кедр от 200 до 300 лет, ель аянская 150 – 230 лет, а пихта белокорая имеет серии годовичных колец от 40 до 110 лет, это обусловлено частым поражением ее деревьев сердцевинной гнилью. Для анализа использован ряд с 1900 по 2008 год, по длине самой короткой серии годовичных колец пихты.

По материалам таблиц построена дендрограмма (рис. 1) средних 10-летних значений прироста годовичных колец кедра, ели аянской и пихты белокорой.

Прирост пихты белокорой отличается большими значениями, в среднем за десятилетия он достигает 3,07 мм, что в 3 раза больше, чем у других пород (рис. 1).

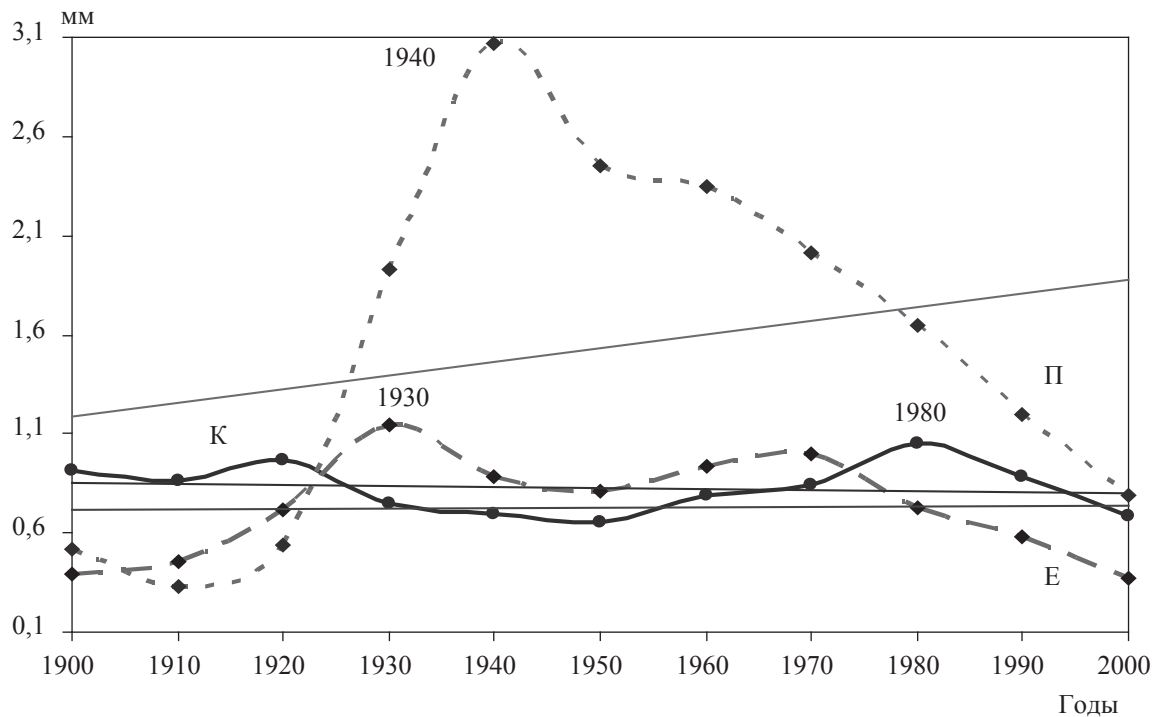


Рис. 1. Дендрограмма средних 10-летних значений прироста кедра (К), ели аянской (Е) и пихты белокорой (П)

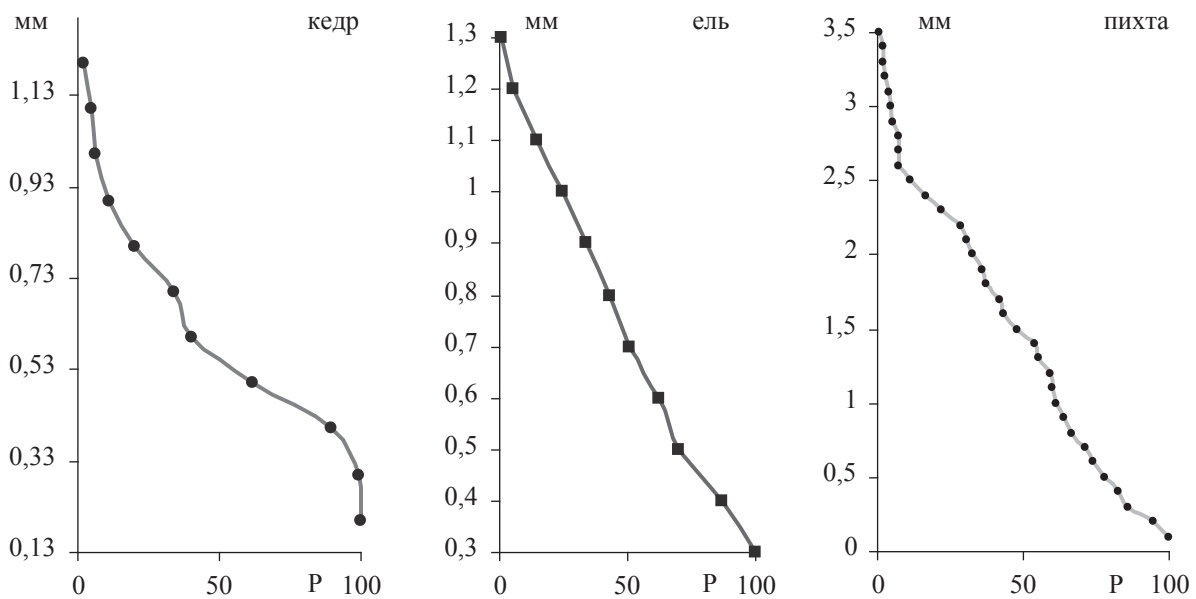


Рис. 2. Суммарная вероятность встречаемости прироста кедр, ели и пихты в мм

Для приведения серий годичных колец к сравнимому виду были рассчитаны отклонения от 10-летней календарной нормы и построены графики суммарной вероятности встречаемости отклонений от нормы (рис. 3). Оказалось, что наибольший диапазон колебаний имеет кедр (40 – 230), за ним ель (50 – 160) и пихта (30 – 180 %).

Годы с аномально большими и малыми приростами (табл. 4) были отобраны из отклонений прироста годичных колец от 10-летней

календарной нормы. Для них и предшествующих лет выполнены выборки средних месячных температур воздуха и сумм осадков и построены климатограммы (рис. 4 и 5).

Внутригодовое распределение осадков накануне и в годы с аномальным приростом существенно различается. Их максимумы накануне приходятся на июль и август при незначительной разнице, тогда как в годы аномалий они наблюдаются в июне (в годы с положительными аномалиями прироста) и августе (в

годы с малым приростом), причем их разница в августе составляет 55,7 мм. Это дает основание заключить, что внутригодовое распределение осадков имеет наибольшее значение в годы с аномальным приростом деревьев.

Распределения температуры воздуха показало (рис. 5), что благоприятными для роста деревьев являются более высокие температуры накануне дат с аномальным приростом. Это дает основание сделать вывод о большей

значимости положительных температур накануне дат с аномальным приростом деревьев.

Анализ чисел Вольфа накануне и в годы наибольших приростов исследуемых пород показал, что солнечная активность достигает самых высоких значений, а годы наименьших наблюдается ее снижение (рис. 6). В годы с максимальным приростом солнечная активность наиболее высокая в период вегетации растений с апреля по август.

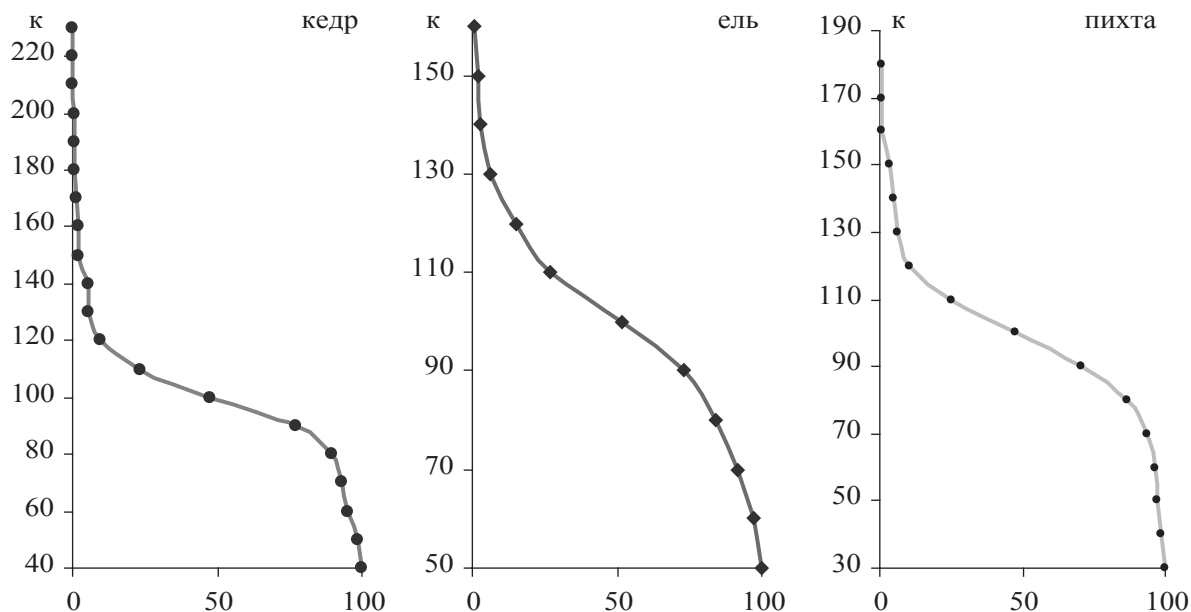


Рис. 3. Суммарная вероятность повторяемости отклонений прироста кедр, ели и пихты в отклонениях от многолетней нормы

Т а б л и ц а 4

Годы аномально максимальных и минимальных отклонений прироста деревьев

№пп	Годы	К %			Годы	К %		
		Пихта	Ель	Кедр		Пихта	Еля	Кедр
1	1902	116,9	103,8	109,1	1899	90,91	80,86	92,22
2	1903	116,9	104,4	110,3	1904	97,4	91,55	93,47
3	1912	111,1	118	112,7	1918	80,81	84,8	96,29
4	1927	116,6	151,7	112,9	1920	42,94	55,15	82,67
5	1928	153,4	156,5	107,3	1921	55,21	51,68	90,68
6	1929	184,1	162	109,8	1924	92,02	71,41	91,3
7	1946	118,8	121,8	114,4	1935	80,28	96,43	81,35
8	1947	106,3	122,7	119,9	1942	94,61	69,82	91,43
9	1948	116,1	132,2	110,5	1943	81,56	65,93	85,68
10	1950	109,4	123,2	103,2	1955	98,98	79,71	96,29
11	1952	105	109,5	113,3	1958	87	90,64	95,6
12	1970	111,9	113,7	109,2	1961	86,3	63,39	90,74
13	1971	122,7	109,7	114,9	1975	95,5	91,57	96,68
14	1972	121	122,3	116,1	1978	85,11	83,67	75,24
15	1974	104,1	105,5	116,5	1979	74,61	65,23	81,72
16	1990	133,4	115,3	109,1	1995	89,35	83,66	97,93
17	1991	119,7	139,2	103,5	1998	70,86	65,54	95,13
18	2002	142,3	153,2	130,3	2007	88,84	75,02	69,47

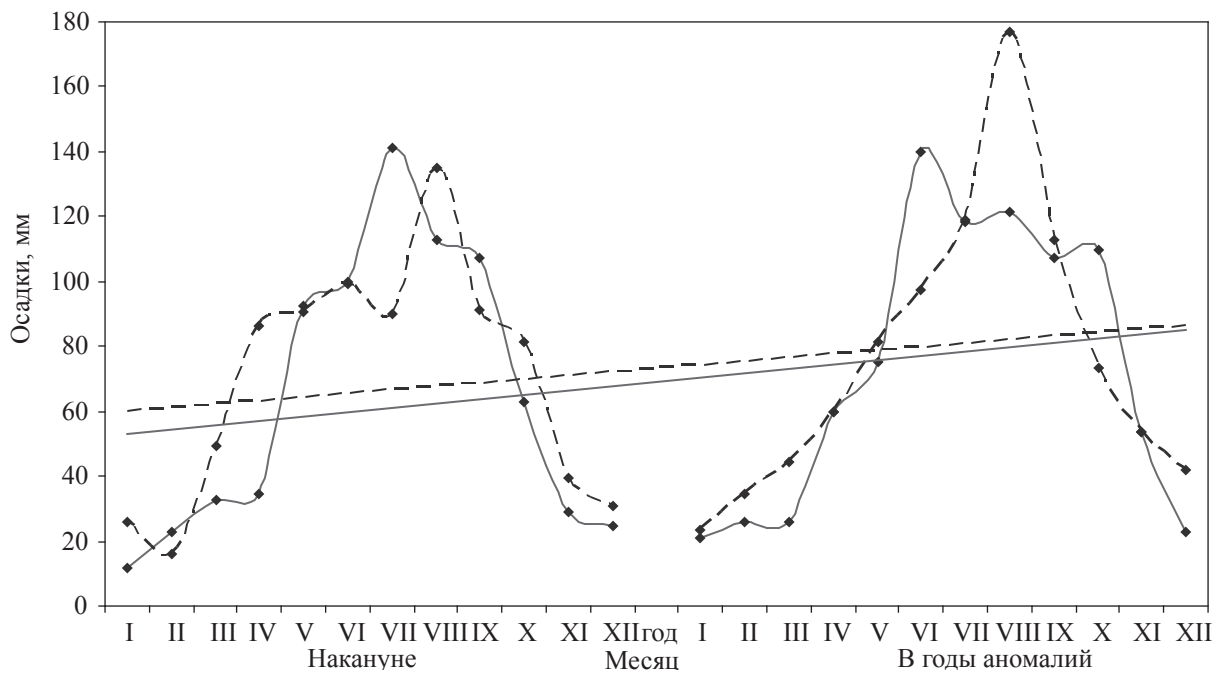


Рис. 4. Осадки в Верхнеуссурийском стационаре в годы больших (сплошная линия) и малых приростов деревьев (пунктир)

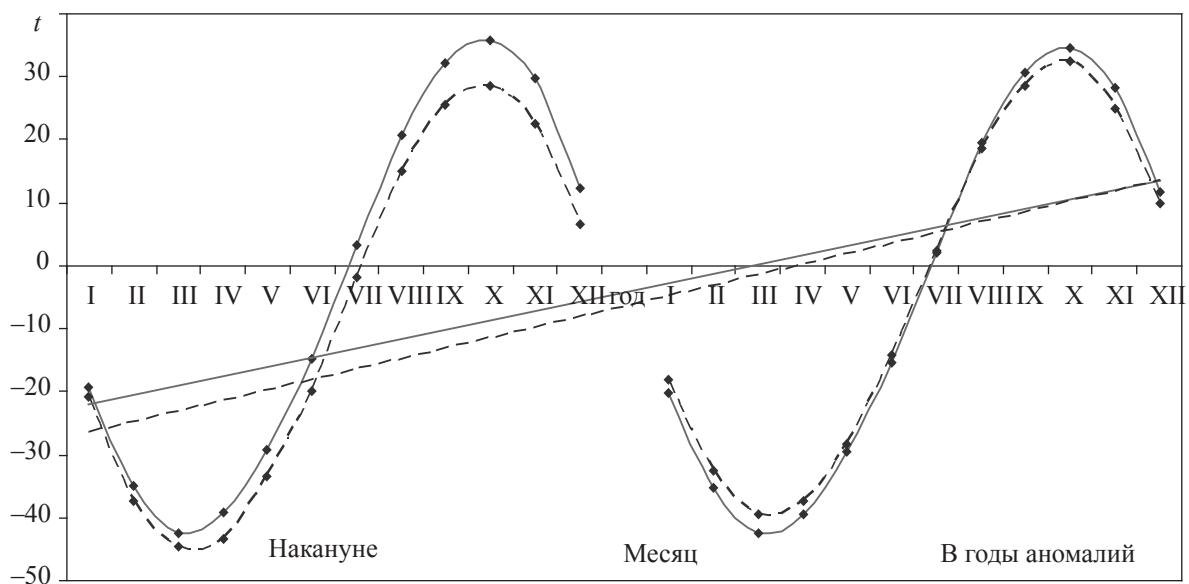


Рис. 5. Температура воздуха с нарастающим итогом в Верхнеуссурийском стационаре в годы больших (сплошная линия) и малых приростов деревьев (пунктир)

Геомагнитная активность имеет хорошо выраженный сезонный ход с максимумами в марте и сентябре и с минимумами в январе, июне и декабре (рис. 7). В годы anomalно больших приростов максимумы геомагнитной активности накануне в марте и сентябре, а в годы аномалий – в марте и октябре. Причем значения индекса aa увеличивается в осенний период с 22,6 до 25,4, который является одним из самых больших показателей. Можно сделать вывод, что повышенная геомагнитная активность поло-

жительно влияет на прирост деревьев в годы аномалий.

Распределение галактических космических лучей накануне и в годы наибольших и наименьших величин прироста показано на рис. 8. Из него следует, что накануне anomalных величин прироста значения галактических космических лучей имеют больший диапазон различий. В период вегетации их величины меньше, особенно заметное снижение галактических космических лучей в период с апреля по август в годы больших приростов.

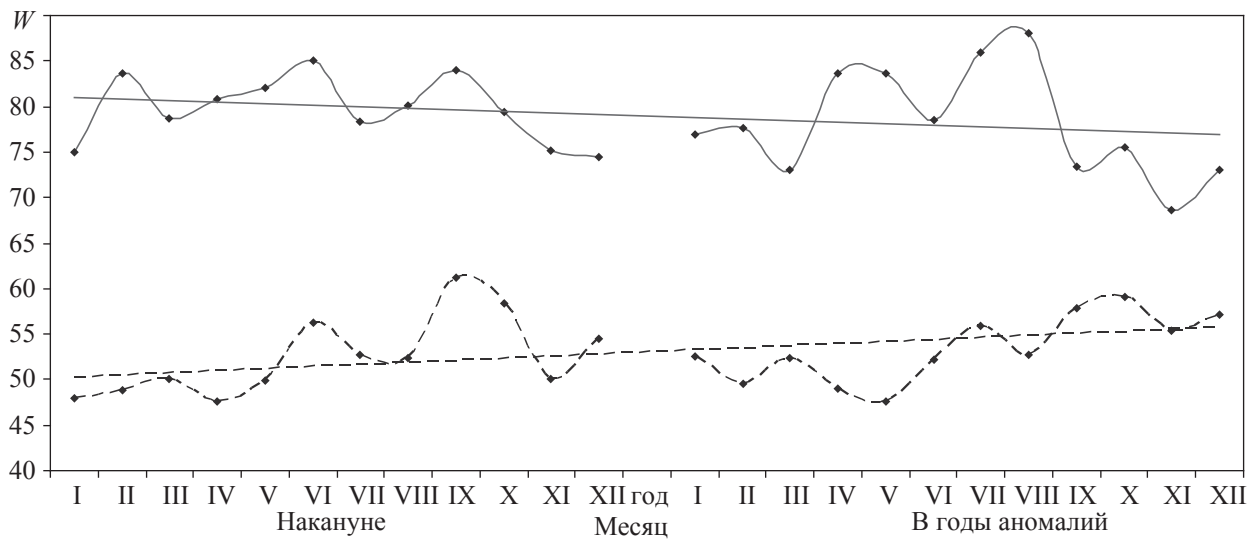


Рис.6. Средние месячные значения чисел Вольфа (W) накануне и в годы аномально больших (сплошная линия) и малых (пунктир) приростов деревьев

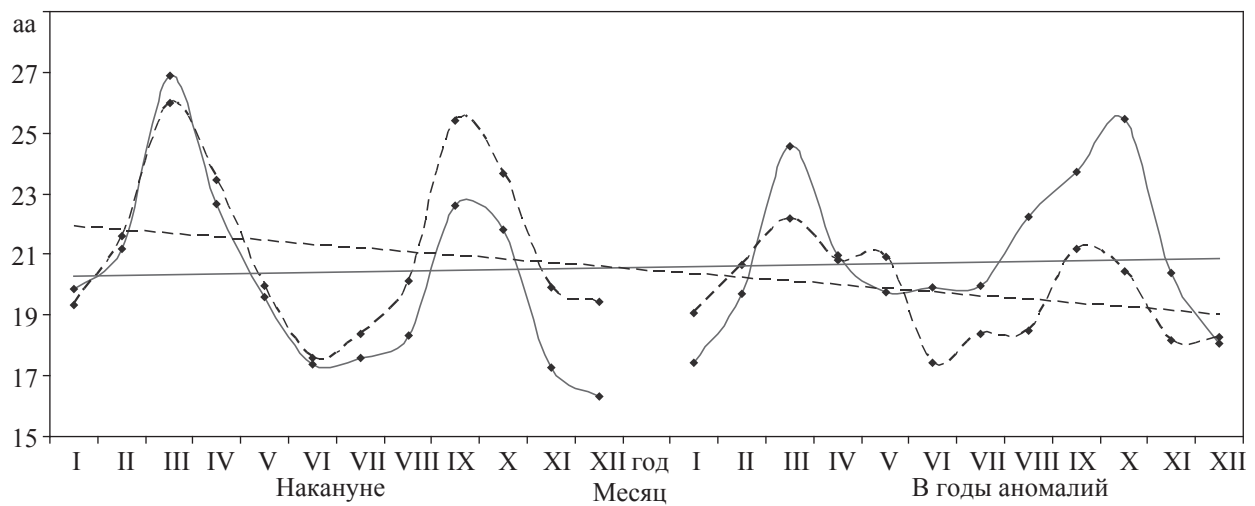


Рис. 7. Средние месячные значения индекса геомагнитной активности (aa) накануне и в годы аномально больших (сплошная линия) и малых (пунктир) приростов деревьев

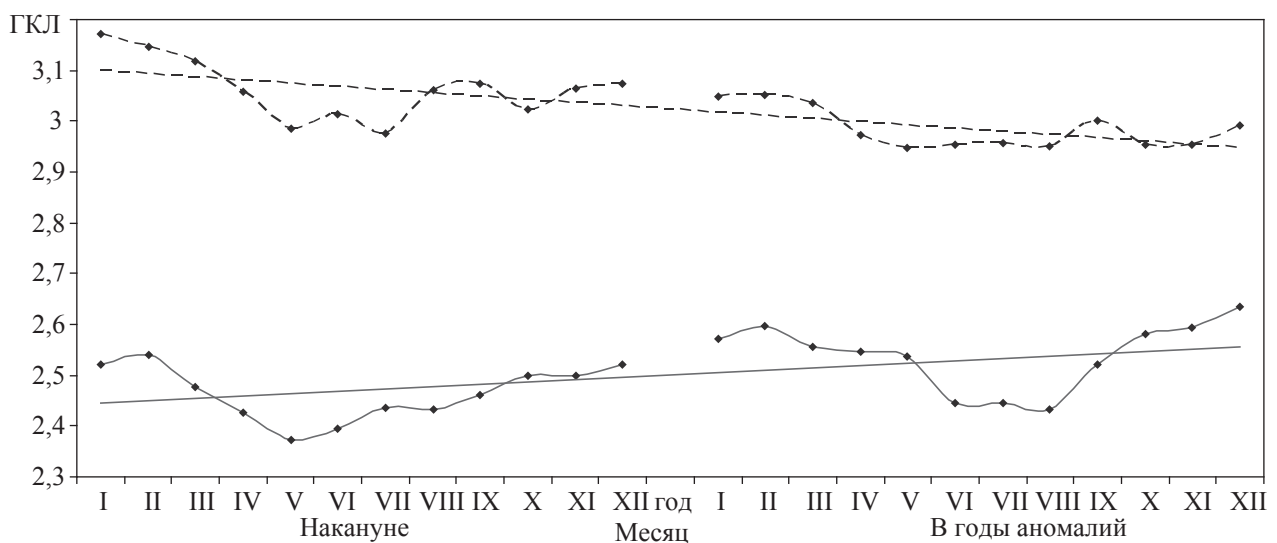


Рис. 8. Средние месячные значения галактических космических лучей (ГКЛ) накануне и в годы аномально больших (сплошная линия) и малых (пунктир) приростов деревьев

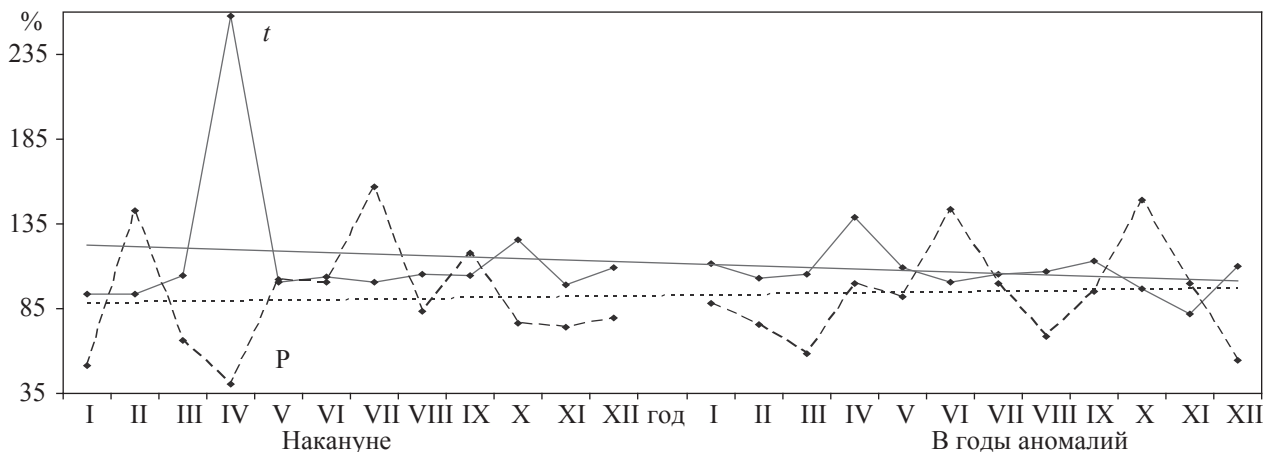


Рис. 9. Отношение температуры и осадков в годы с наибольшим к данным в годы с наименьшим приростом годичных колец

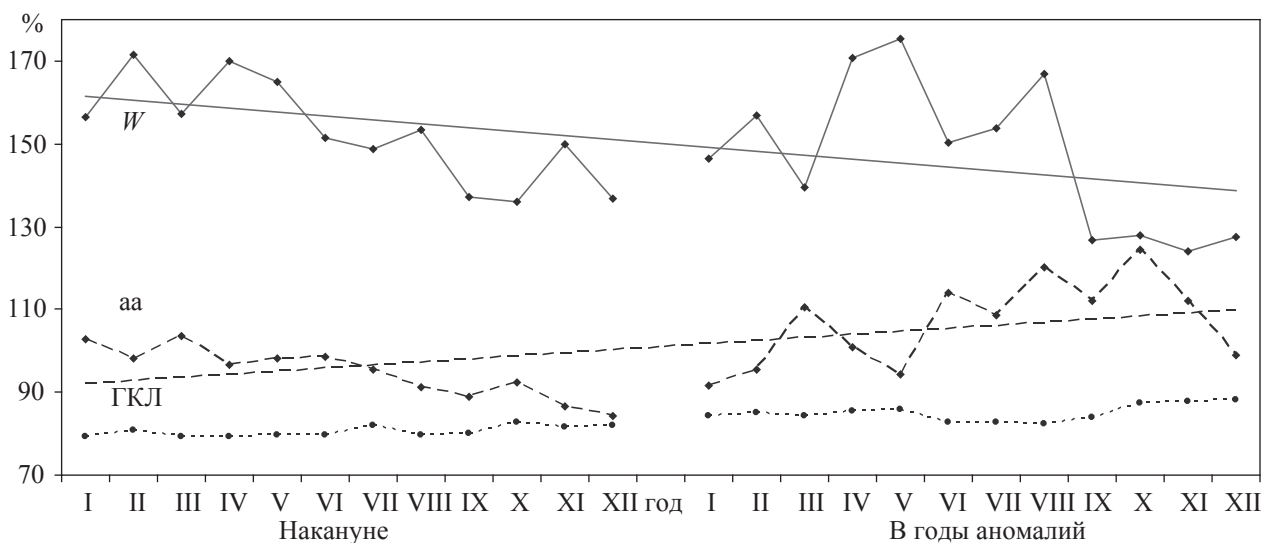


Рис. 10. Отношение солнечной (W) и геомагнитной активности (aa), галактических космических лучей (ГКЛ) в годы с наибольшим к данным в годы с наименьшим приростом годичных колец

Следует подчеркнуть, что снижение ГКЛ происходит синхронно с увеличением солнечной активности (рис. 6).

Для получения представлений о диапазоне различий факторов среды в годы противоположных аномалий выполнены расчеты отношений их характеристик в годы максимумов к данным в годы минимумов (рис. 9,10). Анализ распределения соотношения температуры и осадков показывает, что наибольший диапазон различий прослеживается в температуре накануне в апреле и равен 257,7 %. В годы аномалий температуры воздуха не имеют таких амплитуд и колеблются от 138,8 в апреле и до 82 % в ноябре. В изменении осадков наибольшие амплитуды также прослеживаются накануне дат аномальных приростов (40,1–156,9 %). В годы аномалий

их значения имели несколько меньший диапазон различий (54,6–148,7 %).

На рис. 10 представлены отношения солнечной и геомагнитной активности, галактических космических лучей, на котором ось значений различий дана в одном масштабе, что позволяет видеть наличие наибольших амплитуд солнечной активности, затем геомагнитной активности и наименьшими амплитудами характеризуются галактические космические лучи. К числу их особенностей следует отнести существенные внутригодовые различия в активности Солнца в годы аномалий, которые достигают максимального значения в мае в годы аномалий 175,5 %. Они находятся в противофазе с геомагнитной активностью, имеющей также наибольшие амплитуды колебаний в годы аномалий.

Галактические космические лучи накануне и в годы аномалий не имеют выраженных внутригодовых колебаний, но имеют тенденцию к увеличению в годы аномалий, изменяясь в пределах накануне 79–82 % и в годы аномалий 82–88 %.

Проведенный анализ факторов среды накануне и в годы аномального прироста сосны корейской, ели аянской и пихты белокорой дает возможность проследить, насколько велико значение внутригодового перераспределения метеорологических и гелиофизических характеристик природной среды для роста деревьев во время их относительного покоя и в период вегетации.

Пока нет достоверного подтверждения разделения прямого и опосредованного влияния проанализированных факторов, что не исключает возможности прямых воздействий гелиофизических факторов на прирост деревьев.

Благодарности: Комаровой Татьяне Александровне, доктору биологических наук, профессору за консультации и сотрудничество в период сбора материалов для этой работы. БПИ ДВО РАН г. Владивосток.

Пальчикову Сергей Борисовичу (кандидату с.х. наук) и Румянцеву Денису Евгеньевичу (кандидату сельскохозяйственных наук) за предоставленную возможность обрабатывать материал в лаборатории «Здоровый лес».

Дергачеву Валентину Андреевичу, доктору физ.-мат. наук, профессору за предоставление архивных материалов по солнечной и геомагнитной активности, галактическим космическим лучам. ФТИ РАН Санкт-Петербург.

Библиографический список

1. Гвоздецкий, Н.А. Физическая география СССР. Азиатская часть / Н.А. Гвоздецкий, Н.И. Михайлов. – М.: Высшая школа, 1987. – 448 с.
2. Жильцов, А.С. Гидрологическая роль горных хвойно-широколиственных лесов Южного Приморья / А.С. Жильцов. – Владивосток: «Дальнаука», 2008. – 331 с.
3. Колесников, Б.П. Кедровые леса Дальнего Востока / Б.П. Колесников. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1956. – 261 с.
4. Комарова, Т.А. Материалы к характеристике послепожарного лесовосстановительного ряда лещинного кедровника с темнохвойными / Т.А. Комарова, Н.В. Ловелиус, С.А. Ахмедьянов. – Владивосток: «ВИНИТИ». 1990. – 56 с.
5. Комарова, Т.А. Послепожарные сукцессии в лесах Южного Сихотэ-Алиня. – Т.А. Комарова. Владивосток: «Дальнаука» ДВО РАН, 1992. – 223 с.
6. Комарова, Т.А. Индикация природных процессов в лесах среднегорного пояса Южного Сихотэ-Алиня / Т.А. Комарова, Н.В. Ловелиус, А.С. Жильцов. – Владивосток: «Дальнаука», 2009. – 200 с.
7. Кудинов, А.И. Широколиственно-кедровые леса Южного Приморья и их динамика / А.И. Кудинов. – Владивосток: «Дальнаука», 2004. – 368 с.
8. Ловелиус, Н.В. Изменчивость прироста деревьев. Дендроиндикация природных процессов и антропогенных воздействий / Н.В. Ловелиус. – Л.: «Наука», 1979. – 232 с.
9. Ловелиус, Н.В. Прирост деревьев в Южном Сихотэ-Алине и факторы среды / Н.В. Ловелиус, Т.А. Комарова // Лесные экосистемы Северо-Восточной Азии и их динамика. Материалы международной конференции 22–26 августа Владивосток. 2006. – С. 119–121.
10. Ловелиус, Н.В. Дендроиндикация условий произрастания *Pinus Kogaiensis* Siebold et Zucc. в Южном Сихотэ-Алине / Н.В. Ловелиус, Т.А. Комарова, Вон-Кей Пак и др. // Общество. Среда. Развитие. – 2007. – № 1. – С. 121–132.
11. Таранков, В.И. Введение в дендроклиматологию Дальнего Востока. Гидроклиматические исследования в лесах советского Дальнего Востока / В.И. Таранков. – Владивосток, 1973. – С. 7–23.

РОСТ ПИХТЫ БЕЛОКОРОЙ В ЮЖНОМ СИХОТЭ-АЛИНЕ И ФАКТОРЫ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

Н.В. ЛОВЕЛИУС, ведущий научный сотрудник Института озераведения РАН, вице-президент Петровской академии наук и искусств, доктор биол. наук,
А.Д. ТРОФИМОВА, асп. РГПУ им. А.И. Герцена

Материалы для анализа радиального прироста пихты белокорой (*Abies nephrolepis* (Trautv.) Maxim.) были собраны в 2008 г. на территории Верхнеуссурийского

биогеоценотического стационара Биолого-почвенного института ДВО РАН, расположенного в бассейне р. Правая Соколовка (приток IV порядка р. Уссури) в пределах высотных

отметок от 440 до 1108 м над ур.м. и занимающего площадь около 4,5 тыс. га. По природным характеристикам территория стационара типична для среднегорного пояса Южного Сихотэ-Алиня и служит своеобразным эталонным южной тайги с господством широколиственно-кедровых и пихтово-еловых лесов [1, 2]. На территории стационара с 1973 г. ведутся комплексные стационарные исследования лесных экосистем на постоянных и временных пробных площадях [1–7, 9].

В задачи настоящего сообщения входило проследить особенности формирования радиального прироста пихты белокорой и выявить доминирующие факторы влияния окружающей среды.

Исследования проводились в бассейне ручья Березовый на ЗЮЗ склоне от 600–700 м над у.м. В средней и верхней части этого склона была заложена постоянная пробная площадь в 1974 г. № 3, занимающая площадь 0,5 га. Ее характеризует мелкотравно-осочковый разнокустарниковый кедровник с елью и липой, восстановившийся после пожара, прошедшего около 210 лет назад.

Древесный полог состоит из двух ярусов. В первом ярусе 20–25 м высотой и 35–45 см диаметром абсолютно преобладает сосна корейская (*Pinus koraiensis*), а в качестве единичной примеси встречаются ель аянская (*Picea ajanensis*), береза желтая (*Betula costata*) и липа Таке (*Tilia taquetii*). Сомкнутость крон 0,7, полнота 0,5, запас 256,6 м³/га, бонитет III. Общее число стволов 252 на 1 га, из них 210 приходится на сосну корейскую. Во втором ярусе 12–19 м высотой и 13–18 см диаметром преобладает пихта белокорая, в меньшей степени представлены сосна корейская и клен мелколистный (*Acer mono*), редко встречаются ель аянская, липа Таке и береза желтая. Сомкнутость крон второго яруса – 0,3, полнота 0,4, запас – 80 м³. Общее число стволов 418, из них 122 принадлежит пихте.

Естественное возобновление древесных пород достаточно обильное, в мелком подросте (до 50 см) и общей численностью 9,3 тыс. экз./га преобладает сосна корейская, в меньшей степени представлены клен мелколистный, пихта белокорая и ель аянская; средний подрост (51–130 см) общей численностью

3,1 тыс. экз./га в наибольшей степени представлен сосной корейской и кленом мелколистным и в меньшей степени пихтой белокорой и липой Таке. В крупном подросте выше 130 см общей численностью 3,8 тыс. экз./га в наибольшей степени представлены пихта, липа Таке, сосна корейская и клен мелколистный.

Подлесок хорошо развит, неравномерный, общее проективное покрытие 40–60%. Преобладающие виды: *Corylus mandshurica*, *Eleutherococcus senticosus*, *Schizandra chinensis*.

Травяной покров развит слабо, неравномерный, общее покрытие его составляет 25–30%, представлен *Carex ussuriensis*, *Thalictrum filamentosum*, *Maiantemumbifolium*. Мохово-лишайниковый ярус не выражен.

На пробной площади были взяты керны с 13 деревьев пихты белокорой. Средняя высота – 21,6 м, средний диаметр у корневой шейки ствола – 38,1 см, на высоте груди – 31,3 см, средняя высота взятия керна – 0,2 м над корневой шейкой ствола

Методика взятия образцов, проведения измерений и статистической обработки годичных колец была описана ранее [1, 4].

У каждого модельного дерева были взяты буравом Пресслера по три керна выше корневой шейки ствола. Измерения годичных колец пихты белокорой выполнены под бинокулярным микроскопом МБС – 1 в единицах шкалы окуляр-микрометра с последующим переводом их в доли миллиметра (при значении в 1 мм = 20 единиц шкалы).

По данным табл. 1 построена дендрограмма пихты белокорой (мм) рис. 1.

На дендрограмме не прослеживается так называемая «кривая большого роста», что является показателем роста пихты в критических условиях. Для выявления годичной изменчивости прироста использовали нормирование измерений от 10-летней средней и получили индексы прироста, на основе которых построена дендрограмма (рис. 2) и выбраны годы с большими и малыми приростами (табл. 2).

Выборка дат наибольших отклонений (аномальных) показала, что отношение их средних значений достигает 238% при минимальном значении индекса 46,3% (1942 г.) и максимальном 180,2% (1959 г.).

Прирост пихты белокорой (мм) на пр. пл. № 3 Верхнеуссурийского стационара

Годы	1870	1880	1890	1900	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000
0	0,43	0,11	0,14	0,13	0,13	0,14	0,42	0,33	0,61	0,92	1,73	1,52	1,31	0,93
1	0,48	0,1	0,15	0,13	0,12	0,17	0,41	0,28	0,46	0,86	1,79	1,5	1,33	0,88
2	0,28	0,13	0,13	0,14	0,14	0,2	0,4	0,24	0,4	0,85	1,84	1,44	1,35	1,04
3	0,29	0,1	0,09	0,13	0,17	0,17	0,44	0,31	0,3	0,88	1,68	1,25	1,26	0,64
4	0,29	0,13	0,18	0,13	0,14	0,21	0,44	0,42	0,27	0,95	1,58	1,08	1,31	0,71
5	0,21	0,1	0,15	0,13	0,13	0,23	0,35	0,63	0,32	0,96	1,54	1,25	1,32	0,66
6	0,13	0,1	0,13	0,11	0,12	0,32	0,32	0,83	0,49	0,98	1,6	1,34	1,21	0,76
7	0,13	0,1	0,11	0,11	0,13	0,39	0,29	0,81	0,63	1,12	1,61	1,5	1,04	0,64
8	0,13	0,12	0,11	0,11	0,12	0,4	0,26	0,76	0,68	1,25	1,57	1,36	1,09	0,63
9	0,14	0,16	0,13	0,13	0,14	0,4	0,28	0,54	0,91	1,52	1,61	1,29	0,94	

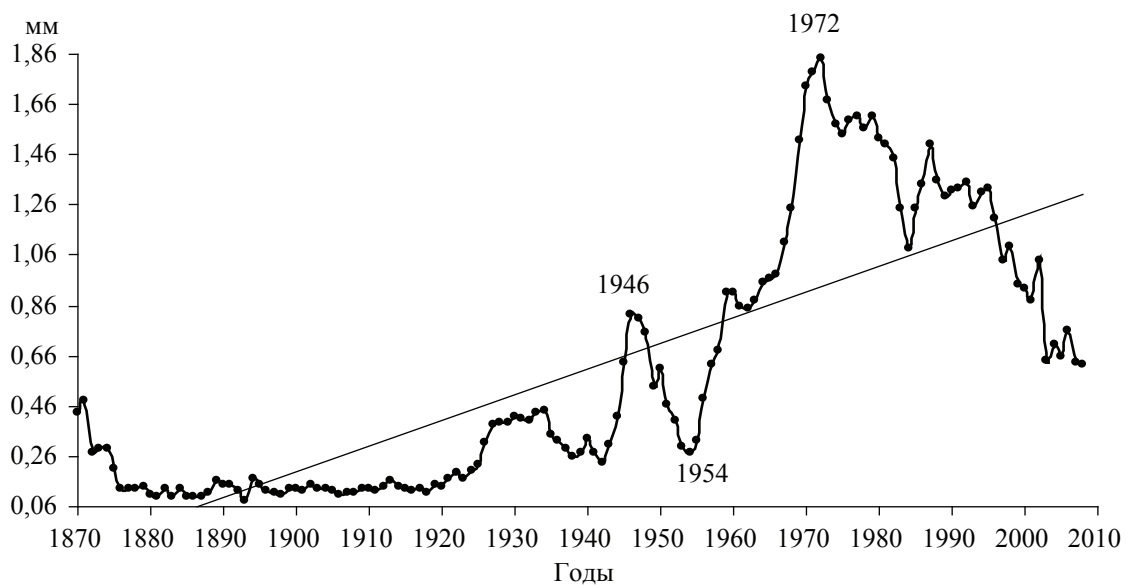


Рис. 1. Прирост пихты белокорой (мм) в 1870–2008 гг.

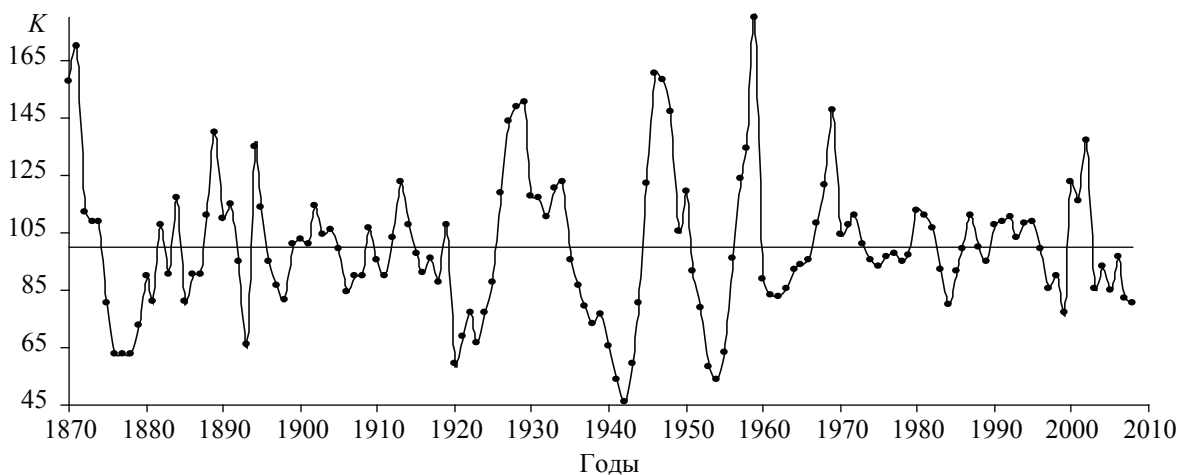


Рис. 2. Отклонения прироста годичных колец пихты белокорой от 10-летней календарной нормы (К %)

Для характеристики факторов природной среды использованы материалы наблюдений за температурой и осадками на стационаре (рис. 3 А и Б), а также данные солнечной и геомагнитной активности, галактических космических лучей [8].

Анализ распределения температуры воздуха (рис. 3 А) показывает, что в годы противоположных аномалий в распределении температуры различия слабо выражены, это наилучшим образом подтверждается их отношением (табл. 3).

Годы аномальных отклонений прироста пихты белокорой от 10-летней календарной нормы

№ п/п	Годы max отклонений	Индексы К %	Годы min отклонений	Индексы К %
1	1870	157,9	1877	63,0
2	1871	169,8	1878	63,0
3	1889	140,0	1923	66,9
4	1929	150,7	1939	76,8
5	1946	160,7	1941	54,2
6	1947	156,2	1942	46,3
7	1958	134,3	1954	54,1
8	1959	180,2	1955	63,5
9	1969	148,1	1984	79,9
10	2002	137,2	1999	77,3
среднее		153,5		64,5

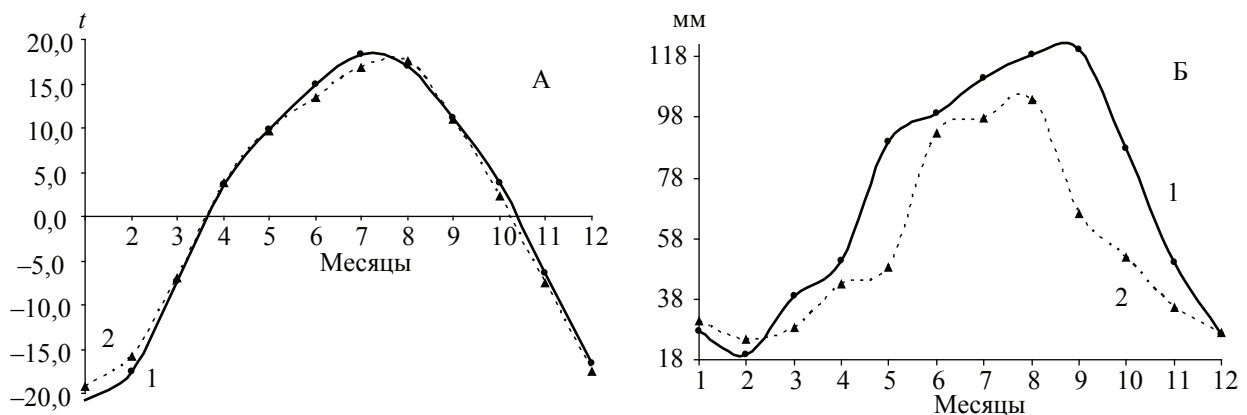


Рис. 3. Температура воздуха (А) и осадки (Б) на Верхнеуссурийском стационаре в годы больших (1) и малых (2) приростов пихты

Внутригодовое распределение осадков в годы противоположных аномалий четко выражено (рис. 3 Б). Наибольшие значения их наблюдаются в марте, мае и сентябре.

О распределении космических параметров среды можно судить более определенно: высокая геомагнитная и солнечная активность (рис. 4, 5) стимулируют рост деревьев, а избыточный приток галактических космических лучей имеет противоположное влияние.

Во внутригодовом распределении геомагнитной активности отчетливо выражен сезонный ход с максимумами в марте и сентябре и минимумом в июне (рис. 4), в изменении солнечной активности и притоке галактических космических лучей к границе атмосферы сезонный ход не выражен (рис. 5).

В связи с наибольшими и устойчивыми различиями характеристик солнечной активности в годы противоположных аномалий (табл. 3) проведен анализ изменений прироста пихты относительно реперов 11-летнего цикла солнечной активности.

На рис. 6 приведены результаты расчетов индексов прироста пихты за 12 циклов по методу наложенных эпох [7], подтверждающие достоверность значения солнечной активности в формировании прироста пихты (рис. 5, табл. 3).

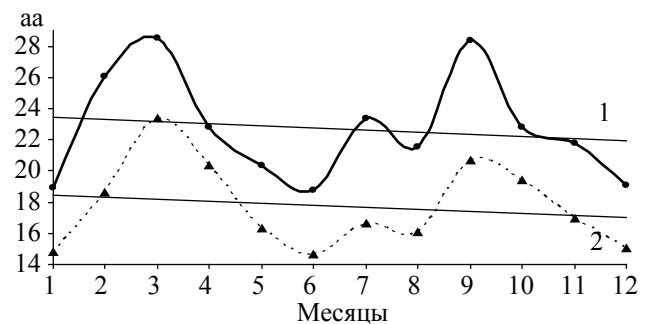


Рис. 4. Геомагнитный индекс aa в годы больших (1) и малых (2) приростов пихты

Факторы среды в годы anomalно больших и малых приростов пихты белокорой*

		Температура воздуха											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
°C	max	-20,8	-17,6	-7,4	3,6	9,7	14,8	18,2	17,0	11,2	3,8	-6,4	-16,6
	min	-19,3	-15,9	-6,9	3,7	9,5	13,4	16,7	17,6	10,9	2,2	-7,6	-17,6
	отнош	107,8	110,7	107,2	97,3	102,1	110,4	109,0	96,6	102,8	172,7	84,2	94,3
		Осадки, мм											
мм	max	27,5	19,9	38,9	50,4	90,1	99,5	110,9	118,5	120,3	87,9	49,9	26,1
	min	30,9	24,6	28,8	43,0	48,5	92,5	97,9	103,6	66,1	51,8	35,4	27,1
	отнош	89,0	80,9	135,1	117,2	185,8	107,6	113,3	114,4	182,0	169,7	141,0	96,3
		Солнечная активность – числа Вольфа											
W	max	101,8	104,1	119,1	117,9	123,3	112,3	110,9	125,1	110,9	107,2	76,2	111,6
	min	33,6	36,4	35,9	37,1	41,6	41,7	37,4	36,1	36,2	36,7	41,9	29,3
	отнош	303,0	286,0	331,8	317,8	296,4	269,3	296,5	346,5	306,4	292,1	181,9	380,9
		Геомагнитная активность – индекс aa											
aa	max	18,9	26,0	28,5	22,8	20,3	18,8	23,4	21,6	28,4	22,8	21,8	19,1
	min	14,8	18,6	23,4	20,4	16,3	14,6	16,6	16,1	20,7	19,4	17,0	15,1
	отнош	127,7	139,8	121,8	111,8	124,5	128,8	141,0	134,2	137,2	117,5	128,2	126,5
		Галактические космические лучи – ГЭВ											
ГКЛ	max	8691	8718	8732	8697	8660	8604	8589	8537	8625	8602	8572	8579
	min	8810	8853	8844	8812	8721	8759	8804	8798	8831	8787	8720	8771
	отнош	98,6	98,5	98,7	98,7	99,3	98,2	97,6	97,0	97,7	97,9	98,3	97,8

* жирным шрифтом выделены максимальные отклонения.

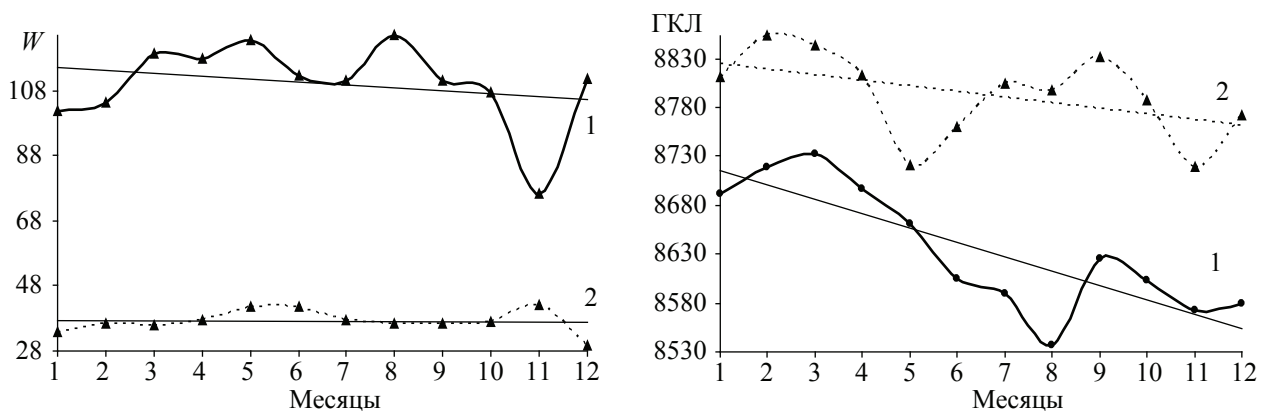


Рис. 5. Распределение солнечной активности (слева) и галактические космические лучи (справа) в годы anomalно больших (1) и малых (2) приростов пихты белокорой

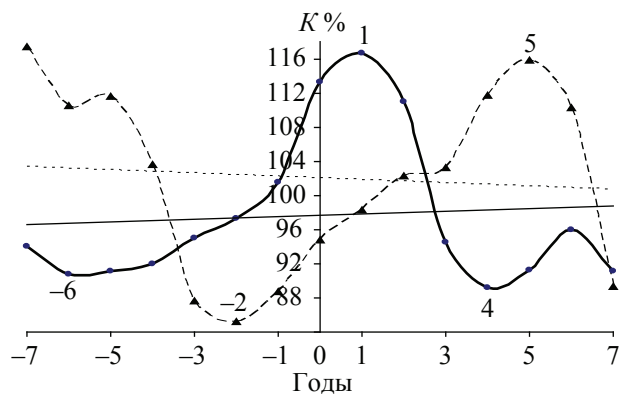


Рис. 6. Прирост пихты белокорой в 11-летнем цикле солнечной активности в эпохи максимумов (сплошная линия) и минимумов (пунктир)

Анализ прироста пихты в 15-летней матрице, когда за «0» год приняты даты максимумов и минимумов 11-летних циклов, дает возможность проследить изменения прироста за 7 лет до дат максимумов/минимумов и за 7 лет после их прохождения. Здесь уместно отметить, что в нашем построении отчетливо выявлены даты максимального и минимального прироста в эпохи максимумов/минимумов 11-летнего цикла при отсутствии какой-либо дополнительной обработки данных. Из полученных данных следует, что в эпохи максимума за 6 лет до его наступления и завершения

этой фазы на следующий год после максимума происходит увеличение и затем начинается снижение прироста еще в течение трех лет; в эпохи минимума отмечается противоположная последовательность изменений прироста, но минимальный прирост приходится на второй год, а фаза увеличения завершается на пятый год после прохождения минимума.

Использование дендроиндикации в исследовании изменчивости радиального прироста пихты в связи с факторами среды позволило:

- проследить особенности роста за период около 140 лет (1870–2008 гг.);
- выявить отдельные годы и периоды больших и малых величин прироста;
- определить диапазон колебаний локальных (температура и осадки) и глобальных (солнечная и геомагнитная активность, галактические космические лучи) факторов на формирование прироста деревьев;
- использовать даты реперов солнечной активности в 11-летнем цикле для прогноза внутривековых направленных колебаний прироста пихты.

Перечисленные результаты далеко не исчерпывают возможности дендроиндикации при изучении состояния лесных экосистем [10–12].

Библиографический список

1. Комарова, Т.А. Материалы к характеристике послепожарного лесовосстановительного ряда лещинного кедровника с темнохвойными / Т.А. Комарова, Н.В. Ловелиус, С.А. Ахмедьянов и др. – Владивосток: «ВИНИТИ». 1990. – 56 с.
2. Комарова, Т.А. Послепожарные сукцессии в лесах Южного Сихотэ-Алиня / Т.А. Комарова. – Владивосток: «Дальнаука» ДВО РАН. 1992. – 223 с.
3. Таранков, В.И. Введение в дендроклиматологию Дальнего Востока. Гидроклиматические исследования в лесах советского Дальнего Востока / В.И. Таранков. – Владивосток, 1973. – С. 7–23.
4. Ловелиус, Н.В. Изменчивость прироста деревьев. Дендроиндикация природных процессов и антропогенных воздействий / Н.В. Ловелиус. – Л.: Наука. 1979. – 232 с.
5. Кудинов, А.И. Широколиственно-кедровые леса Южного Приморья и их динамика / А.И. Кудинов. – Владивосток. «Дальнаука». 2004. – 368 с.
6. Ловелиус, Н.В. Прирост деревьев в Южном Сихотэ-Алине и факторы среды / Н.В. Ловелиус, Т.А. Комарова // Лесные экосистемы Северо-Восточной Азии и их динамика. Материалы международной конференции 22–26 августа, Владивосток. – 2006. – С. 119–121.
7. Ловелиус, Н.В. Дендроиндикация условий произрастания *Pinus Koraiensis* Siebold et Zucc. в Южном Сихотэ-Алине. Общество. Среда. Развитие / Н.В. Ловелиус, Т.А. Комарова, Вон-Кей Пак и др. – СПб.: «Астерион», 2007. – № 1. – С. 121–132.
8. Стожков, Ю.И. Потоки космических лучей в максимуме кривой поглощения в атмосфере и на границе атмосферы (1957–2007) / Ю.И. Стожков, Н.С. Свирижевский, Г.А. Базилевская. – М., 2007. – 77 с.
9. Жильцов, А.С. Гидрологическая роль горных хвойно-широколиственных лесов Южного Приморья / А.С. Жильцов. – Владивосток. «Дальнаука», 2008. – 331 с.
10. Ловелиус, Н.В. Становление дендроиндикации как направления научных и прикладных исследований / Н.В. Ловелиус. – СПб.: «Европейский дом». 2001. – 312 с.
11. Дендроиндикация // Энциклопедия лесного хозяйства. – М., 2006. – Т. 1. – С. 185–186.
12. Дендроиндикация // Российский гидрометеорологический энциклопедический словарь. – СПб.: «Летний сад», 2008. – Т. 1. – С. 241.

СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ ЕЛИ В ПЛАНТАЦИОННЫХ КУЛЬТУРАХ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

С.А. КОРЧАГОВ, доц. каф. лесного хозяйства Вологодской государственной молочнохозяйственной академии им. Н.В. Верещагина, канд. с.-х. наук,

С.Е. ГРИБОВ, доц. каф. лесного хозяйства Вологодской государственной молочнохозяйственной академии им. Н.В. Верещагина, канд. с.-х. наук

Р.В. ЩЕКАЛЕВ, директор департамента ЗАО «Синтезморнефтегаз», канд. биол. наук

kaf_leshoz@mail.ru

Леса Европейского Севера на протяжении многих десятилетий являлись объектом экстенсивной эксплуатации, что вызвало ухудшение их породно-качественного состава

и уменьшение доли хвойных насаждений в транспортно- и экономически доступной части лесного фонда. Наличие развитой инфраструктуры, значительные производс-

твенные мощности и внедрение новых лесоперерабатывающих производств, близость к экспортным рынкам сбыта способствуют увеличению спроса на определенные виды сортиментов соответствующего качества. Вопрос обеспечения доступным и качественным древесным сырьем в настоящее время приобретает особую актуальность. Одним из выходов в сложившейся ситуации может быть создание плантационных культур с ориентацией процесса лесовыращивания на получение целевых видов сортиментов определенного качества.

Отличительной особенностью плантационного лесовыращивания является форсированный рост деревьев, что не может не отразиться на качестве формирующейся древесины. В связи с этим количественные показатели урожая древесины на плантациях не могут рассматриваться без учета его качества. «Требования к качеству получаемой на плантациях древесины не могут быть оставлены в пренебрежении» [9].

Плантационная (промышленная) форма ведения лесного хозяйства в недавнем прошлом получила развитие на территории Вологодской области в связи с дефицитом древесного сырья для целлюлозно-бумажной промышленности.

За 15-летний период в регионе заложено более 2 тыс. га плантационных культур ели, однако начиная с 1996 г. создание культур плантационного типа полностью прекращено (табл. 1).

Рекомендации по закладке промышленных плантаций ориентированы на получение максимального объема балансовой древесины с единицы площади, что отвечает требованиям искусственного лесовыращивания с экономической точки зрения. Однако целлюлозно-бумажная промышленность предъявляет особые требования к качеству древесного сырья, и главным образом к плотности древесины, в связи с чем такого

рода оценка имеет особый практический интерес.

Суть рассматриваемого ниже вопроса о качестве древесины на плантациях заключалась в определении ее свойств с целью выявления возможности (целесообразности) использования этой древесины для получения целлюлозы. В качестве рабочей гипотезы выдвинуто предположение о формировании в условиях плантаций древесины с широкими годичными слоями, что может отразиться на показателях качества.

Исследованиями охвачены плантационные культуры ели на территории Кадниковского лесхоза Вологодской области (южная подзона тайги), целью закладки которых являлось создание постоянной лесосырьевой базы для Сокольского целлюлозно-бумажного комбината. Следует отметить транспортную доступность плантаций и их близость к потребителю сырья, что является одним из основополагающих принципов плантационного лесовыращивания.

Культуры созданы в 1988–1989 гг. на вырубке из-под ельника черничного. На первом из обследованных участков посадка производилась 3-летними сеянцами в пласты, подготовленные плугом-канавокопателем ПКЛН-500А. Ширина раскорчеванных полос составляла 10 м, первоначальная густота в среднем – 3 тыс. шт./га. В валах, образовавшихся в результате сгребания пней и порубочных остатков, возобновились лиственные породы (осина, береза, ива, ольха).

На втором участке посадка произведена 4-летними сеянцами по микроповышениям, подготовленным плугом ПЛД-1,2 по раскорчеванным полосам шириной 40–50 м. Первоначальная густота посадок составила 3500 шт./га. В междурядьях осуществлен высеv люпина многолетнего. Технология создания культур на третьем участке аналогична, однако в 2000–2001 году культуры обработаны арборицидом «Раундап».

Т а б л и ц а 1

Объемы закладки плантационных культур ели в Вологодской области, га [2]

Объемы закладки культур по периодам			Всего
1981–1985 гг.	1986–1990 гг.	1991–1995 гг.	
220	1322	612	2154

Таксационная характеристика 20-летних плантационных культур ели*

№ участка	Состав	Густота в настоящее время, шт./га	Средние		Класс бонитета	$P_{отн.}$	$M, м^3/га$
			$D, см$	$H, м$			
Посадка семян по пластам плуга-конавокопателя ПКЛН-500А							
1	10Е	2900	6,1	7,0	II	0,8	51
Посадка семян по микроповышениям плуга ПЛД – 1,2 с высевом люпина							
2	10Е	3100	6,0	5,5	III	0,7	35
Посадка семян по микроповышениям плуга ПЛД – 1,2 с высевом люпина и применением раундапа							
3	10Е	2300	6,2	5,7	III	0,6	32

* Приведены средние данные по пробным площадям для каждого варианта культур

Натурное обследование участков проводилось на пробных площадях, заложенных с учетом основных положений ОСТ 56-69-83 [7]. Из числа 15 средних модельных деревьев осуществлен отбор кернов на высоте 1,3 м в направлении север–юг. Определение ширины годичных слоев и содержания поздней зоны проведено на кернах с учетом положений ГОСТ 16483.18-85 [4], базисной плотности древесины – в соответствии с ГОСТ 16483.1-84 [3]. Экспериментальные данные обработаны методами вариационной статистики с использованием рекомендаций И.И. Гусева [5].

По нашим данным, к 20-летнему возрасту в рядах плантационных культур сформировались чистые древостои ели (табл. 2).

Средний диаметр стволов культивируемой ели достиг 6,0–6,2 см, существенно не различаясь по вариантам. Наметившееся преимущество на третьем участке может быть вызвано формированием насаждения меньшей густоты.

Посадки ели в почву, обработанную плугом ПКЛН-500А, обеспечили формирование культур большей высоты. Аналогичные выводы по данным участкам культур в 10–11-летнем возрасте были сделаны Н.А. Бабичем, Н.П. Гаевским, О.А. Конюшатовым [1]. Культуры ели по пластам плуга ПКЛН-500А по их высоте оценивались выше II класса качества, по микроповышениям плуга ПЛД-1,2 – не соответствовали требованиям ни I, ни II класса. Одной из причин снижения высоты культур может выступать побивание ели заморозками на ранних этапах формирования. Следует отметить, что по этой же причине у ели развивается многовершинность, что снижает технические качества древесины. По всей видимости,

создавать в данных условиях плантационные культуры ели без применения средств защиты от заморозков нецелесообразно.

Следует обратить особое внимание на текущий бонитет насаждения, изменяющийся в нашем случае от II до III класса. Именно этот показатель при соблюдении технологических регламентов по закладке и выращиванию плантаций значительно больше всех влияет не только на урожаи древесины, но и на количество получаемой целлюлозы. При 100 % выходе целлюлозы в 50-летних плантациях ели I_a класса бонитета, в древостоях I, II, III классов бонитета ее выход составит лишь 76, 57 и 31 % соответственно [9]. В связи с этим создание плантаций на балансы следует приурочивать к территориям, где по условиям климата и почвы в принципе возможно выращивание насаждений высших классов бонитета, что позволит повысить эффективность ускоренного лесовыращивания.

Анализируя результаты исследований макростроения древесины ели можно заключить, что средняя ширина годичного слоя как один из показателей степени благоприятности условий местопроизрастания для данной древесной породы изменяется в рассмотренных вариантах от 1,5 до 2,1 мм (табл. 3).

Наблюдается абсолютное преимущество по этому показателю в посадках по микроповышениям с высевом люпина и применением раундапа (участок 3). Существенность различий доказана между всеми вариантами ($t_{факт.} \geq 3,1$ при $t_{ст.} = 2,0$). Можно предположить, что положительное влияние в данном случае оказали высев многолетнего люпина на этом участке и отсутствие конкуренции со сторо-

ны лиственных пород вследствие их уничтожения арборицидами. Присутствие в междурядьях значительного количества ольхи и других лиственных пород в межполосном пространстве на первом и втором участках, по всей видимости, отрицательно отразилось на среднем годовом приросте культивируемой породы в этих вариантах.

Следует отметить, что ранее приведенные нами данные свидетельствуют о возможности формирования в близких лесорастительных условиях ельника кисличного древесины ели со средней шириной годового слоя до 2,5 мм, что в 1,2–1,7 раза превосходит показатели для древесины в исследованных нами плантационных культурах. Полученными результатами опровергается гипотеза о формировании в рассматриваемых плантационных культурах древесины с широкими годовыми слоями.

При таком ходе роста ели по диаметру следует констатировать факт увеличения возраста достижения целевого диаметра культивируемой породы на 4 – 22 года в сравнении с проектом (60 лет) [8], о чем свидетельствуют данные табл. 4.

Тем самым для рассматриваемых участков культур характерно нарушение одного из важных принципов плантационного лесовыращивания, предусматривающего максимизацию получаемого урожая древесины при параллельном сокращении оборотов рубки.

Содержание поздней древесины в годовых слоях ели изменяется в пределах 13,1–18,2 % (в среднем 15,7 %), что вполне согласуется с данными, опубликованными И.В. Шутовым и др. [9] по плантационным культурам ели в возрасте до 30 лет. Отмечается достоверное различие в содержании поздних зон в древесине ели, выращиваемой по микроповышениям плуга ПЛД-1,2 (участок 2), в сравнении с древесиной с участка 1 и 3 ($t_{\text{факт}} \geq 3,9$ при $t_{\text{ст.}} = 2,0$).

Опираясь на свои и почерпнутые в литературе экспериментальные данные, проф. О.И. Полубояринов основное внимание при оценке качества балансов предлагал уделять их плотности. В период проведения его исследований целлюлозно-бумажная промышленность страны использовала древесное сырье с показателями базисной плотности ели 0,346–0,395 г/см³.

Т а б л и ц а 3

Макроструктура и плотность древесины ели в промышленных культурах

Показатель*	Посадка семян по		
	пластам, подготовленным плугом ПКЛН-500А (участок 1)	микроповышениям, подготовленным плугом ПЛД-1,2	
		с высевом люпина (участок 2)	с высевом люпина и применением раундапа (участок 3)
Средняя ширина годового слоя, мм	1,5±0,05	1,7±0,03	2,1±0,04
Процент поздней древесины, %	17,0±0,8	13,1±0,6	18,2±0,6
Базисная плотность, г/см ³	0,374±0,016	0,307±0,013	0,307±0,006

* В общей сложности обследовано 165 ядер древесины ели

Т а б л и ц а 4

Возраст выращивания древесного сырья на балансы целевого диаметра в плантационных культурах южной подзоны тайги*

№ участка	Целевой диаметр на высоте 1,3 м, см	Среднее число слоев в 1 см радиуса, шт.	Возраст выращивания до высоты 1,3 м, лет	Возраст выращивания, лет
1	22,0	6,7	8,5	82
2		5,8	10,9	74
3		4,8	10,9	64

*Расчеты произведены на основе методики определения технической спелости по целевому диаметру в соответствии с [6]. Возраст выращивания ели до высоты 1,3 м в посадках принят по данным [1]

Полученные в результате наших исследований данные указывают, что средние показатели плотности древесины ели в плантационных культурах 20-летнего возраста не всегда укладываются в указанные пределы. Формирование древесины такой плотности ($0,374 \text{ г/см}^3$) характерно лишь для одного из рассмотренных участков (участок 1). Превышение по плотности древесины в сравнении с другими участками является статистически обоснованным ($t_{\text{факт.}} \geq 3,2$ при $t_{\text{ст.}} = 2,0$). Следствием низкой плотности древесины ели на втором и третьем участках будет являться снижение выхода целлюлозы при использовании такого древесного сырья, что также не может отвечать основополагающим принципам плантационного лесовыращивания.

В заключение следовало бы отметить, что в действующих национальных стандартах на древесное сырье для целлюлозно-бумажной промышленности не предусмотрены ограничения по исследованным характеристикам древесины. Не акцентируется внимание на этих показателях и в проектной документации по созданию и выращиванию плантационных культур. Однако проведенный эксперимент показывает низкий прирост древесины ели и незначительную плотность, что, по сути своей, является нарушением основополагающих принципов плантационного лесовыращивания. Хочется надеяться, что в будущих нор-

мативных документах показателям качества древесного сырья для целлюлозно-бумажного производства и, главным образом, его плотности будет уделяться должное внимание.

Библиографический список

1. Бабич, Н.А. Культуры ели Вологодской области / Н.А. Бабич, Н.П. Гаевский, О.А. Конюшатов. – Архангельск: АГТУ, 2000. – 160 с.
2. Гиряев, М.Д. Лесопользование в России / М.Д. Гиряев. – М.: ВНИИЛМ, 2003. – 240 с.
3. ГОСТ 16483.1-84. Древесина. Метод определения плотности. – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 4 с.
4. ГОСТ 16483.18-85. Древесина. Метод определения числа годичных слоев в 1 см и содержания поздней древесины в годичном слое. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 4 с.
5. Гусев, И.И. Вариационная статистика: учебное пособие / И.И. Гусев. – Архангельск: РИО АЛТИ, 1970. – 98 с.
6. Неволин, О.А. Лесоустройство / О.А. Неволин, С.В. Третьяков, С.В. Ердяков и др. – Архангельск: Правда Севера, 2003. – 583 с.
7. ОСТ 56-69-83. Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки. – М.: Изд-во стандартов, 1983. – 60 с.
8. Рабочий проект создания насаждений ускоренным выращиванием ели на балансовую древесину лесоводственными методами в Вологодском леспромхозе Вологодской области. Пояснительная записка. Том 1 / Гослесхоз. Всесоюзный государственный проектно-изыскательский институт. – М., 1988. – 106 с.
9. Шутов, И.В. Плантационное лесоводство / И.В. Шутов, И.А. Маркова, А.Я. Омеляненко и др. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2007. – 366 с.

ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕКРЕСТНОГО ДАТИРОВАНИЯ ХРОНОЛОГИЙ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ И ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ РАВНИНЫ

Д.Е. РУМЯНЦЕВ, доц. каф. селекции, генетики и дендрологии МГУЛ,
 О.Н. СОЛОМИНА, зам. директора Института географии РАН, член-корр. РАН,
 В.А. ЛИПАТКИН, зав. каф. экологии и защиты леса МГУЛ,
 В.В. МАЦКОВСКИЙ, асп. Института географии РАН,
 А.Е. КУХТА, вед. н. с. Института глобального климата и экологии Росгидромета и РАН,
 Д.К. НИКОЛАЕВ, н. с. Института лесоведения РАН

landgraph@list.ru; olgasolomina@yandex.ru; lipatkin@mgul.ac.ru; matskovsky@gmail.com; anna_koukhhta@mail.ru; dnicko@gagarinclub.ru

Дендрохронологическое датирование археологических и архитектурных объектов, а также природных процессов и форм рельефа (вулканические извержения, море-

ны, сели, лавины и пр.) один из наиболее эффективных подходов, который позволяет получать датировки с точностью до года и даже до сезона. Наиболее успешно он при-

меняется в горах и на северном пределе произрастания пород, а также в засушливых районах, где прирост деревьев в значительной степени определяется небольшим числом лимитирующих климатических факторов. Гораздо труднее иметь дело с дендрохронологическими объектами из центральных частей ареала, расположенных в зонах, близких к зоне экологического оптимума, где на прирост в равной мере может влиять целый ряд климатических факторов, а также фитоценоотические, генетические, антропогенные и др. Между тем, именно здесь, где издавна живут люди, существует большой археологический и архитектурный материал, который, с одной стороны, нуждается в датировании, с другой – может быть использован для создания сверхдлинных дендрохронологических шкал, которые в свою очередь могут быть полезны для климатических реконструкций.

«Археологические» хронологии европейской части России в настоящее время представляют собой локальные шкалы (т.е. построенные на материале одного объекта),

которые заканчиваются в позднем средневековье и не соединяются с хронологиями, построенными на основе живых деревьев (1, 2). В этой работе мы попытаемся оценить возможности перекрестного датирования сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и ели европейской (*Picea abies* (L.) Karst.) из разных местообитаний на европейской территории России в ее северной и центральной части. Это необходимая предпосылка для создания сверхдлинных хронологий и точного датирования археологического материала. В рамках этой задачи необходимо определить принципиальные возможности перекрестного датирования сосны и ели из разных местообитаний в условиях отсутствия одного ярко выраженного лимитирующего прирост фактора.

На первом этапе решения поставленной задачи рассмотрим изменчивость индексов радиального прироста сосны и ели на пробных площадях, расположенных в европейской части России в пределах 42–52° с.ш. и 23–43° в.д., за 1945–1999 гг. и ее согласованность во времени и пространстве.

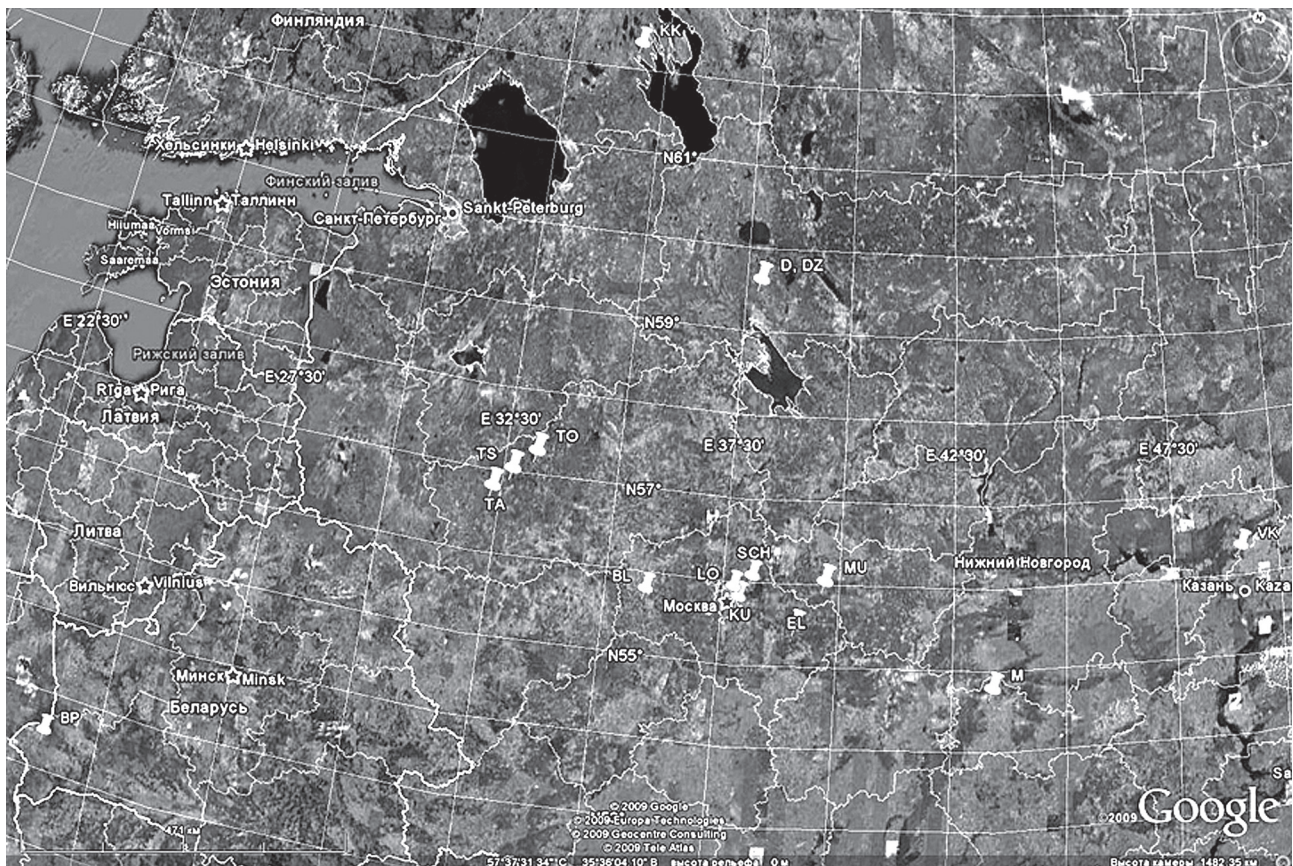


Рис. 1. Положение пробных площадей, использованных в работе (см. также табл. 1)

Характеристика пробных площадей

Название пробной площади	Аббревиатура	N	E	Тип леса	Число деревьев
Заповедник «Кивач», Южная Карелия	kks1	62°12'41,75''	34° 15'48,49''	Сосняк лишайниковый на скалах	46
Заповедник «Кивач», Южная Карелия	kks2	62° 12'41,75''	34° 15'48,49''	Сосняк сфагновый на берегу озера	20
Заповедник «Кивач», Южная Карелия	kks3	62° 12'41,75''	34° 15'48,49''	Сосняк черничный	23
Заповедник «Кивач», Южная Карелия	kks4	62° 12'41,75''	34° 15'48,49''	Сосняк сфагновый на верховом болоте	36
Заповедник «Кивач», Южная Карелия	kks5	62° 12'41,75''	34° 15'48,49''	Сосняк зеленомошный	48
Дарвинский заповедник, Вологодская обл.	dzs	59° 28'	37° 45'	Сосняк зеленомошный 21	15
Дарвинский 19, Вологодская обл.	ds	59° 28'	37° 45'	Сосняк зеленомошный	15
Осташков, Тверская область	tos	57° 08'23,46''	33° 07'30,71''	Сосняк зеленомошный	15
оз.Соблаго, Тверская область	tss	56° 52'17,50''	32° 35'03,82''	Сосняк зеленомошный	15
Г.Андреаполь, Тверская обл.	tas	56° 38'54,94''	32° 16'05,12''	Сосняк зеленомошный	15
Волжско-Камский заповедник	vks	56° 14'	48° 59'	Сосняк зеленомошный	36
Кузьминки, Москва	kus	55° 41'23	37° 47'05,64''	Сосняк зеленомошный	27
Щелковский учебно-опытный лесхоз, Московская обл.	schs	55° 57'	38° 03'	Сосняк зеленомошный	23
Бородинский лесхоз, Можайский район, Московская обл.	bls	55° 41'	35° 48'	Сосняк зеленомошный	66
Мордовский заповедник	ms1	54° 37'53,91''	43° 13'00,59''	Сосняк сфагновый	9
Мордовский заповедник	ms2	54° 37'53,91''	43° 13'00,59''	Сосняк беломошник	20
Мордовский заповедник	ms3	54° 37'53,91''	43° 13'00,59''	Сосняк ландышевый	28
Мордовский заповедник	ms4	54° 37'53,91''	43° 13'00,59''	Сосняк черничный	15
Заповедник «Кивач», Южная Карелия	kke1	62° 12'41,75''	34° 15'48,49''	Ельник зеленомошный	89
Заповедник «Кивач», Южная Карелия	kke2	62° 12'41,75''	34° 15'48,49''	Ельник на низовом (родниковом) болоте	13
Заповедник «Кивач», Южная Карелия	kke3	62° 12'41,75''	34° 15'48,49''	Ельник на верховом болоте	10
Дарвинский заповедник	dze1	59° 28'	37° 45'	Ельник зеленомошный 28	14
Дарвинский заповедник	dze2	59° 28'	37° 45'	Ельник зеленомошный 37	16
Центрально-Лесной заповедник	tsle1	56° 13'	32° 47'	Ельник зеленомошный	15
Центрально-Лесной заповедник	tsle2	56° 13'	32° 47'	Ельник сфагновый 17	15
Центрально-Лесной заповедник	tsle3	56° 13'	32° 47'	Ельник лещиновый	15
Егорьевский лесхоз, Московская обл.	ele	55° 23'	39° 02'	Ельник зеленомошный	30
Щелковский учебно-опытный лесхоз, Московская обл.	sche	55° 57'	38° 03'	Ельник зеленомошный	11
Бородинский лесхоз, Можайский район, Московская обл.	ble	55° 41'	35*48'	Ельник зеленомошный	12
НП «Лосиный остров»	loe	54*38'	43° 13'	Ельник зеленомошный	20
Мордовский заповедник	me1	54° 38'	43° 14'	Сосняк ландышевый	14
Мордовский заповедник	me2	54° 38'	43° 15'	Ельник черничный	10
Мордовский заповедник	me3	54° 38'	43° 16'	Ельник черничный	15
Мордовский заповедник	me4	54° 38'	43° 17'	Сосняк ландышевый	15
НП «Беловежская пуща»	bpe	52° 24'	23° 49'	Ельник зеленомошный	22

Код хронологии включает начальные буквы названия пробной площади; последняя буква означает s – сосна, e – ель

На рис. 1 и в табл. 1 приводится информация о положении пробных площадей, использованных для анализа в этой работе. Пробные площади закладывались в разных типах леса. Отбор кернов проводился на высоте 1,3 м по произвольно взятому радиусу. С каждого учетного дерева отбирался один kern древесины. Каждая пробная площадь включала не менее 12 учетных деревьев. Измерения ширины годичных колец велись с помощью МБС-10, с точностью не менее чем 0,05 мм. Для перекрестной датировки был использован разработанный во МГУЛ пакет программ GROWLINE (3). Все индивидуальные хронологии были проиндексированы отнесением ширины годичного кольца к средней ширине годичного кольца за последние пять лет, на основании индивидуальных хронологии были рассчитаны средние групповые хронологии. Данные о числе деревьев, использованных для построения каждой из обобщенных хронологий, приведены в табл. 1. В целом анализ основывается на данных, полученных на материале 808 учетных деревьев.

Традиционно для установления тесноты связи переменных в парных временных рядах используется корреляционный анализ. Результаты корреляционного анализа временных рядов индексов радиального прироста (хронологий) сосны отражает табл. 2, те же показатели для ели – табл. 3. Расчет коэффициента корреляции велся за период 1945–1999 гг., каждый временной ряд при этом включал 55 значений. При числе степеней свободы 54 и уровне доверительной вероятности 0,001 достоверны значения коэффициента корреляции от 0,33 (4).

На основе анализа табл. 2 можно установить, что наиболее тесная связь существует для хронологий одного вида, полученных из сходных условий произрастания, расположенных внутри одного региона (Карелия, Тверская область, Мордовия). Для наиболее удаленных географических точек согласованность в колебаниях прироста отсутствует. Например, хронологии сосны зеленомошной группы типов леса из наиболее северной точки (заповедник Кивач, Южная Карелия) и наиболее южной точки (Мордовский заповедник, Мордовия) демонстрируют полное отсутствие связи (коэффициент корреляции $R = 0,03$). Хронологии сосны из зеленомошной

группы типов леса наиболее западной точки (Тверская область) демонстрируют отсутствие связи в колебаниях прироста либо слабую отрицательную связь с колебаниями прироста в хронологии сосны из зеленомошной группы типов леса в крайней восточной точке (Волжско-Камский заповедник, республика Татарстан) (R меняется от $-0,07$ до $-0,37$).

В то же время для аналогичных хронологий ели зеленомошной группы типов леса этот показатель ($R = 0,40-0,43$) между хронологиями из Мордовии и Южной Карелии даже выше, чем для промежуточных по широте точек (Тверская область, Московская область). Так, для хронологии из зеленомошных ельников заповедника Кивач и зеленомошных ельников из Центрально-Лесного заповедника $R = 0,13$; для хронологии из зеленомошных ельников заповедника Кивач и зеленомошных ельников Подмосковья R меняется от 0,15 до 0,29; между колебаниями индексов прироста в зеленомошных ельниках заповедника «Кивач» и ельниках национального парка Беловежская пуща (Республика Беларусь) наблюдается слабая отрицательная связь ($R = -0,34$).

Важно подчеркнуть значимость такого фактора, как тип условий произрастания. Например, в условиях Мордовского заповедника корреляция между хронологиями из сосняка беломошного, сосняка ландышевого и сосняка черничного меняется в пределах 0,80–0,86. В то же время корреляция их с хронологией из сосняка сфагнового составляет 0,17–0,29. В условиях заповедника «Кивач» коэффициент корреляции между хронологиями сосны из зеленомошного типа леса и из беломошного типа леса составляет 0,59; а для хронологии из сосняков зеленомошных и сосняков сфагновых этот показатель равен 0,13. Таким образом, в разных частях ареала сфагновый тип условий произрастания характеризуется наиболее специфичным характером изменчивости прироста, чем в иные типы условий произрастания сосновых лесов.

Для хронологий ели из Центрально-Лесного заповедника не наблюдается столь резкой дифференциации тесноты корреляционной связи по типам условий произрастания: корреляция между хронологиями из ельника сложного и ельника зеленомошного составля-

ет 0,68, но при этом данные довольно тесно коррелируют с хронологией из ельника сфагнового ($R = 0,66$ и $R = 0,54$ соответственно). Сходные по характеру связи наблюдаются в условиях Южной Карелии, здесь коэффициент корреляции между хронологией ели из ельника зеленомошного и ельника сфагново-

го составляет 0,55; между хронологией ели из ельника зеленомошного и ельника на низовом болоте составляет 0,63. Таким образом, на основе имеющихся данных можно констатировать большую специфичность изменчивости прироста в сфагновых сосняках по сравнению со сфагновыми ельниками.

Т а б л и ц а 2

Значения коэффициентов корреляции между хронологиями сосны

Код	kks1	kks2	kks3	kks4	kks5	dzs	ds	Tos	tss	tas	vks	kus	sche	bls	ms1	ms2	ms3	ms4
kks1	1																	
kks2	0,4	1																
kks3	0,6	0,1	1															
kks4	0,5	0,1	0,5	1														
kks5	0,6	0,3	0,8	0,6	1													
dzs	-0	-0	-0	-0	-0	1												
ds	0,4	0,3	0,5	0,2	0,6	0	1											
tos	0,3	0,3	0,3	0,1	0,5	0,1	0,6	1										
tss	0,2	0,1	0,2	0	0,3	0,2	0,4	0,7	1									
tas	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,6	0,6	1								
vks	0,1	0,1	0,1	0,3	0,2	-0	-0	-0	-0	-0	1							
kus	-0	0,2	0,1	-0	0,1	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	-0	1						
sche	0,3	0,2	0,2	0	0,3	0,1	0,1	0,4	0,4	0,4	0,1	0,3	1					
bls	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3	-0	-0	0,4	0,1	0,4	0,2	0,2	0,3	1				
ms1	0	-0	0,2	0,4	0,3	-0	0,2	0,1	-0	0	0,1	-0	0	0,2	1			
ms2	0,1	0,1	-0	0	0,1	0,3	0,1	0,2	0	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3	1		
ms3	0,1	0,1	-0	0	0,1	0,5	0,2	0,3	0,2	0,2	0	0,3	0,3	0,2	0,2	0,8	1	
ms4	0,1	-0	-0	-0	0	0,2	-0	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4	0,1	0,2	0,9	0,8	1

Коды хронологий приведены в табл. 1

Т а б л и ц а 3

Значения коэффициентов корреляции между хронологиями ели

Код	kke1	kke2	kke3	dze1	dze2	tsle1	tsle2	tsle3	Ele	schs	ble	loe	me1	me2	me3	me4	bpe
kke1	1																
kke2	0,6	1															
kke3	0,6	0,3	1														
dze1	0,4	0,3	0	1													
dze2	0,4	0,4	0,1	0,7	1												
tsle1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,3	1											
tsle2	-0,1	-0,2	-0,1	0,1	0,1	0,5	1										
tsle3	-0	0	-0,1	0,2	0,2	0,7	0,7	1									
ele	0,3	0,3	0	0,1	0,3	0,4	0,1	0,2	1								
schs	0,2	0,2	-0,1	0	0,1	0,4	0,2	0,4	0,5	1							
ble	0,2	0,1	-0,1	0,1	0,3	0,5	0,3	0,5	0,5	0,6	1						
loe	0,3	0,2	-0	0	0,2	0,5	0,2	0,4	0,6	0,8	0,6	1					
me1	0,1	0,2	0	0	0,2	0,1	-0,3	-0,1	0,3	0	0,1	0,1	1				
me2	0,4	0,4	0,2	0,3	0,5	0,1	-0,1	0	0,6	0,3	0,3	0,5	0,5	1			
me3	0,4	0,3	0,1	0,2	0,3	0,1	-0,2	-0,1	0,6	0,4	0,2	0,4	0,4	0,7	1		
me4	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	-0,1	0,2	0,4	0,2	0,3	0,4	0,7	0,5	0,5	1	
bpe	-0,3	-0,1	-0,1	-0,1	0	0,2	0,2	0,3	0,1	0,1	0,2	0,2	-0,1	-0,1	-0,2	-0,1	1

Коды хронологий приведены в табл. 1

Хронологии из разных частей одного региона имеют между собой высокий уровень сопряженности в колебаниях индексов радиального прироста. Так, хронологии из сосны из зеленомошных сосняков разных частей Тверской области (г. Андреаполь, г. Осташков, окрестности оз. Соблаго) имеют довольно тесно сопряженные колебания индексов прироста ($r = 0,56 \dots 0,68$). Хронологии ели из разных районов Подмосковья дают между собой коэффициенты корреляции, меняющиеся примерно в тех же пределах: так, минимальный из имеющихся в таблице коэффициентов дают хронологии из зеленомошных ельников Егорьевского района (Восточное Подмосковье) и зеленомошных ельников Можайского района (Западное Подмосковье) ($R = 0,48$); тесная связь наблюдается между колебаниями прироста в ельниках Щелковского учебно-опытного лесхоза и ельниках национального парка «Лосиный остров» ($R = 0,81$).

Разные породы из одного региона в сходных условиях произрастания демонстрируют низкий уровень сходства в кратковременной изменчивости прироста. Так, коэффициент корреляции между хронологиями сосны и ели из зеленомошной группы типов леса составляет 0,05, т.е. связь между показателями отсутствует. Однако в сфагновом типе леса заповедника Кивач уровень сопряженности в колебаниях прироста у сосны и ели существенно выше ($R = 0,40$). В условиях Дарвинского заповедника корреляция между хронологиями сосны и ели из зеленомошной группы типов леса меняется в пределах 0,33 – 0,54. В условиях Мордовского заповедника сосна и ель в зеленомошной группе типов леса демонстрируют такой же уровень сходства в колебаниях прироста ($R = 0,50$).

В целом приведенный в таблице массив данных в результате анализа может дать и другие интересные результаты. Однако в данной статье одной из наших основных задач является предварительная оценка возможностей использования разнообразного археологического материала; взаимозаменяемости при построении сверхдолгосрочной «московской» дендрошкалы материала из разных регионов, разных типов условий произрастания и разных видов хвойных. В более узкой трактовке она сводится к выявлению хронологий,

демонстрирующих высокий уровень сходства с подмосковными хронологиями сосны и ели из зеленомошной группы типов леса.

Для хронологий ели зеленомошных ельников Подмосковья сопряженность, сопоставимую по тесноте связи с внутрирегиональной, демонстрируют хронологии из Тверской области ($R = 0,35-0,55$). Исключение составляют хронологии ели из зеленомошных ельников Егорьевского района Подмосковья. Для них обнаружена относительно высокая теснота связи с хронологиями ели из зеленомошных ельников Мордовского заповедника ($R = 0,60-0,62$).

Для хронологий сосны уровень обнаруженной в Подмосковье внутрирегиональной тесноты связи низкий ($R = 0,17-0,31$). С хронологиями из иных регионов наиболее тесная связь для подмосковных хронологий была обнаружена с хронологиями сосны из Тверской области ($R = 0,15-0,44$).

Приведенные данные свидетельствуют о том, что оценка сходства хронологий на основе значений коэффициента корреляции может служить базовым приемом для установления региональной и внутрирегиональной специфики в изменчивости прироста. Это имеет практический вывод в возможности отслеживания на основе корреляционных оценок сходства хронологий региона происхождения заготовленной древесины. Если же мы имеем в виду задачу построения сверхдолгосрочной «московской» хронологии, то для установления сходства между хронологиями в процессе перекрестной датировки использование коэффициента корреляции будет иметь ряд ограничений. При таком подходе надеяться на взаимозаменяемость материала из разных регионов, разных типов условий произрастания и разных видов хвойных нет никаких оснований.

Традиционно для процедуры перекрестной датировки хронологий используется не коэффициент корреляции, а коэффициент синхронности, который оценивает сходство в тенденции межгодовой изменчивости ширины колец. Результаты его расчета приведены в табл. 4 и 5. Для пары временных рядов коэффициент синхронности рассчитывается как отношение числа временных интервалов с однонаправленной реакцией прироста (5).

Т а б л и ц а 4

Значения коэффициентов синхронности между хронологиями

	tas	tss	tos	tsle	tsle2	tsle3	dze-1	dze-2	dzs	ds	loe	ele	schs	sche	kus	bls	ble
Loe	71	76	76	71	67	67	57	57	76	52	100	81	71	76	81	62	86
Ele	81	81	90	71	67	67	62	62	71	57	81	100	81	86	71	71	90
Schs	71	81	76	52	48	67	52	52	62	48	71	81	100	67	71	71	76
Sche	71	71	81	76	76	71	62	62	67	48	76	86	67	100	71	81	86
Kus	76	86	76	62	67	76	71	71	62	67	81	71	71	71	100	62	76
Bls	71	71	76	67	67	62	43	43	43	38	62	71	71	81	62	100	67
Ble	86	76	81	81	76	81	71	71	81	57	86	90	76	86	76	67	100

Коды хронологий приведены в табл. 1

Т а б л и ц а 5

Значения коэффициентов синхронности между хронологиями

	ms1	ms2	ms3	ms3	ms4	me2	me3	me4	vks	kke1	kke2	kke3	kks1	kks2	kks3	kks4	kks5	bpe
Loe	43	57	67	48	71	86	71	76	48	67	67	52	62	57	67	52	71	81
Ele	52	67	76	48	81	71	67	71	43	71	52	48	62	48	62	48	57	71
Schs	62	86	95	67	81	71	48	52	43	57	43	57	62	48	52	57	57	62
Sche	52	57	62	38	71	67	71	62	57	67	52	43	62	62	71	62	62	76
Kus	52	67	67	38	62	62	48	57	52	62	62	48	71	57	71	57	76	81
Bls	62	76	76	48	81	62	57	52	43	48	43	48	52	57	62	67	57	62
Ble	57	71	71	52	76	86	67	76	43	81	67	62	67	52	62	52	62	76

Коды хронологий приведены в табл. 1

На основе данных табл. 4 и 5 можно констатировать, что хорошую синхронность с хронологиями сосны из группы зеленомошных сосняков подмосковного региона демонстрируют хронологии из Тверской области (71–86 %). В пределах Подмосковья наблюдается приблизительно такой же уровень синхронности между хронологиями сосны из разных районов (62–71 %). Как ни странно, хронологии из Подмосковья в некоторых случаях демонстрируют высокий уровень синхронности с хронологиями из Мордовии: например, коэффициент синхронности между хронологией сосны из зеленомошных сосняков Щелковского учебно-опытного лесхоза и хронологией сосны из ландышевых сосняков Мордовского заповедника равен 95 %, хронология из Бородинского лесхоза имеет высокую синхронность с хронологией сосны из сосняка черничного Мордовского заповедника (81 %).

В целом невелико сходство между московскими хронологиями сосны и хронологиями из Дарвинского заповедника (38–67 %) и заповедника Кивач (48–76 %), а также из Волжско-Камского заповедника (43–52 %).

В пределах одного региона синхронность между хронологиями из разных типов леса не намного выше, чем между хронологи-

ями из разных регионов. Так, синхронность хронологии сосняка сфагнового из Мордовии с хронологиями сосны из беломошного ландышевого и черничного составляет 67–71 %. В то же время синхронность между данной хронологией и хронологиями сфагновых сосняков Карелии равна 52–67 %.

Подмосковные хронологии ели, так же как и хронологии сосны, демонстрируют высокий уровень сходства с хронологиями из Тверской области (67–81 %). Однако для ели, в отличие от сосны, уровень синхронности между подмосковными хронологиями и хронологиями из более отдаленных регионов также высок. Так, для хронологий ели из Дарвинского заповедника он находится в интервале 57–71 %, для хронологий ели из Мордовского заповедника он равен 62–86 %, для хронологий ели из Беловежской пуши он расположен в пределах 71–81 %. В пределах зеленомошной группы типов леса он высок между подмосковными хронологиями и хронологиями ели из заповедника «Кивач» (67–81 %).

Таким образом, хронологии ели в региональном аспекте демонстрируют большое единообразие по параметру синхронности, чем хронологии сосны.

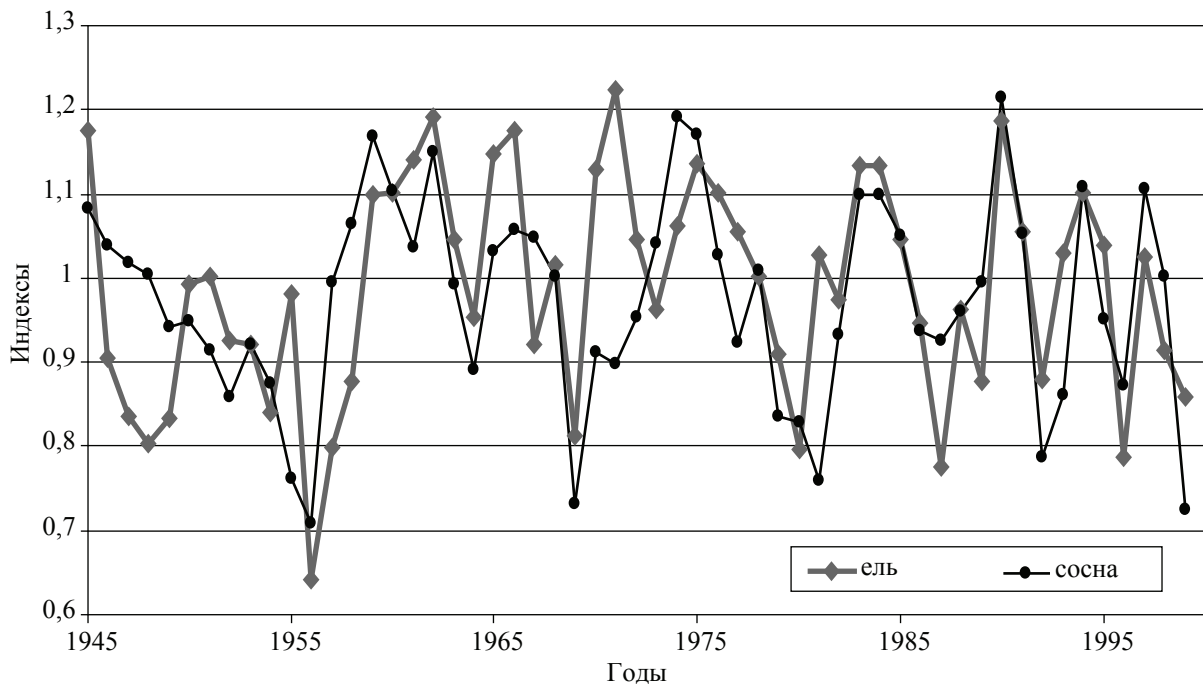


Рис. 2. Сводные хронологии сосны и ели для московского региона. В хронологию сосны включены три площадки, в хронологию ели – четыре

По-видимому, это следует связывать более широким эдафическим ареалом сосны, еловые леса разных регионов в этом отношении более единообразны.

Между собой подмосковные хронологии демонстрируют более высокий уровень синхронности, чем хронологии сосны (76–90 %). Между хронологиями сосны и ели из Подмоскovie наблюдается высокий уровень синхронности, сопоставимый с максимальным уровнем межрегиональной синхронности хронологий сосны (Московская область – Тверская область). Так, синхронность между хронологией сосны из лесопарка «Кузьминки» и ели из национального парка «Лосинный остров» составляет 81 %, такое же значение она имеет для хронологии сосны из Щелковского лесхоза и хронологии ели из Егорьевского лесхоза. В остальных представленных в табл.4 и 5 случаях синхронность между подмосковными хронологиями сосны и ели колеблется в пределах 62–76 %.

Высокий уровень синхронности между подмосковными хронологиями ели и сосны дает возможность исследовать сходство и различия в динамике приростов хвойных на основе сопоставления сводных видовых хронологий. Эти хронологии оказались сходны, что видно на рис. 2; коэффициент корреляции

между ними составляет 0,56. Большинство реперных годов у этих двух хронологий совпадает. В частности, наиболее сильные угнетения отмечались в 1956, 1969, 1980, 1992, 1996, 1999 гг. Важным для нас следствием из этого вывода является возможность использовать весь массив образцов хвойных, встречающихся в археологических раскопках без разделения его на два отдельных для сосны и для ели.

Сходство динамики прироста сосны и ели в московском регионе означает, что радиальный прирост этих пород здесь в большой степени определяется одним и тем же набором внешних факторов. Общие для двух хронологий локальные минимумы прироста наблюдаются 1956, 1969, 1980, 1992, 1996, 1999 гг. Данные годы могут служить важными реперами для процедуры перекрестного датирования хронологий.

Выявленные в ходе анализа закономерности изменчивости показателя синхронности хронологий дают основания видеть перспективы в продолжении исследований. Вероятно, что при использовании показателя синхронности в качестве меры сходства хронологий при построении сверхдолгосрочной московской дендрошкалы в пределах Подмоскovie возможно будет добиться взаимоза-

няемости материала по разным породам. При работе с дендрошкалой ели есть основания надеяться на то, что широкое привлечение к работе дендрохронологического материала по всей территории Русской равнины будет корректным. Корректное использование в процедуре перекрестной датировки такого показателя, как коэффициент корреляции, возможно только при работе с хронологиями по деревьям одного вида, из одного типа условий произрастания и из одного региона. Необходимо дальнейшее продолжение исследований с расширением географического спектра включенных в анализ хронологий.

Работа финансируется грантом РФФИ 09-05-00982.

Библиографический список

1. Черных, Н.Б. Дендрохронология и археология / Н.Б. Черных. – М.: NOX, 1996. – 216 с.
2. Карпухин, А.А. Абсолютные дендрохронологические шкалы археологических памятников европейской части России / А.А. Карпухин // Археология, этнография и антропология Евразии. – 2009. – № 1(37). – С. 62–70.
3. Липаткин, В.А. Перекрестная датировка дендрохронологических рядов с помощью ПЭВМ / В.А. Липаткин, С.Ю. Мазитов // Экология, мониторинг и рациональное природопользование: Научн. труды МГУЛ. – 1997. – Вып. 288(1). – С. 103–110.
4. Зайцев, Г.Н. Математика в экспериментальной ботанике / Г.Н. Зайцев. – М.: Наука, 1990. – 295 с.
5. Битвинская, Т.Т. Дендроклиматические исследования / Т.Т. Битвинская. – Гидрометеиздат, 1974 – 172 с.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА РОСТА МЕЖВИДОВЫХ ГИБРИДОВ ПИХТ В ИВАНТЕЕВСКОМ ДЕНДРОПАРКЕ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

С.П. ПОГИБА, *проф. каф. селекции, генетики и дендрологии МГУЛ, канд. с.-х. наук*,
Д.И. ПУГАЧЕВ, *асп. каф. селекции, генетики и дендрологии МГУЛ*

caf-selec@mgul.ac.ru

Сохранение, улучшение и воспроизводство продуктивного генофонда существующих лесных насаждений является одной из главных задач, поставленных перед лесными селекционерами и лесоводами.

Одним из направлений для решения поставленной проблемы является выведение новых форм, гибридов и сортов лесных пород с использованием основных методов генетики и селекции.

В целях улучшения качества и продуктивности создаваемых насаждений, использования их в лесовосстановлении, ползащитном лесоразведении и озеленении на базе Ивантеевского дендрологического парка им. академика А.С. Яблокова уже более 70 лет проводятся работы по селекции, интродукции и семеноводству лесных пород. За этот период селекционерами создан уникальный коллекционно-гибридный фонд, насчитывающий свыше 20 тысяч форм, гибридов, клонов и сортов основных лесобразующих и декоративных пород, сосредоточенных на территории интродукционного и селекционного отделения дендропарка.

Проводились работы по отбору и размножению хозяйственно ценных форм, гибридов лиственниц, елей, пихт, кедровых сосен, тополей, кленов, сирени, лещины, орехов, ивы, перспективных для передачи в Госсортоиспытание и создание коллекционно-маточных плантаций и испытательных культур.

Данная статья посвящена изучению коллекционно-гибридного фонда рода пихта (*Abies* Mill.) на территории Ивантеевского дендропарка. По результатам исследований проведена сравнительная оценка темпов роста исходных родительских видов и их семенного и клонового потомства межвидовых гибридов и сортов пихт селекции В.И. Ермакова.

В состав гибридного фонда пихт на этой территории входят:

– 56-летние межвидовые гибриды пихт первого поколения, полученные в 1952 г. В.И. Ермаковым от скрещивания пихты сибирской с пихтой Вича;

– 46-летнее черенковое клоновое потомство отобранных межвидовых гибридов пихт из семьи П.сибирская х П.Вича (1-я ре-генерация);

Данные о сохранности и росте 56-летних межвидовых гибридов пихт первого поколения и их родительских форм на территории Ивантеевского дендропарка

Статистические показатели	Исходные родительские формы (контроль)		56-летние межвидовые гибриды пихт первого поколения (F ₁) по участкам испытания			
	♀ 78-летнее пихта сибир.	♂ 76-летнее пихта Вича	1-я аллея, % к контролю	2-я аллея, % к контролю	кедрово-пихтовая аллея, % к контролю	участок у глав. ворот дендропарка, % к контролю
по высоте						
<i>N</i>	6	2	36	33	60	7
<i>M</i>	18,8	15,0	18,9/ 101,0; 126,0	21,0/ 112,0; 140,0	21,1/ 112,0; 141,0	21,4/ 112,0; 143,0
$\pm s$			2,21	2,24	0,15	1,34
$\pm m$			0,37	0,39	0,11	0,51
<i>P</i> , %			2,0	1,8	0,5	2,4
<i>V</i> , %			11,7	10,7	0,7	6,3
max	22,0	17	24,5	24,5	25,5	23,0
min	14,0	13	15,5	16,5	12,5	19,5
по диаметру						
<i>N</i>	6	2	36	33	60	7
<i>M</i>	15,2	24,0	37,9/ 249,0; 158,0	34,5/ 227,0; 144,0	33,17/ 218,0; 138,0	29,2/ 192,0; 122,0
$\pm s$			6,52	6,14	0,67	2,72
$\pm m$			1,08	1,10	0,47	1,03
<i>P</i> , %			2,8	3,2	1,4	3,5
<i>V</i> , %			17,2	17,8	2,0	9,3
max	24,0	40	51,0	47,0	47,0	32,0
min		8	15,0	16,5	17,0	19,5

– 35-летнее черенковое клоновое потомство этой же семьи (2-я регенерация);

– 7-летние полусибирские межвидовые гибриды пихт первого поколения.

В качестве контроля для сравнения гибридов использовались:

– исходные 76-ти и 78-летние родительские деревья пихты Вича и пихты сибирской;

– их 7-летнее семенное потомство.

На основе проведенного государственного сортоиспытания межвидовые гибриды пихт первого поколения получили статус сорта «Пушкинская оригинальная» и «Ермаковская» и были рекомендованы для целей озеленения и лесокультурного производства. Общее число гибридов пихт первого поколения на участках первичного сортоизучения в Ивантеевском дендропарке составляет 136 растений. Основная часть гибридов высажена:

– на участке кедрово-пихтовой аллеи – 60 растений. Размещение растений на аллее

4×6 м. Площадь участка 0,14 га. Средняя высота гибридов на данном участке составила 21,1 м при отмеченной максимальной высоте – 25,5 м и максимальном диаметре – 47 см;

– на аллее №1 («Новая территория дендропарка») – 36 растений. Гибридные растения высаживались в аллею с расстоянием между растениями в ряду 4 м, ширина аллеи 6 м. Площадь аллеи составляет 0,08 га. Средняя высота гибридов здесь составила 18,9 м, диаметр 37,9 см. Площадь 0,08 га.

– на участке у въездных ворот – 7 растений. Средняя высота гибридов составила 21,4 м, средний диаметр – 29,2 см. Площадь – 0,003 га.

В таблице представлены результаты обмеров гибридных растений на участках испытаний. Как видно из таблицы, средняя высота гибридов варьирует от 18,9 м до 21,4 м, средний диаметр от 29,2 см до 37,4 см. Гибриды, высаженные на 2-ой аллее на 21,1 м

превышают среднюю высоту гибридов на 1-й аллее (18,9 м). Это различие существенно при пяти- и однопроцентном уровне значимости ($t_{\text{факт}} = 3,89 > t_{\text{теор.}} = 2,01$ и $2,68$). На обеих аллеях были выделены деревья с максимальной высотой 24,5 м и максимальным диаметром 51,0 см.

Сравнение темпов роста межвидовых гибридов и их исходных родительских видов показал, что межвидовые гибриды в 56-летнем возрасте превышают по высоте исходную 78-летнюю материнскую формы пихты сибирской по различным участкам испытания от 1 до 12 % в среднем на 10 %, по диаметру на 92–149 %. Различия с отцовской формой пихты Вича составили по высоте 26–43 %, по диаметру 22–58 %. Сопоставление данных о росте межвидовых гибридов первого поколения с данными таблиц хода роста нор-

мальных пихтовых насаждений (всеобщие таблицы проф. Герхардта) показало, что данные роста 56-летних межвидовых гибридов соответствуют росту нормальных пихтовых насаждений 1 бонитета.

Выводы

Более чем полувековой опыт испытания и изучения межвидовых гибридов пихт селекции В.И.Ермакова в условиях Подмосквья показал перспективность межвидовой гибридизации в роде пихт.

56-летние межвидовые гибриды пихт опережают по темпам роста 76–78-летние исходные родительские виды по высоте на 10–43 %, по диаметру на 22–149 %;

Ход роста 56-летних межвидовых гибридов пихт соответствует ходу роста нормальных пихтовых насаждений 1 бонитета.

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЛИСТВЕННИЧНИКОВ В МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.Ю. ПОТАПОВА, доц. каф. селекции, генетики и дендрологии МГУЛ

kzk@list.ru

Известно, что древесное растение в процессе онтогенеза реализует одну из двух альтернативных стратегий – пионерную либо конкурентную. Пионеры с первых дней появления проростков (сеянцев) все возможные ресурсы направляют на рост в высоту, стремясь как можно быстрее уйти от возможной конкуренции со стороны других растений. Максимально усваивая свет и минеральные вещества из субстрата, пионеры мирятся со значительными суточными перепадами температуры (характерными для начала вегетационного сезона), ветром и сухостью воздуха, достаточно интенсивным УФ излучением. Весь метаболизм таких растений направлен на сиюминутное использование всех возможных ресурсов в увеличении линейных размеров.

Представляется, что растения конкурентной стратегии являются эволюционно более продвинутыми. Они способны регулировать направление ростовых процессов, создавать резерв пластических веществ и реализовывать его в момент, по времени отодвинутый от их

синтеза. В пользу этой гипотезы свидетельствуют в том числе и результаты сопоставления дендрорядов с метеоданными за 75 лет. Обнаружилось не просто отсутствие корреляции роста с количеством тепла. Зачастую лиственницы увеличивают прирост в достоверно холодные годы, а также после таких лет.

Разнонаправленные «стратегические» тенденции можно наблюдать не только между видами, но и внутри одного вида. В качестве примера рассмотрим две пробные площади, заложенные в Магаданской области (Ягоднинский р-н).

В таблице приведена таксационная характеристика. При анализе спилов (био группы из 10 деревьев с каждой ПП) выяснилось, что оба насаждения разновозрастные. На первой пробной площади возраста моделей: 100, 130, 150, 250, 290 и 450 лет; на второй: 150, 190, 210, 260, 280, 310 и 410 лет. При сопоставлении возрастов и высот модельных деревьев обнаружилась интересная закономерность (рис. 1 и рис. 2).

Таксационная характеристика

	Состав	А	Р	Запас	Н/бон	Рельеф	Покров
ПП1	9Л1Б	130	0,89	93	10/5а	ЮВ склон	Баг, Бр, Ртр
ПП2	10Л	130	0,4	28	8/5б	Дно распадка	Баг, Осоки

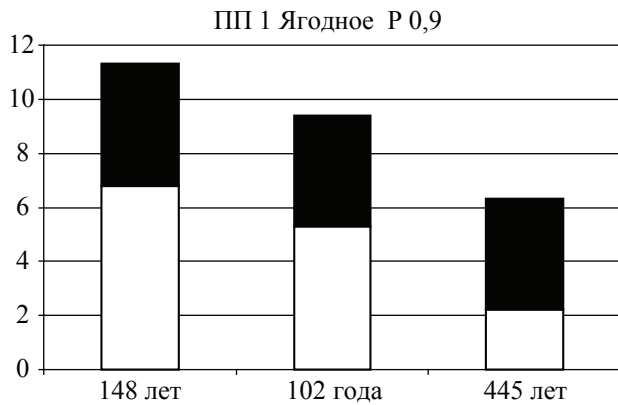


Рис. 1. Возраст самых высоких и самого низкого деревьев на ПП 1 (полнота 0,9)

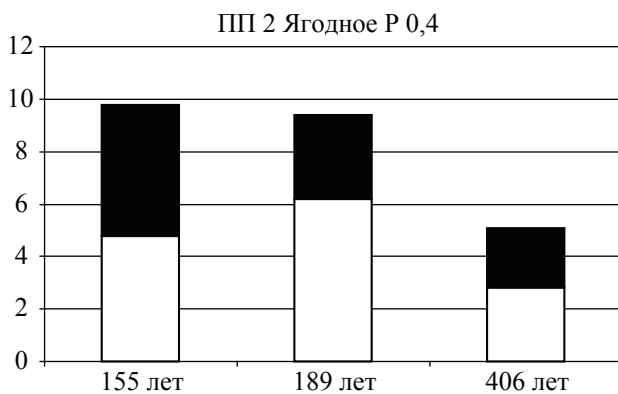


Рис. 2. Возраст самых высоких и самого низкого деревьев на ПП 2 (полнота 0,4)

На диаграмме представлены по два самых высоких дерева из биогруппы и по одному самому маленькому (соответственно на ПП 1 – 1-го, 4-го и 10-го рангов, на ПП 2 – 1-го, 2-го и 10-го рангов).

На уровне гипотезы можно сказать, что более низкие деревья или, как их называют, отстающие в росте, проявляют тенденцию к развитию конкурентных способностей. Конечно, можно предположить, что примерно 150 лет назад почвенно-климатические условия места резко улучшились и рост лиственниц усилился, а «коротышки» – это случайно уцелевшие представители предыдущей «бедной» эпохи, которые не смогли прибавить в росте в силу преклонного возраста. Если отказаться

от этой, довольно экзотической версии, то получается, что отставание в росте – не столько слабость организма, сколько способность перераспределять полученные и синтезированные ресурсы во времени. Эти растения как бы запрограммированы на малое (короткое) потребление тепла, избыток энергии (в более благоприятные годы) не расходуется в линейном росте, а резервируется в виде запасных веществ. Более сильнорослые, с более длинным периодом роста (в году), в холодные годы не успевают пройти полный фенологический цикл, поэтому хуже зимуют, а после таких зимовок вынужденно расходуют больше ресурсов на реабилитацию; в любом случае, ослабляющие последствия холодных лет на таких растениях сказываются сильнее, чем на малорослых. Так или иначе, но, судя по положению в пологе (особенно на ПП 1 с полнотой 0,9), можно утверждать, что медленно растущие деревья явно проявляют конкурентные способности, что для лиственницы с ее ярко выраженным светолюбием вовсе не характерно. Особенно ярким подтверждением гипотезы служат данные о длине кроны у этих моделей (на диаграммах заштрихованы). На ПП 1 у самого высокого дерева длина кроны 4,5 м, у самого низкого (самого старого) – 4,1 м, т.е. относительно общей длины ствола у старого дерева она больше (соответственно 0,4 и 0,7). На ПП 2 картина не так парадоксальна (у высокого крона 5 м, у второго по рангу – 3,2 м, у самого старого – 2,3 м), но относительные размеры крон и здесь заслуживают упоминания (соответственно 0,5; 0,35 и 0,45).

Стоит напомнить, если рассматривать в целом спектр древесных видов, конкурентные (большинство широколиственных) породы превосходят по долговечности пионеры.

В суровых условиях северо-восточной Азии развитие конкурентных способностей вполне оправданно, так как не столько позволяет собственно «конкурировать» с соседями, сколько дает определенную «независимость»

от среды, позволяет некоторым образом компенсировать ее резкие колебания как между годами, так и внутри одного вегетационного сезона. Обращаясь к двумерной типологии стратегий растений Раменского – Грайма (по отношению к благоприятности условий среды и к стрессовым факторам – нарушениям) и имея в виду крайне суровые условия произрастания, лиственницу в Магаданской области следует отнести к «пациент-эксплерентам». В более мягких условиях лиственница является типичным эксплерентом («пионером»), так как там способно расти и процветать множество других древесных пород, и лиственницы могут достичь генеративной фазы, только поселившись на минерализованном участке и резко оторвавшись от конкурентов в линейном росте. В таких экстремальных регионах, как Магаданская область, северная Якутия и т.п., на водораздельных территориях конкурентов у лиственницы практически нет, здесь основная

проблема – сама природная среда, крайне низкая обеспеченность питанием и теплом. Так что вполне естественным представляется «пациентное» направление эволюции лиственницы в этих регионах, означающее оптимизацию метаболизма с целью повышения устойчивости дерева в течение всего календарного года. Сохранение в популяциях быстрорастущих особей в этих условиях очень важно для максимально быстрой регенерации лесной среды и, следовательно, сохранения территорий в пригодном для произрастания лиственницы состоянии. В условиях экотона «лес–тундра» на мерзлоте заболачивание после исчезновения древостоя происходит очень быстро и практически необратимо.

Библиографический список

1. Миркин, Б.М. Высшие растения: краткий курс систематики с основами науки о растительности: учебник / Б.М. Миркин, Л.Г. Наумова, А.А. Мулдашев. – М.: Логос, 2001. – 264 с.

ЛИСТВЕННИЦА НА КАМЧАТКЕ

А.В. АБАТУРОВ, *с. н. с. отдела лесной геоботаники и лесного почвоведения Института лесоведения РАН, канд. с.-х. наук,*
Г.А. АБАТУРОВА, *инженер*

root@ilan.ras.ru

Данная статья основана на материале, собранном нами в 1962–1972 гг. в период работы на Камчатской лесной опытной станции Дальневосточного научно-исследовательского института ЛХ. Материал хранится в архивах станции. Малая часть его обработана. Прошедшие годы показали, что направление тех исследований – «биологические свойства лиственницы как основа для рационального ведения лесного хозяйства в лиственничниках Камчатки» – остается актуальным. Появляются новые данные и обобщающие работы [1–4 и др.], находятся новые аудитории, в которых эти материалы вызывают неподдельный интерес. В 2008 и 2009 гг. они доложены на межинститутском (МГУЛ – ИЛАН) семинаре «Продукционный процесс и структура деревьев, древесин и древостоев».

Полуостров Камчатка в схеме природного районирования выделяется как самостоя-

тельный регион – Камчатская провинция. Он расположен между 51 и 60° северной широты (широта Киева и Ленинграда) и 155 и 163° восточной долготы. Она вытянута в направлении СВ–ЮЗ на 1200 км, наибольшая ширина (в средней части полуострова) 450 км, 0,3 % территории покрывают ледники. В северной его половине, в Центральной камчатской депрессии (низменности), расположены лиственничные леса, которые А.Л. Биркенгоф вслед за А. Эрманом назвал «хвойный остров» [5].

Своеобразна геологическая история региона. 70 млн лет назад полуостров отделился от материка (Ангарида). После ряда морских трансгрессий 1 млн лет назад (в конце третичного периода) на месте полуострова оставалась лишь узкая полоска суши. На материке в это время началась эпоха великих материковых оледенений, а в растительности

лесной зоны уже господствовали современные виды лесных древесных пород.

В пределах полуострова выделяется пять крупных геоморфологических районов: Западно-Камчатская низменность, Срединный хребет, Центральная Камчатская депрессия, Восточный хребет и Восточное побережье. Срединный хребет ограничивает депрессию с запада, Восточный – со стороны тихоокеанского побережья. Огромную роль в формировании современного рельефа Камчатки сыграл четвертичный вулканизм.

Центральная Камчатская депрессия, в которой сосредоточены преимущественно лиственничные леса, имеет вид треугольника. На юге ширина ее всего несколько километров, на севере – до 70–80 км. Замыкает ее здесь Ключевская группа вулканов. Их общее основание (лавовый пьедестал) возвышается на 1000 м над уровнем моря; полная высота некоторых сопков превышает 3000 м. Отдельные хребты только за голоцен поднялись на 200 м. Таким образом, горные хребты закрывают депрессию от вторжения воздушных течений со стороны материка и ледовитого океана. Только в северной части депрессии, там, где р. Камчатка прорывается к морю (Берингову) и через наиболее низкие перевалы окружающих горных хребтов приземные воздушные массы затекают сюда, смягчается ее климат.

Современный рельеф равнинной части депрессии и предгорий выполнен мощными (до 40–50 м) отложениями супесей. В формировании его сыграло роль и четвертичное оледенение, закончившееся 10–12 тыс. лет назад. Тогда ледники переходили границы горных районов и спускались к подножию гор [6].

По Центральной Камчатской депрессии течет крупнейшая река полуострова – Камчатка. В верховьях она имеет горный характер, а выйдя на равнину, сильно меандрирует. Ширина ее со 100–150 м в верхнем течении к устью увеличивается до 500–600 м. Несмотря на многоводность рек и обилие озер, встречаются значительные малообводненные пространства. Характерны в этом отношении районы, тяготеющие к Ключевской группе вулканов.

Климат Камчатки складывается под влиянием циклонов и антициклонов, форми-

рующихся над Сибирью и различными районами Тихого океана. За год их проходит свыше ста [7]. Вследствие особенности расположения крупнейших горных систем полуострова наибольшие различия климата наблюдаются между побережьями и центральной его частью: в центральных районах он гораздо континентальнее, чем на побережьях, и суровее, чем можно было ожидать исходя из географического положения. Наиболее низкая средняя годовая температура также в средней части полуострова – минус 3,7°. Она возрастает в направлении на юг до +1,1° (+2°).

С климатическими различиями связана большая пестрота в распределении растительности [8]. Северная часть полуострова (Парапольский дол – перешеек, соединяющий полуостров с материком) относится к тундровой зоне, остальная – к лесной. Значительные площади в верхнем поясе гор занимают заросли кедрового и ольхового стлаников. Наиболее распространенная древесная порода – каменная береза (70 % лесопокрытой площади). На склонах гор, окружающих депрессию, она занимает пояс лесной растительности от 200–500 м над уровнем моря до 700–800 (1000–1100) м. Лиственница распространена в равнинной части бассейна р. Камчатки и на склонах гор выше и ниже пояса каменнобережников. Здесь ей сопутствуют береза белая, осина, ель, тополь.

Лиственница известна на Камчатке из осадочных пород нижнетретичного периода. Из слоев возраста 67–42 млн лет назад она описана как *Larix Preobrajenski*, имеющая типичный пучок хвои *Larix leptolepis* [9].

Благодаря особенностям физико-географического положения плейстоценовые оледенения замкнули лиственницу на Камчатке в узких границах. С конца третичного – начала четвертичного периода эта изоляция стала более строгой [10]. Теперь лиственницу на Камчатке отделяют от ближайшей суши и лиственничных редколесий севера (Чукотки) 1000 км горных хребтов и болотистых низменностей. Южная часть ареала отстоит на 500 км от северной оконечности Курильской гряды (лиственницы там нет) и на 1400 км от лиственничных редколесий острова Итуруп. Ближайшие лиственничники Охотского по-

бережья находятся в 500 км западнее и отделены от лиственничников Камчатки Срединным хребтом и просторами Охотского моря. С восточной стороны к Камчатке протянулась гирлянда Алеутских островов длиной более 3500 км. Леса на них нет, точнее, он кончается вскоре после удаления от берега Аляски. К берегам Камчатки со всех сторон приносит много плавника. Еще недавно он удовлетворял нужды населения в топливе и поделочной древесине. В документах есть упоминание о том, что в середине ХУШ века на ближайших к Камчатке островах Алеутской гряды (Атту и Беринговом) «посеяны семена крупного леса и, как говорят, принялись хорошо» [11, с. 170]. Вообще благодаря известному оживлению жизни в этих краях в XVIII–XIX веках семена древесных растений 200–300 лет тому назад с большой вероятностью могли быть занесены на полуостров человеком с любой стороны, но это вряд ли могло уже сегодня сказаться на распределении лесной растительности на полуострове.

Нам неизвестны прямые указания на изменение границ распространения лиственницы на Камчатке в недавнем геологическом прошлом. Палинологические сведения отсутствуют или скудны и ненадежны [12–14 и др.] Согласно данным исторической геологии и геоморфологии в период последних оледенений (плейстоценовых) лиственница и ель могли переждать их в районе древних вулканических сооружений – гг. Николка, Кунчокла, Асхачный увал, замыкающих депрессию с юга. Именно здесь (по устным сообщениям и фактическим свидетельствам 1959–1965 гг.) в береговых откосах реки Щапины (крупный приток р. Камчатки) геологи чаще находили бивни мамонта. Поднятие в верхнем плейстоцене – голоцене новейших вулканических образований Ключевской группы вулканов и отступление ледников второй фазы верхнеплейстоценового оледенения привело к формированию в большей части долины климата, близкого к современному (более континентального), и расширению ареала каменной березы, лиственницы, ели. Проходило оно вслед за отступлением горнотундровой растительности в горы под прикрытием суровых условий высокогорий [15].

Ареал лиственницы, произрастающей на Камчатке, по собственным данным и материалам других авторов, был показан А.Л. Биркенгофом [5, с.39]. Современный ареал показан по литературным источникам и гербарным сборам Н.Е. Кабановым [16]. С тех пор появилось еще одно указание на местонахождение лиственницы – верховья реки Сторож, впадающей в Кроноцкое озеро. В 1967 г. нам удалось побывать там и взять гербарные образцы и модельные деревья. Наиболее точно ареал лиственницы на Камчатке показан Н.Е. Кабановым [16] по данным аэровизуальной съемки. Площадь его 1175000 га, из которых лиственничники занимают 1125000 га. В целом ареал можно охарактеризовать как сплошной, на границах часто переходящий в ленточный.

Лиственница на Камчатке встречается почти исключительно в бассейне реки Камчатки. За пределы основного ареала выходит единичными деревьями или небольшими куртинами через перевалы в поясе альпийских лугов и горных тундр. Условия произрастания ее здесь чрезвычайно разнообразны. В равнинной части долины реки это дерево первой величины. Вверх по склону от подножия горных хребтов, окружающих депрессию, богатство и влажность почв быстро снижаются. Снижается и продуктивность лиственничников с I класса бонитета до II–IV. На склонах гор от подножия до горных тундр на небольшой территории мы можем встретить все жизненные формы, присущие лиственнице на Камчатке – от дерева первой величины до простертых форм. Фактически она выступает как порода-пионер, часто занимая минимально пригодные для произрастания участки. Первичное заселение каждого такого участка может тянуться сотни лет [17]. Процесс этот может приостанавливаться меняющимися климатическими условиями разного масштаба и продолжаться вновь.

Основные лесные формации, с которыми контактирует лиственница на границах ареала (редко внутри его) – каменноберезники, белоберезники и ельники. В равнинной части и предгорьях лиственница образует с каменной березой неширокую полосу смешанных древостоев (в пределах нескольких километров) и затем постепенно исчезает из

состава насаждений. Если выше по склону выражена обычная вертикальная зональность растительности, то лиственница вновь появляется уже выше каменноберезников (в поясе стлаников и горных тундр). Ель пока не выходит за пределы ареала лиственницы и небольшие массивы древостоев со своим господством (часто послепожарного происхождения) образует на равнинах в южной и северной частях ареала [18]. Характер участия ее в сложении древостоев позволяет предположить, что она здесь вытесняет лиственницу. Сходная картина современного вытеснения лиственницы темнохвойными отмечается рядом авторов [19, 20]. Происходит это на фоне меняющихся физико-географических условий, микро- и макроклимата.

Некоторые биологические свойства.

Лиственница – самое крупное дерево Камчатки. Высота ее по данным разных авторов 30–33 (35–48) м. Диаметр – до одного и более метров. Таких же крупных размеров может достигать только тополь, растущий по берегам рек, обильно удобренным останками приходящей на нерест рыбы. В комлевой части ствола лиственницы в богатых условиях местообитания встречаются бутылеобразные утолщения [5, 21, 16, 22, 23 и др.]. Как показал Philip R. Larson (1965), они могут образовываться при раскачивании деревьев ветром. Аналогичные формы ствола лиственницы отмечены в южной Якутии [24, 25], в Хакасии [25] и в целом у лиственницы Сукачева и сибирской [26, 27].

Максимальный встреченный возраст лиственницы на Камчатке – 318 лет (Г.И. Наумова «О возрастном строении лиственничных лесов Козыревского лесничества Камчатской области». Рукопись. Камчатская ЛОС. 1961.).

Сбег ствола – один из интегральных показателей развития и роста дерева в различных условиях произрастания в древостое или при свободном стоянии. В равнинных районах у деревьев нижних ступеней толщины он совпадает с лиственницей Сахалина. При диаметре более 28 см он у лиственницы с Камчатки выше средних данных по Дальнему Востоку.

Крона лиственницы самая разная по форме, протяженности, густоте. В редкостойных высокогорных лиственничниках можно встретить по соседству деревья с низко опу-

щенной раскидистой кроной, столбовидную разреженную крону диаметром не более 1,5–2 м, в виде шпалер, кустарника, простертых форм [17], ярко выраженные флагообразные кроны, вытянутые по господствующему направлению ветров и др.

Большое разнообразие климатических и эдафических условий мест произрастания лиственницы на Камчатке можно встретить в предгорьях и на западных склонах сопки Плоской из Ключевской группы вулканов. Она входит в цепь вулканов Ключевской группы, общая протяженность которой порядка 100 км, а высоты до 3000 м и больше. С высоты 1200–1500 м здесь начинается нивальный пояс. Выше – вечные снега и ледники. Лиственница в этом районе встречается от берега реки Камчатки до верхней границы распространения древесной и кустарниковой растительности.

В равнинной части депрессии от поймы реки до подножия хребта (до 200 м над у.м.) продолжительность периода со среднесуточными температурами выше 5° и 10° снижается со 140 и 95 дней до 133 и 88 дней, а с продолжительностью безморозного периода падает почти вдвое – со 109 до 63 дней [28]. Значительные изменения климата становятся заметными к высоте 300 м. Здесь еще на 9–10 дней сокращается продолжительность периода с указанными температурами и до 54 дней уменьшается продолжительность безморозного периода. Максимальная высота лиственницы здесь еще может достигать тех же размеров, что и в нижележащем поясе. Продуктивность же сомкнутых высокополнотных древостоев (лиственничники голубичные) заметно падает.

С высоты 300–400 (500) м сомкнутые древостои лиственницы встречаются лишь фрагментарно – в макроэлементах рельефа, где наблюдается смещение вниз растительности высокогорных поясов (например, морозобойные котловины, долины мелких притоков р. Камчатки и временных водотоков.). Здесь же проходит нижняя граница пояса каменноберезников. Поднимаются они до 800–900 м н.у. м. Продолжительность периодов с указанными температурами в течение вегетационного периода еще снижается здесь, до 122 и 63 дней, и близка с океаническим побережьем (по метеоданным пос. Усть-Камчатск), где каменно-

березники начинаются прямо от прибойной полосы или абразионного уступа. Сегодня каменная береза на Камчатке занимает все местообитания, которые соответствуют биологическим требованиям данной породы [8].

Вслед за каменной березой (или вместе с ней?) лиственница отдельными деревьями или небольшими группами выходит на верхний предел древесной растительности. Встречающиеся здесь редколесья лиственницы представляют собой низкопродуктивные лиственничники голубичные и рододендровые. Выше древесной растительности встречаются пятна стлаников (ольховых и кедровых). Затем идет пояс альпийских лугов, горных тундр. Среди пышного разнотравья или скудной высокогорной растительности порой встречаются одиночные невысокие хорошо развитые экземпляры лиственницы. И еще выше, в минимально пригодных для произрастания условиях микрорельефа и микроклимата, лиственница способна образовывать стелющиеся (простертые) жизненные формы. Они несут ярко выраженные следы коррозии стволиков в приземном слое, а преодолев его, могут расти и дальше [17].

Разумеется, с подъемом в горы изменяются все климатические показатели, что и сказывается на снижении продуктивности древесных пород и их жизнестойкости, но на лиственницу это влияет в меньшей степени. Одну из причин этого можно видеть в особенностях ее фенологии [29].

В равнинной части ареала набухание почек у подростка лиственницы начинается, когда еще часть его стоит в сугробах снега. Распускание почек и цветение происходит, когда максимальная температура воздуха только что достигла 10–14°, верхняя часть корнеобитаемого горизонта почв еще мерзлая. У березы, осины и ели набухание почек отмечено почти на месяц позже (!). Аналогичная закономерность наблюдается в поясе каменноберезников и горных тундр, где лиственница распускается на две недели раньше, чем каменная береза и ольховый стланник. В целом на верхнем пределе распространения лиственница распускается лишь на три дня позже, чем в долине (!). Осеннее полное расцветивание лиственницы в горах и в долине

наступает в близкие сроки. Таким образом, период вегетации лиственницы во всех высотных поясах продолжительнее, чем у других древесных пород. Лучше других лиственница приспособлена к большой от года к году изменчивости погодных условий [30]. В такие годы аналогичным образом изменяются сроки прохождения фенологических фаз.

Концентрация основной массы сосущих корней (толщиной менее 5 мм, 79 %) в слое почвы 0–20 см способствует успешному произрастанию лиственницы на холодных почвах. Это важно для рассматриваемого региона, где пониженные температуры почв, характерные для местообитаний лиственницы, связаны с остаточным действием деградирующей вечной мерзлоты и погребенных льдов [31].

Самая высокая продуктивность древостоев лиственницы отмечена в лиственничниках грушанковых на хорошо увлажненных и вместе с тем дренированных элементах рельефа. Застойное увлажнение почв и сезонное переувлажнение их водами временно действующих «сухих речек», сопряженное часто с песчаными наносами и заиливанием, крайне неблагоприятно действует на лиственницу. Одновременно низкое плодородие почв не мешает ей первой заселять лишенные какой бы то ни было растительности песчаные наносы, перевеваемые пески, вулканогенные шлаковые поля, что вместе с лишайниками кладет начало формированию здесь почв.

Сведения об **отношении лиственницы к свету** не однозначны. Рассмотрение их приводит к выводу о большой теневыносливости ее и жизнеспособности в сложных фитоценологических условиях. По данным обследования выборочных вырубок в разновозрастных высокополотных лиственничниках багульниковых камчатская лиственница до 140–160 лет сохраняет жизнеспособность в подчиненном пологе древостоя с сомкнутостью крон 0,7–0,8 единицы. При вырубке деревьев основного полога древостоя (до 90 % деревьев) оставшиеся деревья в количестве до 500 шт./га (диаметр до 20 см, высота до 14–16 м) в 2–4 раза увеличили прирост по диаметру, а затем и в высоту, и удерживали его на этом уровне до момента наблюдений (в течение 40 лет). В условиях естественного

развития эти деревья выпадают из состава насаждения к 180 годам [32, 33].

В естественных условиях под пологом леса **подрост лиственницы** встречается редко. Высокополнотные насаждения, которые мы наблюдаем сегодня, в свое время образовались на гарях или в других местах с высокой минерализацией поверхности почвы. Под пологом высокопродуктивных сомкнутых, приспевающих и спелых древостоев в равнинной части депрессии и предгорьях самосев лиственницы либо отсутствует, либо весьма незначителен – 200–300 шт./га. В период, когда должно начаться формирование нового поколения в высокопродуктивном спелом древостое, количество подроста лиственницы (деревьев диаметром до 12 см) может составлять до 100–120 % от числа спелых и перестойных деревьев. Имеющиеся материалы наблюдений насаждений разного возраста и одного породного состава и строения позволяют построить логически последовательную картину естественного развития девственного лиственничного леса без смены пород. Однако такая динамика пока никем не описана с натуры.

При одновременном с березой белой участии в массовом заселении гарей (или других мест минерализации поверхности почвы) лиственница отстает от березы по скорости роста в высоту. В разреженных молодняках порослевая береза и в 30–40 лет может сохранять господствующее положение. Рост здесь же лиственницы в первое время замедлен. По данным модельных деревьев, взятых для составления региональных таблиц хода роста, при свободном стоянии прирост ее в высоту в первые 4–5 лет составляет около 5 см в год, в 6–8 лет – 6,5 см, 13–16 лет – 12 см, 17–18 лет – до 30 см. В густых молодняках к 20 годам она достигает 3–4 м высоты, в 40 лет – 7 м. В 30–50 лет происходит первое естественное изреживание такого молодняка. Рост в высоту и по диаметру (хотя и слабый) лиственница сохраняет до 250 лет и дольше [22].

Изменение **продуктивности лиственничников** на Камчатке в связи с меняющимися условиями произрастания показано разными авторами от II класса бонитета и ниже [5, 16, 31 и др.]. Средний запас спелых

насаждений – 187 м³, значительно превышает таковой в целом по краю (120 м³), за исключением Приморья.

Семеношение лиственницы. Семенное размножение – основной способ сохранения и распространения большинства хвойных древесных пород. Первую известную нам сводку семенных лет лиственницы на Камчатке за 1924–1960 гг. составил лесничий Ключевского лесничества П.Н. Дьяконов («Плодоношение лиственницы в лесах Камчатки»). Рукопись. Камчатская ЛОС, 1961). Затем сотрудница ЛОС Г.И. Наумова сделала попытку установить причины периодичности семеношения лиственницы на Камчатке (Рукопись. Камчатская ЛОС, 1961). Количественную оценку и качество семян лиственницы в основных типах леса в урожайный 1961 г. дал В.Г. Турков [34]. Целью наших исследований 1962–1968 гг. было выявить периодичность семеношения, семенную продуктивность и качество семян лиственницы в пределах ареала ее на Камчатке. Учет урожая семян мы проводили собственными силами или через доверенных лиц в период от созревания семян до начала их массового разлета. Применяли метод модельных ветвей и семеномеров. С этой целью было заложено 60 пробных площадей, обработано 116 модельных деревьев, 102 образца шишек и 175 образцов семян.

Периодичность обильного и среднего семеношения лиственницы в период наблюдения составила 5–6 лет. Ежегодно где-нибудь отмечалось частичное слабое семеношение. В редкостойных насаждениях лесотундры семеношение не бывает выше «среднего», зато шишки и самосев лиственницы в возрасте 1–5 лет там можно найти практически ежегодно. В урожайный год семеношение лиственницы отмечается по всему ареалу в бассейне р. Камчатки. Вместе с тем наблюдаются большие колебания интенсивности семеношения как в целом по районам, так и по отдельным участкам внутри них [35].

О виде лиственницы, произрастающей на Камчатке

Материалом для написания настоящего раздела послужили наши гербарные сборы 1964–1971 гг. (90 листов) из насаждений раз-

ных районов ареала. В равнинной и среднегорной части сборы проводили в насаждениях наиболее широко представленных типов лиственничников со средних по развитию деревьев. В редкостойных насаждениях лесотундры и на верхнем пределе распространения образцы брали с наиболее типичных по морфологическому строению (высота, диаметр, строение кроны) древовидных и простертых экземпляров. Сбор гербарных образцов проводили одновременно со сбором семян, так что во всех случаях мы получили одновременно образцы для описания зрелых однолетних побегов и для всесторонней характеристики семян из разных районов ареала. Много внимания мы уделили цвету молодых побегов и опушению почек на брахибластах – два первых признака в ключе Н.В. Дылиса для определения лиственниц Сибири и Дальнего Востока. Кроме того, описаны опушение молодых побегов, длина хвои, размер шишек, число чешуй (табл. 2).

Наиболее полный критический обзор видового разнообразия лиственниц Восточной Сибири и Дальнего Востока дал Н.В. Дылис [36]. «Камчатскую» лиственницу по этим и ряду других признаков он отнес к северной охотско-камчатской расе лиственницы курильской – *Larix kurilensis ssp. Glabra* Del. [36, стр. 108, 130, 131, 186, 203].

Т а б л и ц а 1

Изменчивость некоторых морфологических признаков лиственницы на Камчатке (частота и характер встречаемости описываемого признака по данным Дылиса и у наших гербарных образцов)

Оценка признака	Встречаемость
Опушены густо	6
Опушены не густо	4
Опушены редко волосками	14*
Опушены очень редко волосками	6
Легкий налет	4
Легкий налет только у основания	1
Редкое опушение у основания	2
Голые	37
Всего образцов	74

Примечание – побеги зрелые, густо белоопушенные

Т а б л и ц а 2

Опушение молодых побегов, длина хвои, размер шишек, число чешуй

Опушение почек на брахибластах		
1.	Очень густое опушение	11
2.	Густое белое опушение всей почки	9
3.	Негустое светлое опушение чешуйками и волосками	12
4.	Редкое опушение всей почки	10
5.	Опушение густым воротничком	3
6.	Густой бурый пух у основания	3
7.	Опушены воротничком	27
8.	Опушение у основания почек	2
9.	Редкое опушение воротничком	6
10.	У основания почек	5
11.	Голые	1
Всего образцов		89
Цвет зрелых молодых побегов <i>Светло-розовые</i>		
1.	Шоколадный с сизоватым налетом	1
2.	Коричневый	1
3.	Темно-бежевый с сизоватым налетом	1
4.	Темно-бежевый	1
5.	Светло-коричневый с сизоватым налетом	2
6.	Светло-коричневый	7
7.	Светло-коричневый с розоватым оттенком	4
8.	Бежевый сизоватый	1
9.	Бежевый с шоколадным оттенком	1
10.	Бежевый	19
11.	Бежевый с розоватым налетом	7
12.	Светло-бежевый с сизоватым оттенком	1
13.	Светло-бежевый	6
14.	Светло-бежевый с розоватым оттенком	7
15.	Светло-светло-бежевый	2
16.	Желтовато-сизый	1
17.	Желтый	2
18.	Желтоватый	4
19.	Розоватый	6
20.	Очень светлый	4
Всего образцов		78
Длина хвои, см <i>1,5-2,5 (3,0), см</i>		
	2,75	4
	2,5	2
	2,25	9
	2,0	11
	1,75	15
	1,5	6
	1,25	5
	1,0	2
Всего образцов		54
Длина шишки, см <i>1,5-2,0 см</i>		
	2,75	1
	2,5	4
	2,25	23
	2,0	14
	1,75	22
	1,5	8
	1,25	3
	1,0	1
Всего образцов		76
Число чешуй (шт. в шишке)		
	33	2
	28	8
	23	36
	18	20
	13	6
Всего образцов		72

*наиболее часто встречающийся признак

Остановимся на краткой характеристике этой лиственницы, данной Н.В. Дылисом и тех дополнениях, которые мы можем сделать по собранным нами материалам.

По определению Н.В. Дылиса «курильская лиственница – типично приморская форма мезофитного или гигромезофитного характера. Растет на низменных равнинах, морских и речных террасах, пологих шлейфах, невысоких всхолмлениях, не поднимаясь в горы или поднимаясь редко и на небольшую высоту (300–400 м) [36, с. 185]. По его же мнению, «камчатская» лиственница «отличается значительно более длинной хвоей, достигающей 1,5–2,5 (3,0) см, менее темными, чем у курильской лиственницы, светло-розовыми и большей частью совершенно голыми молодыми побегами. Шишки крупнее, чем у курильской, достигают 1,5–2,0 см длины, чешуйки более плоские и часто без отгиба верхушек кнаружи» (там же, с. 186).

К этому мы считаем необходимым добавить, что большая часть ареала лиственницы на Камчатке приурочена к районам с континентальным сухим климатом и тут она достигает высокой продуктивности (до II класса бонитета). Растет она не только на равнине, а и поднимается в горы до высоты 1200 м. В высокогорьях она образует лесотундровые лиственничники (или редины, где из древесной растительности только лиственница). Отдельными деревьями или небольшими группами она выходит на нижнюю границу горных тундр. Здесь, в наиболее суровых местообитаниях, она имеет стелющиеся (простертые) жизненные формы. Сохраняя легкосменяемый, пряморастущий главный побег, они проявляют некоторые морфологические признаки, типичные для стлаников – стелющиеся ветви, и показывают широкие способности к вегетативному размножению в различных условиях произрастания.

С характеристикой, данной Н.В. Дылисом, рядом других известных авторов [37, 27] и нашими дополнениями к экологии и морфологии, произрастающая на Камчатке лиственница выходит за рамки, определенные для северной расы лиственницы курильской. Приведенные материалы вместе с известными литературными данными могут

свидетельствовать о малой экологической специализации видов рода *Larix*, что хорошо согласуется с его характеристикой в целом [37, 27]. Нужно согласиться с А.И. Ирошниковым [4], что «без воспроизведения сколь угодно реальной истории расселения и генезиса лиственниц не может быть разработана и объективная систематика р. *Larix* (включая четкую классификацию внутривидовых подразделений, крайнюю необходимость которой подчеркивал еще в 1961 г. Н.В. Дылис)». Безусловно, полезны для этой цели могут быть приводимые материалы обследования лиственничников Камчатки.

Очень схожа с лиственницей история ели на Камчатке, только расширение ареала ее здесь значительно отстает по времени от каменной березы и лиственницы [38, 39].

Библиографический список

1. Бобров, Е.Г. История и систематика лиственниц. (Комаровские чтения. XXV) / Е.Г. Бобров. – Л.: Наука, 1972. – 96 с.
2. Дылис, Н.В. Лиственница / Н.В. Дылис. – М.: Лесная пром-сть, 1981. – 96 с.
3. Авров, Ф.Д. Экология и селекция лиственницы / Ф.Д. Авров // Проблемы региональной экологии. – Томск: 1996. – Вып. 7. – 217 с.
4. Ирошников, А.И. Лиственницы России. Биоразнообразие и селекция / А.И. Ирошников. – М.: ВНИИЛМ, 2004. – 182 с.
5. Биркенгоф, А.Л. Леса центральной части полуострова Камчатки / А.Л. Биркенгоф. – М.: Изд-во АН СССР, 1938. – 220 с.
6. Олюнин, В.Н. Плейстоценовые оледенения и размещение убежищ хвойных лесов на Камчатке / В.Н. Олюнин // Изв. АН СССР. Сер. геогр. – 1969. – № 5. – С. 93–95.
7. Кацыка, А.П. Температурный режим Камчатки / А.П. Кацыка // Вопросы географии Камчатки. Камчатский отдел географического общества СССР. – 1966. – Вып. 4. – С. 86–93.
8. Шамшин, В.А. Широтное и высотное распространение каменноберезовых лесов на Камчатке / В.А. Шамшин // Вопросы географии Камчатки. Камчатский отдел Географического общества Союза ССР. Петропавловск-Камчатский. – 1970. – Вып. 6. – С. 164–169.
9. Криштофович, А.Н. Третичная флора залива Корфа на Камчатке: Описание раст. остатков, собранных в 1928 г. И.А. Преображенским / А.Н. Криштофович // Труды Дальневост. геологоразвед. трест. – М., 1934. – Вып. 62. – С. 1–32.

10. Олюнин, В.Н. Современное и историческое оледенение Камчатки / В.Н. Олюнин // Изв. АН СССР, сер. геогр. – 1966. – № 3.
11. Ляпунова, Р.Г. Русская Америка в неопубликованных записках К.Т. Хлебникова / Р.Г. Ляпунова, С.Г. Федорова. – Л.: Наука, 1979. – 280 с.
12. Кожевников, Ю.П. Проблемы интерпретации споро-пыльцевых спектров в реконструкции растительного покрова / Ю.П. Кожевников // Ботанический журнал. – 1995. – № 9. – Т. 80. – С. 1–19.
13. Карпачевский, Л.О. К истории хвойных лесов на Камчатке / Л.О. Карпачевский, Е.П. Метельцева // Ботанический журнал. – 1966. – №1. – Т. 51. – С. 119–124.
14. Мелекесцев, И.В. Рельеф и отложения молодых вулканических районов Камчатки. АН СССР Сибирское отделение / И.В. Мелекесцев, Т.С. Краевая, О.А. Брайцева. – М.: Наука, 1970. – 104 с.
15. Шамшин, В.А. Динамика границ каменноберезовых лесов в зоне контактов с лесами других пород на Камчатке / В.А. Шамшин // Биологические проблемы Севера: VI симпозиум.-Якутск. – 1974. – Вып. 5. – С. 139–141.
16. Кабанов, Н.Е. Задачи и методика работ лесоводственного отряда / Н.Е. Кабанов // Леса Камчатки и их лесохозяйственное значение. – М., 1963. – С. 7–11.
17. Абатуров А.В. Морфологические особенности лиственницы курильской (*Larix kurilensis* ssp *Glabra* Dyl) на вертикальном пределе ее распространения в горах Камчатки. 7 с. (в печати).
18. Олюнин, В.Н. Древнее оледенение и молодой вулканизм Камчатки / В.Н. Олюнин // Изв. АН СССР, серия геогр. – 1965. – № 1.
19. Игошина, К.Н. Лиственница на Урале: матер. по истории флоры и растит. СССР / К.Н. Игошина. – М.-Л.: АН СССР, 1963. – Вып. IV. – С. 462–492.
20. Карташев, Ю.Г. К вопросу о смене лиственничников ельниками на Сахалине / Ю.Г. Карташев // Динамические процессы в лесах Дальнего Востока. – Владивосток, 1984. – С. 84–90.
21. Комаров, В.Л. Избранные сочинения / В.Л. Комаров. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1950. – Т. VI. – С. 527.
22. Шамшин, В.А. Возраст рубки в лиственничниках Камчатки / В.А. Шамшин // Вопросы географии Камчатки. – 1964. – Вып. 2. – С. 112–113.
23. Ефремов, Д.Ф. Рост и развитие корневых систем лиственницы курильской на Камчатке / Д.Ф. Ефремов // Охрана природы и рациональное использование природных ресурсов. – Хабаровск, 1976. – С. 157–159.
24. Поздняков, Л.К. Леса и лесные ресурсы Южной Якутии / Л.К. Поздняков, В.И. Гортинский. – М.: Изд-во АН СССР, 1960.
25. Баценко, А.А. Перестойные деревья лиственницы сибирской и их роль в восстановлении коренных насаждений / А.А. Баценко // Изв. Сиб. Отд. АН СССР, серия биолого-медицинских наук Новосибирска. – 1964. – № 4. – Вып. 1. – С. 196–197.
26. Тимофеев, В.П. Лесоводство / В.П. Тимофеев, Н.В. Дылис. – Сельхозиздат, 1953. – 552 с.
27. Шиманюк, А.П. Дендрология / А.П. Шиманюк. – ГЛБИ: Лесная пром-сть, 1967. – 331 с.
28. Потапов, Л.С. Типичные ландшафты центральной части долины реки Камчатки и их хозяйственное значение: Опыт типол. районирования / Л.С. Потапов // Природные условия и планирование Камчатской области. – М., 1963. – С. 36–53.
29. Елагин, И.Н. Микроклимат и ритм развития растений на лесосеках Камчатки / И.Н. Елагин // Изв. Сиб. Отд. АН СССР. – 1964. – № 12. – С. 71–76.
30. Дьяконов, Ф.В. Камчатская обл. (Экол.-геогр. характеристика) / Ф.В. Дьяконов // Дальний Восток-М., 1966. С. 389–431.
31. Зонн, С.В. Лесные почвы Камчатки. Камч. геол.- геофиз. обсерватория. Лаб. лесоведения / С.В. Зонн, Л.О. Карпачевский, В.В. Стефин. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 254 с.
32. Абатуров, А.В. Биоэкологические особенности лиственницы курильской на Камчатке / А.В. Абатуров // Тезисы Всесоюзного совещания по вопросам адаптации растений к экстремальным условиям среды в северных районах СССР (14–17 сент. 1971 г.). – Петрозаводск, 1971. – С. 3–5.
33. Абатуров, А.В. Рост лиственницы после выборочных рубок / А.В. Абатуров // Изв. высш. учеб. заведений. Лесной журнал – 1972. – № 2. – С. 146–148.
34. Турков, В.Г. Естественное возобновление основных древесных пород среднего течения реки Камчатки и меры содействия ему / В.Г. Турков // Леса Камчатки и их лесохозяйственное значение. – М., 1963. – С. 126–167.
35. Абатурова, Г.А. Семеношение лиственницы на Камчатке / Г.А. Абатурова, А.В. Абатуров, В.А. Нестерова // Биологические проблемы Севера: VI симпозиум./СО АН СССР. – С. 51–56.
36. Дылис, Н.В. Лиственница восточной Сибири и Дальнего Востока / Н.В. Дылис. – М.: АН СССР. – 1961. – 210 с.
37. Сукачев, В.Н. Дендрология с основами лесной геоботаники / В.Н. Сукачев. – Л.: Гослестехиздат, 1934. – 612 с.
38. Шершукова, О.П. Кариотип ели аянской / О.П. Шершукова // Лесоведение. – 1976. – № 2. – С. 58–64.
39. Манько, Ю.И. Еловые леса Камчатки / Ю.И. Манько, В.П. Ворошилов. – М.: Наука, 1978. – 256 с.

ЛИНЕЙНЫЙ И РАДИАЛЬНЫЙ ПРИРОСТЫ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В ВОЛЖСКО-КАМСКОМ И ЦЕНТРАЛЬНО- ЛЕСНОМ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ПРИРОДНЫХ ЗАПОВЕДНИКАХ

А.Е. КУХТА, ведущий научный сотрудник Института глобального климата Росгидромета и РАН, канд. биол. наук,

Д.Е. РУМЯНЦЕВ, доц. каф. селекции, генетики и дендрологии МГУЛ

landgraph@list.ru

Для оценки состояния древостоев и для реконструкции климатических и экологических факторов прошлого широко применяются методы дендрохронологии по радиальному приросту, но значительно реже – по линейному приросту (в высоту) [1–6]. При всей необъятности литературы, посвященной дендрохронологии как области теоретического знания и совокупности методологических подходов, с нашей точки зрения, наблюдается недостаток изученности взаимосвязей линейного и радиального приростов сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L. Целью данной статьи является выявление характера взаимозависимостей линейных и кольцевых приростов древостоев сосны в различных климатических условиях.

Изучаемым показателем в нашем исследовании являются ряды отклонений и линейного прироста от возрастных трендов (т.е. индексов прироста), характеризующих степень вариабельности хода роста деревьев. Объектом измерений послужила сосна обыкновенная *Pinus sylvestris* L.. Оба типа дендрохронологических измерений – линейного и радиального приростов – осуществлялись в пределах одних и тех же пробных площадей. Радиальный прирост определялся у спелых и приспевающих деревьев, а линейный – у подроста высотой не ниже 1 м и не выше 2,5 м. Выбор последнего объекта обусловлен необходимостью массовых, дешевых, нетрудоемких и неповреждающих измерений для осуществления экологического мониторинга на сети станций Росгидромета РФ [1–6]. Сравнимость рядов кольцевых и линейных индексов приростов обуславливается, с нашей точки зрения, схожестью климатических и эдафических условий произрастания, в значительной степени определяющих степень вариабельности роста. Сравнимыми,

по нашему мнению, являются и хронологии подроста и спелых деревьев. Поскольку в рассматриваемых рядах удален возрастной тренд, мы имеем дело только с годовыми отклонениями от хода роста, которые обуславливаются в значительной степени абиотическими факторами [5, 6].

Пробные площади закладывались маршrutным способом, расстояние между ними составляло 100–500 м. На каждой пробной площади на высоте 1,3 м возрастным буровом отбирались керны у одного спелого или приспевающего дерева. Ширина годового кольца была промерена с точностью до 0,05 мм. Для определения линейного прироста на каждой пробной площади отбиралось по 5 ювенильных сосен. Измерялись междоузлия стволиков, начиная с прироста года измерения и до последнего, уверенно выделяемого по направлению к комлю.

Ряды индексов приростов были получены путем деления абсолютных значений приростов каждого года на скользящее среднее приростов по 5 годам. Данный способ расчетов обеспечивает удаление возрастного тренда. Полученные с помощью указанной процедуры значения осреднялись следующим образом: ряды индексов линейного прироста – по пробным площадям, а потом по территориям заповедников; ряды индексов радиального прироста – по территориям заповедников. Поиск и исследование взаимосвязей рядов индексов линейных и кольцевых приростов проводились путем корреляционного анализа средствами пакета Excel.

Исследования проходили на территории Раифского участка Волжско-Камского государственного природного заповедника (ВКГЗ) в 2002 г. и Центрально-Лесного государственного природного заповедника (ЦЛГЗ), в урочище «Старосельский мох», в

2008 г. Описания двух изучаемых территорий для лучшего понимания закономерностей роста и развития древостоев мы приводим по [<http://www.biodiversity.ru/>].

ЦЛГЗ расположен в юго-западной части Валдайской возвышенности в пределах Главного водораздела Русской равнины, на стыке западноевропейского и восточноевропейского районов континентальной области умеренного климата. Средняя многолетняя температура $3,6^{\circ}$, абсолютный максимум 38° , абсолютный минимум 48° . За год выпадает в среднем 700 мм осадков, причем большая часть – в теплый период года. Общее количество осадков значительно превышает суммарное испарение, что обуславливает положительный баланс влаги.

Район заповедника представляет собой слабовсхолмленную водораздельную равнину, почти нерасчлененную и заболоченную, с небольшим наклоном к северо-западу. Абсолютные отметки равнины колеблются от 220 до 270 м. На гидрологический режим территории заповедника существенно влияют верховые болота, и в настоящее время заболачивание лесов за счет разрастания современных торфяников продолжается.

Заповедник относится к Среднерусской провинции дерново-подзолистых среднегумусированных почв южнотаежной подзоны Центральной таежно-лесной области подзолистых почв. Для наших мест пробоотбора со сфагновыми, осоково-пушицево-сфагновыми сосняками характерны болотные почвы.

Во флоре заповедника господствуют бореальные и неморальные растения. По схеме ботанико-географического районирования территория заповедника входит в зону хвойно-широколиственных лесов. Сосновые древостои занимают 10 % площади заповедника. Это преимущественно заболоченные сфагновые, пушицево-сфагновые, кустарничково-сфагновые (багульниковые и голубичные), а также травяно-сфагновые сосняки. Подобные сообщества занимают окраины верховых болот, в том числе болота «Старосельский мох». В этих низкопродуктивных биотопах доминируют брусника, осока шаровидная, пушица влагалищная, подбел, кассандра, голубика, багульник, клюква обыкновенная, марьянник

луговой, росянка круглолистная. В моховом покрове господствуют сфагновые и политриховые мхи. Встречаются карликовая береза, клюква мелкоплодная, морошка, водяника.

ВКГЗ. По генетической классификации Алисова [7], территория ВКГЗ расположена в атлантико-континентальной европейской области, в юго-восточной ее подобласти. Климат здесь характеризуется как умеренно континентальный, с резкими колебаниями температуры и неравномерным выпадением осадков. В год выпадает в среднем 552,1 мм осадков. Среднегодовая температура $3,1^{\circ}$, средняя самого теплого месяца (июля) $23,8^{\circ}$, самого холодного (января) – $19,3^{\circ}$.

Территория заповедника лежит на левобережных террасах Волги. Рельеф Раифского участка равнинный. Центральная его часть сильно понижена, имеет дюнно-бугристый характер, с лощинами и древними балками. Абсолютные отметки на дне речных долин и озерных котловин не превышают 60–62 м, в то время как на северо-западе и юго-востоке – 100–105 м. Пески и супеси здесь чередуются с глинистыми и суглинистыми прослойками.

В заповеднике в основном дерново-подзолистые почвы. В зависимости от местоположения в рельефе, почвообразующих пород, древесной растительности почвы имеют разную степень оподзоленности (от скрыто-подзолистых до сильноподзолистых) и гумусированности (гумус – от 0,5 до 5 %). Различен и их механический состав – от рыхлых песков до суглинков.

Во флоре заповедника зарегистрировано 844 вида сосудистых растений, из которых 40 % таежных и 34 % неморальных. Здесь сочетаются формации трех лесных зон европейской части России – южной тайги, смешанных и широколиственных лесов. На песчаных и супесчаных оподзоленных почвах преобладают сосняки лишайниковые, брусничные, черничные, кисличные, липовые, костянично-снытевые и пролесниковые. Чистые сосняки доминируют на севере лесничества, а с примесью ели и лиственных пород во втором ярусе – в его центре.

В напочвенном покрове лесов заповедника сочетаются элементы хвойных и широколиственных лесов. Для чернично-моховых

боров характерны черника, брусника, костяника, грушанка круглолистная, молиния, ожика волосистая, майник двулистный, седмичник европейский, линнея северная и др.; из зеленых мхов обычен гилокомиум. В лучших условиях произрастания чернично-моховые сосняки заменяются кислично-моховыми с крупнолистными мхами (мниум, родобриум розовый), одноцветкой крупноцветной и калипсо клубненосной. В сложных сосняках с мощным травяным покровом господствуют сныть, костяника и лесные осоки.

В октябре 2002 г. на территории ВКГЗ было заложено 22 пробных площади, на каждой из которых было обследовано от двух до пяти деревьев (всего 67 деревьев) для определения линейного прироста. Для определения радиального прироста в пределах заложённых площадей было отобрано 36 кернов. Площади закладывались в свежих биотопах: в сосняках зеленомошных, в сосняках разнотравных, в смешанном лесу.

В августе 2002 г. на территории ЦЛГЗ было заложено 42 пробных площади по 5 деревьев на каждой (всего 210 деревьев) для определения линейного прироста. В 2008 г. для определения радиального прироста в пределах тех же пробных площадей было отобрано 12 кернов. Пробные площади закладывались во влажных биотопах: в сосняках сфагновых, травяно-сфагновых и на сфагновых болотах.

Разница в объеме материала по линейному приросту, отобранного в двух заповедниках, объясняется тем, что в ВКГЗ сосна возобновляется неохотно; фактически заповедник находится на южной границе ареала этого вида. Обнаружить парцеллу подроста, обеспечивающую достаточную повторность измерений, весьма трудно.

Корреляционный анализ рядов индексов прироста сосны в ВКГЗ выявил обратную зависимость с коэффициентом корреляции $R = -0.47$ для соотношения «линейный прирост текущего года – радиальный прирост будущего года» (уровень достоверности здесь и ниже принят равным 90 %). Известно, что линейный прирост текущего года во многом определяет размер и качество почки возобновления, от которых находится в прямой зависимости линейный прирост будущего

года [8,9]. Таким образом, линейный прирост (опосредованно – через почку возобновления и общий запас ассимилятов) ограничивает ресурсы кольцевого прироста не только в текущем, но и в будущем году и до некоторой степени становится конкурентом радиального прироста будущего года. Вероятно, при использовании депо ассимилятов дерева апикальный прирост имеет преимущество перед кольцевым, о чем свидетельствуют массово наблюдаемые в лесах «деревья-хлысты», стремящиеся достичь своей кроной доминантного яруса в ущерб толщине ствола и, следовательно, необходимой его прочности. Очевидно, данный механизм носит адаптивный характер, обеспечивая участие дерева в конкурентной борьбе за свет.

Взаимосвязь «радиальный прирост текущего года – линейный прирост будущего года» характеризуется значимым положительным коэффициентом корреляции ($R = 0.44$). Процесс радиального роста продолжается у сосны до конца августа–сентября, в это время происходит формирование почек возобновления и готовится запас питательных веществ, с помощью которого начнется линейный рост побега и формирование ранней древесины в начале вегетационного сезона будущего года. Успешное осуществление деревом программы радиального прироста будет означать достаточный запас ассимилятов и хорошее качество почки возобновления, что обеспечит оптимальный апикальный рост в следующем вегетационном сезоне. Таким образом, больший радиальный прирост текущего года обуславливает больший линейный прирост на будущий год.

Корреляционный анализ рядов линейных и кольцевых индексов для древостоев ВКГЗ не показал значимого коэффициента корреляции для соотношения «линейный прирост текущего года – радиальный прирост текущего года». Обнаруженное явление может объясняться тем, что линейный и радиальный приросты текущего вегетационного сезона для осуществления своих программ роста, кроме запаса ресурсов дерева, используют синтезируемые в данный момент времени ассимиляты. Результаты корреляционного анализа линейного и радиального приростов ВКГЗ представлены на рис. 1.

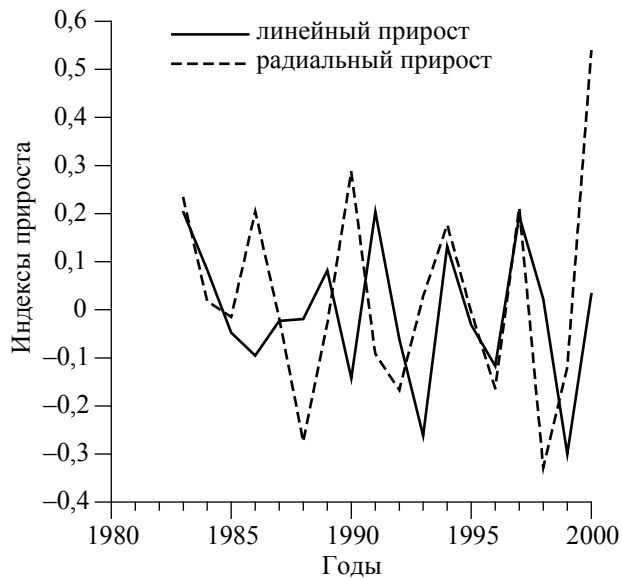


Рис. 1. Ряды индексов линейного и кольцевого приростов в Волжско-Камском государственном природном заповеднике

Корреляционный анализ рядов линейных и кольцевых индексов для древостоев ЦЛГЗ не показал значимого коэффициента корреляции ни для соотношения «линейный прирост текущего года – радиальный прирост текущего года», ни для соотношений «линейный прирост текущего года – радиальный прирост будущего года» и «радиальный прирост текущего года – линейный прирост будущего года» (рис. 2).

Обращает на себя внимание различие между двумя исследуемыми территориями по признаку наличия или отсутствия взаимосвязи между рядами индексов линейного и радиального прироста. Представляется вероятным, что обнаружение конкурентных отношений двух видов приростов (таких, которые обнаружены нами для древостоев ВКГЗ) возможно, когда наблюдается достаточно жесткое воздействие на популяцию какого-либо лимитирующего фактора. В среде же, не лимитирующей биологическую систему ни по одному из существенных компонентов экологической ниши, конкурентные отношения между элементами системы не возникают или остаются замаскированными «шумом» и не поддаются регистрации.

Зависимость параметров жизнедеятельности деревьев от географического их положения (т.е. от уровня воздействия абиотических факторов) отмечалась во многих ра-

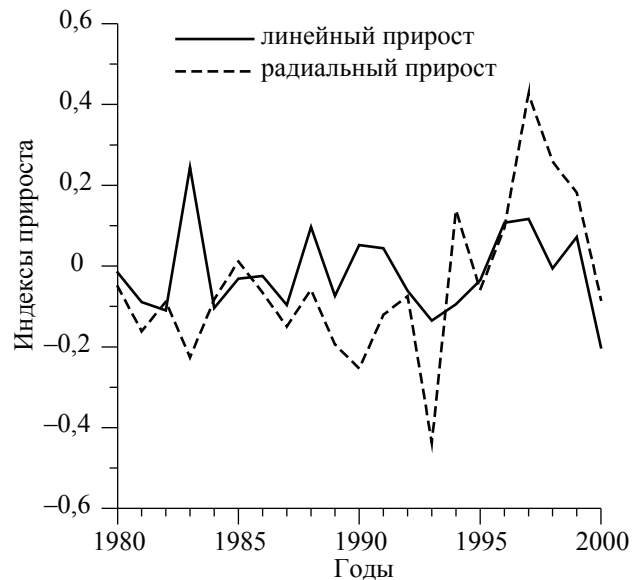


Рис. 2. Ряды индексов линейного и кольцевого приростов в Центрально-Лесном государственном природном заповеднике

ботах, например, в [Минин, Горбунов, 1995; Минин, Козин, Собакинских, 1993; Цельникер, Малкина, Завельская, 2002]. Какой же фактор является лимитирующим для сосняков ВКГЗ и не ограничивает роста древостоев на территории ЦЛГЗ? Мы предполагаем, что это влагообеспеченность деревьев, зависящая от суммы атмосферных осадков. Первостепенная важность данного фактора для древесных растений неоднократно подчеркивалась в литературе [Ваганов, Шашкин, 2000; Елагин, 1969; Елагин, 1994; Елагин, 19764; Кухта, 2009; Kozłowski, Pallardy, 1997], а также были подтверждены в наших предыдущих работах [Кухта, Рудкова, Парамонов, 2006; Кухта, Титкина, Рудкова, 2005; Кухта, 2009]. Две исследуемых территории существенно различаются по климатическим характеристикам. Так, ЦЛГЗ расположен в зоне достаточного увлажнения (см. описание заповедников), и к тому же в нашем исследовании рассматриваются только болотные биогеоценозы. Здесь сосна практически никогда не испытывает дефицита влаги. В то же время на территории ВКГЗ при свойственной данной подобласти величине инсоляции (при невысокой облачности и значительной сухости воздуха) увлажнение почв приближается к нижнему пределу, достаточному для древесных растений; относительная влажность почв к концу весны спускается до 44 % (в Казани) и еще существ-

веннее снижается во вторую половину лета. К тому же почвы заповедника характеризуются низкой влагоемкостью, грунтовые воды лежат глубоко. Все это вместе с указанным выше нарастающим к концу вегетационного сезона дефицитом (с точки зрения увлажнения почв) атмосферных осадков определяет напряженность среды для древостоев сосны по признаку влагообеспеченности.

Для проверки нашего предположения о действии такого лимитирующего фактора, как дефицит осадков, на сосняки ВКГЗ (в отличие от древостоев ЦЛГЗ) был осуществлен корреляционный анализ рядов индексов приростов древостоев двух заповедников и аномалий месячных сумм осадков вегетационных сезонов текущего и предыдущего годов. Вовлечение в анализ сумм осадков предшествующего года необходимо, поскольку для прироста текущего года важны размер и качество почки, заложенной в предыдущем году, а также количество хвои прошлых лет, осуществляющей донорские функции по отношению к рассматриваемому побегу [3,4, 5, 6, 8,9]. Результаты анализа представлены в табл. 1 и 2.

Как следует из табл. 1, для линейного прироста текущего года и в ВКГЗ, и в ЦЛГЗ характерны значимые прямые зависимости, обнаруживаемые для фенофазы роста линейного побега и формирования ранней древесины ($R = 0,591$ для ВКГЗ; $R = 0,394$, $R = 0,483$ для ЦЛГЗ). Очевидно, данная стадия развития дерева требует достаточного количества влаги не только в биогеоценозе, где наблюдается дефицит осадков, но и в обеспеченном влагой биотопе.

Радиальный прирост сосняков изучаемых заповедников, в отличие от линейного, обнаруживает различие откликов на воздействие осадков текущего года. Если в ВКГЗ осадки июня оказывают сильное благоприятное воздействие на формирование годичного кольца ($R = 0,798$, фенофаза формирования ранней древесины), то в ЦЛГЗ на той же стадии отмечено негативное воздействие осадков на прирост ($R = -0,407$). Этот результат можно объяснить дефицитом влаги в биогеоценозах ВКГЗ и избытком ее в болотных биотопах ЦЛГЗ, зачастую приводящим сосняки к водному стрессу.

Т а б л и ц а 1

**Зависимость индексов прироста
древостоев исследуемых заповедников
от аномалий месячных сумм осадков
текущего года**

	ВКГЗ		ЦЛГЗ	
	Линейный прирост	Радиальный прирост	Линейный прирост	Радиальный прирост
Март	0,271	0,255	-0,044	-0,094
Апрель	0,352	0,009	-0,129	-0,407
Май	0,591	-0,035	0,394	0,187
Июнь	-0,073	0,798	0,483	0,053
Июль	-0,205	0,048	0,179	-0,188
Август	-0,336	-0,043	-0,255	-0,198
Сентябрь	-0,345	0,354	0,105	-0,140

Т а б л и ц а 2

**Зависимость индексов прироста
древостоев исследуемых заповедников
от аномалий месячных сумм осадков
предыдущего года**

	ВКГЗ		ЦЛГЗ	
	Линейный прирост	Радиальный прирост	Линейный прирост	Радиальный прирост
Март	-0,299	-0,238	0,144	-0,302
Апрель	-0,178	-0,639	0,282	-0,180
Май	-0,422	-0,031	-0,330	0,143
Июнь	0,855	-0,066	-0,023	0,156
Июль	-0,094	0,385	-0,487	0,136
Август	-0,011	0,283	-0,081	-0,298
Сентябрь	0,676	-0,130	0,049	0,454

Результаты анализа зависимости приростов от осадков предыдущего вегетационного сезона представлены в табл. 2. Обращают на себя внимание противоположные по знаку взаимоотношения линейного и радиального прироста сосняков двух заповедников с количеством осадков предыдущего вегетационного сезона. В ВКГЗ линейный прирост обнаруживает прямую зависимость от количества осадков ($R = 0,855$ – фенофаза линейного роста междуузлий; $R = 0,676$ – фенофаза формирования почек возобнов-

ления и запаса ассимилятов), а радиальный – обратную ($R = -0,639$, стадия формирования ранней древесины). В ЦЛГЗ мы наблюдаем отрицательную корреляцию линейного прироста и количества осадков ($R = -0,487$, фенофаза развития почки возобновления). При этом радиальный прирост на стадии формирования почек возобновления и запаса ассимилятов связан с количеством осадков прямой зависимостью ($R = 0,454$). В ряде исследований отмечались тесная прямая зависимость линейного прироста от количества осадков прошлого года для сухих биотопов и обратная связь для влажных местообитаний [Елагин, 1969; Елагин, 1994; Елагин, 19764; Кухта, Рудкова, Парамонов, 2006; Кухта, Титкина, Рудкова, 2005]. Противоположные знаки зависимостей рядов линейных и кольцевых индексов от месячных сумм осадков, с нашей точки зрения, не являются показателями действительной потребности приростов во влаге. Скорее, они отражают приоритет линейного прироста в использовании запаса ассимилятов дерева и снабжение кольцевого прироста по «остаточному принципу».

Обобщая результаты корреляционного анализа, можно заключить, что, в отличие от древостоев Центрально-Лесного государственного природного заповедника, сосняки Волжско-Камского государственного природного заповедника подвергаются воздействию лимитирующего фактора – дефицита осадков и по признаку влагообеспеченности находятся на краю своего диапазона толерантности, что подтверждается низкой интенсивностью возобновления этой породы и малой численностью ее прироста.

Воздействие одного лимитирующего фактора (в данном случае – дефицита воды) в соответствии с законом Либиха обуславливает низкую относительно других местообитаний биопродуктивность сосняков ВКГЗ, и, следовательно, меньший запас ассимилятов. На границе экологической ниши вида, в условиях ограниченности ресурсов, линейный и радиальный приросты сосны вступают в конкурентные отношения за накопленные деревом запасы питательных веществ. При этом линейный прирост играет роль доминанта по отношению к радиальному, пользу-

ясь преимуществом в использовании запаса ресурсов. Данный механизм, носящий адаптивный характер, обуславливает продвижение кроны в доминирующий ярус даже в ущерб механической прочности ствола, обеспечивая дереву необходимый уровень инсоляции.

Авторы выражают благодарность сотруднику ООО «ЗДОРОВЫЙ ЛЕС» Ю.В. Панкичеву за помощь в измерении радиального прироста.

Библиографический список

1. Болтнева, Л.И. Воздействие пыле-газовых выбросов промышленных предприятий на сосновые северотаежные леса / Л.И. Болтнева, А.А. Игнатъев, Р.Т. Карабань и др. // Экология. – 1982. – № 4. – С. 37–43.
2. Кухта, А.Е. Линейный прирост деревьев как индикатор состояния среды / А.Е. Кухта // Сибирский экологический журнал. – 2003. – № 6. – С. 767–771.
3. Кухта, А.Е. Влияние температуры и осадков на годичный линейный прирост сосны обыкновенной на берегах Кандалакшского залива / А.Е. Кухта // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2009. – № 1(64). – С. 61–67.
4. Кухта, А.Е. Влияние климатических факторов на годичный линейный прирост в высоту подроста сосны обыкновенной на территории государственного природного заповедника Кивач / А.Е. Кухта, А.А. Рудкова, С.Г. Парамонов // Труды II Всероссийской конференции «Научные аспекты экологических проблем». – 2006.
5. Кухта, А.А. Прирост сосны обыкновенной как биоиндикатор межгодовых колебаний климата Обзор загрязнения окружающей природной среды в Российской Федерации за 2004 г. / А.А. Кухта, С.Н. Титкина, А.А. Рудкова. – М.: Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет), 2005. – С. 58–60.
6. Кухта, А.Е. Метод мониторинга линейного прироста ювенильных древесных растений и его роль в оценке крупномасштабных изменений состояния природной среды и климата. Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем / А.Е. Кухта, С.М. Семенов. – СПб.: Гидрометеоиздат, 2002. – Т. XVIII. – С. 167–192.
7. Алисов, Б.П. Климат СССР / Б.П. Алисов. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1956. – 128 с.
8. Gavrikov V. L., Karlin I. V. 1993. A dynamic model of tree terminal growth // Can. J. For. res., vol. 23, pp. 326–329.
9. Kozlowski T. T., Pallardy S. G. 1997. Growth Control in Woody Plants. Academic Press. 644 pp.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ТРЕНДОВ ЛИНЕЙНОГО ПРИРОСТА У ЕСТЕСТВЕННОГО ВОЗОБНОВЛЕНИЯ СОСНЫ В УСЛОВИЯХ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ

Ю.Г. ЗАХАРОВ, *асп. ВНИИЛМ*

baton09@pochta.ru

Исследование процессов роста древесных растений представляет фундаментальный интерес с точки зрения лесоведения и лесоводства. Целью настоящей работы было исследование закономерностей изменчивости долговременных тенденций (трендов) линейного прироста у естественного возобновления сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в условиях Торопецкого лесничества, расположенного на западе Тверской области. Долговременные тенденции отражают эффекты конкурентных взаимодействий, почвенного плодородия, лесохозяйственной деятельности и иных экологических факторов с медленно меняющейся дозой, так же как и эффекты генотипической природы [1].

Территория лесничества относится к северной части подзоны смешанных лесов зоны хвойно-широколиственных лесов [2]. Согласно региональному районированию, разработанному в 1959 г. для Тверской (бывшей Калининской) области, с учетом особенностей геоморфологии, почв, состава, производительности лесов и климата, территория лесничества отнесена к юго-западному району хвойных лесов, для которого характерно преобладание хвойных пород. Сосновые насаждения наиболее распространены в юго-восточной части

района и занимают 23 % лесопокрытой площади. Сосновые типы леса занимают немного меньшую площадь – 22,5 %. Наиболее распространенными из них являются сфагновый (36 %) и брусничный (34 %). Затем идет черничный (13 %), долгомошный (11 %), кисличный (4 %) и лишайниковый (2 %). В еловых типах леса сосновые насаждения встречаются редко (<1 %). Наиболее распространенными почвами на территории района являются дерново-подзолистые суглинистые (45 %) и дерново-подзолистые супесчаные (27 %) со средней и сильной степенью оподзоливания. Значительное распространение имеют торфяно-болотные (около 19 %). Сосновые леса в основном произрастают на дерново-слабоподзолистых супесчаных и песчаных почвах, а также на торфяно-глеевых и торфянистых. На многих участках лесных земель наблюдается успешное естественное возобновление сосны.

Изучение структуры и естественного возобновления популяций древесных растений осуществлялось по общепринятым методикам с учетом типологии леса [3, 4]. В период с октября по ноябрь 2008 г. нами были заложены пробные площади в разных типологических условиях, анализ проведен на 6 из них.

Т а б л и ц а

Характеристики пробных площадей, заложенных для учета закономерностей роста естественного возобновления сосны в условиях различных групп типов леса

Тип условий местопроизрастания / группа типов леса	Характеристика пробной площади	Число пробных площадок	Число учетных деревьев	Средний возраст учетных деревьев
B2 / брусничный	открытое место(вырубка)	1	49	5
A2 / вересковый	открытое место (вырубка)	3	35	8
B2-B3 / брусничный – черничный	открытое место (вырубка)	4	30	4
A4-A5 / долгомошный-сфагновый	под пологом усохшего древостоя	5	18	4
A2 – B2/ брусничный	под пологом соснового древостоя	4	104	5
A2 / вересковый	под пологом соснового древостоя	2	100	4

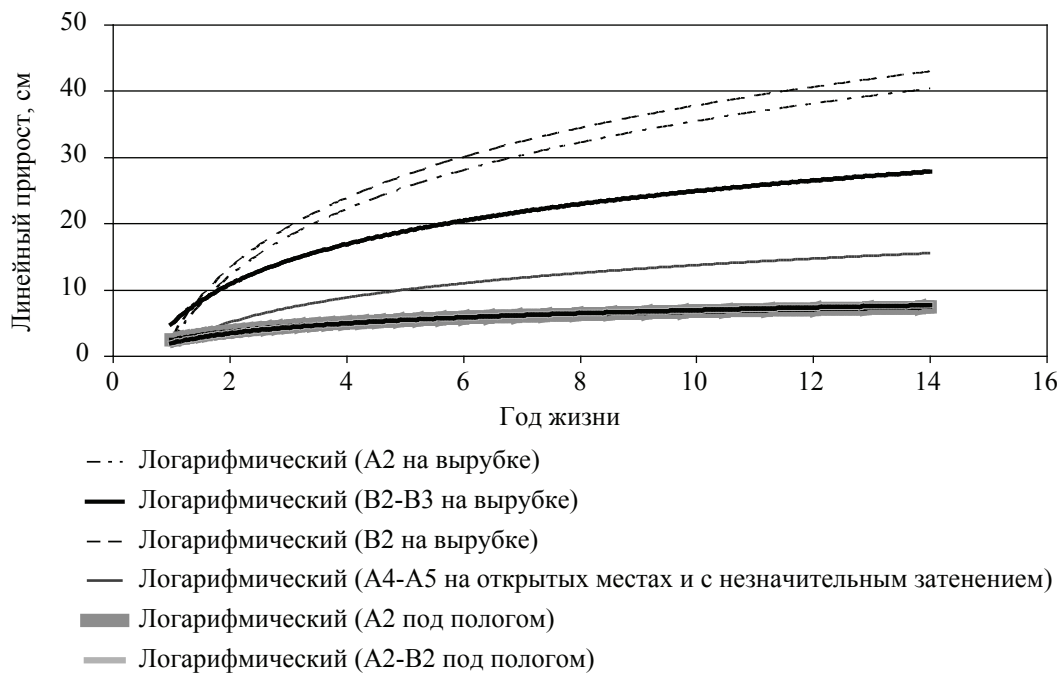


Рисунок. Кривые изменчивости прироста в высоту естественного возобновления сосны в разных экологических условиях

Комплекс работ на пробных площадях включал измерения линейного прироста сосны в высоту по мутовкам с точностью до 1 см с помощью линейки, измерения диаметра ствола у шейки корня (или на высоте груди) в различных условиях местопроизрастания (открытые и участки под пологом леса). Характеристики пробных площадей приведены в таблице. В пределах пробной площади закладывалось от 1 до 10 круговых учетных площадок площадью 10 м², каждая из которых включала от 1 до 60 учетных деревьев.

Для каждой пробной площади была рассчитана средняя (по всем учетным деревьям) кривая линейного прироста в высоту. Прирост в пределах этой кривой колеблется от года к году в связи с изменениями экологических факторов [5]. Для того чтобы перейти к закономерностям роста, обусловленным экологическими особенностями пробной площади (тип условий произрастания, уровень освещенности), нами рассчитывались тренды (линии усредненных значений) линейного прироста. В качестве аппроксимирующей функции была выбрана логарифмическая, наиболее точно описывающая динамику прироста. Ниже приводятся уравнения, отражающие тенденции роста естественного возобновления сосны в высоту на разных пробных

площадях и точность аппроксимации ими исходных кривых

Пп 1:

$$Y = 15,265 \ln(x) + 2,7288 \quad R^2 = 0,93$$

Пп 2:

$$Y = 14,537 \ln(x) + 2,053 \quad R^2 = 0,77$$

Пп 3:

$$Y = 8,7397 \ln(x) + 4,8218 \quad R^2 = 0,88$$

Пп 4:

$$Y = 5,3671 \ln(x) + 1,4192 \quad R^2 = 0,90$$

Пп 5

$$Y = 2,1793 \ln(x) + 1,9637 \quad R^2 = 0,92$$

Пп 6

$$Y = 1,8854 \ln(x) + 2,4421 \quad R^2 = 0,66$$

Таким образом, во всех случаях нам удалось описать изменчивость линейного прироста с достаточно высоким уровнем точности (до 93 % изменчивости) с помощью логарифмических моделей в возрастном промежутке от 1 до 15 лет в зависимости от различных экологических факторов.

На основании данных, отраженных на рисунке, можно сделать ряд заключений.

Наибольшим приростом в высоту характеризуются деревья сосны, произрастающие на вырубках в условиях B2/Сосняк брусничный (пп1) при оптимальной освещенности. Близки к ним по величине прироста деревья, произрастающие на вырубках

с условиями А2/Сосняк вересковый (пп2), но все же тип В2, как более плодородный, обеспечивает лучшие условия для формирования высокого линейного прироста у естественно-го возобновления сосны на вырубке.

С возрастом уровня увлажнения почвы от свежих к сырым условия для роста сосны в высоту ухудшаются; так в типе В2-В3/Сосняк черничный (пп3) линейный прирост по своим абсолютным значениям значительно ниже, чем на вырубках в типе А2 и В2. Еще ниже прирост на пробной площади 4 с высоким уровнем увлажнения и небольшой затененностью (А4-А5/Сосняк долгомошный сфагновый, уровень освещения несколько ниже за счет того, что возобновление находится под пологом сухостойных деревьев).

Наиболее низкий линейный прирост характерен для пробных площадей, заложенных под пологом древостоя сосны, при этом не наблюдается сколько-нибудь заметной разницы между приростом в разных типах условий местопроизрастания (В2 и А2).

В итоге можно сделать вывод, что для роста естественного возобновления сосны в высоту условия освещенности более значимы, чем другие экологические факторы. Полученные нами уравнения динамики линейного прироста могут использоваться в дальнейшем при построении экологических моделей развития фитоценозов. Сопоставление подобного рода кривых для разных географических районов может быть использовано для лесорастительного районирования, которое согласно статье 15 действующего ЛК РФ должно осуществляться в соответствии с научно обоснованной методологией [6].

В целом полученные результаты хорошо объяснимы. Минеральное питание имеет большое значение для дерева, поскольку для его нормального роста и развития необходимо достаточное снабжение элементами питания. Потребление биогенных элементов у сосны на открытых участках резко возрастает после 15 лет, достигая максимума в 45-летнем возрасте – в период максимального прироста биомассы [7].

Большое влияние на поглощение элементов питания из почвы оказывает освещенность, которая резко меняется под пологом древостоя. Отмечено, что снижение освещенности от 70 до 0,5 % от полной уже в первые сутки приводит к 5–6 кратному сокращению поглощения фосфора корнями сосны [7].

Экологическое значение воды обусловлено ее физиологической ролью и определяет в конечном итоге интенсивность других физиолого-биохимических процессов, связанных с ростом. Благодаря целому ряду морфологических и функциональных особенностей, например высокой ксероморфности листового аппарата, пластичности корневой системы, сосна обыкновенная способна произрастать как в условиях заболачивания, так и засухи. В этом плане она по ряду показателей превосходит остальные хвойные породы [7].

Знание закономерностей роста естественного возобновления сосны обыкновенной на вырубках и под пологом леса имеет большое значение для лесоведения и лесоводства. Эффективное управление процессами восстановления лесов возможно лишь на основе изучения их особенностей в различных природных регионах и типах.

Библиографический список

1. Дендрохронологическая информация в лесоводственных исследованиях / Под ред. В.А. Липаткина и Д.Е. Румянцева. – М.: МГУЛ, 2007 – 137 с.
2. Курнаев, С.Ф. Лесорастительное районирование СССР / С.Ф. Курнаев. – Л.: Наука, 1973 – 204 с.
3. Сукачев, В.Н. Дендрология с основами геоботаники / В.Н. Сукачев. – Л.: Гослестехиздат, 1934 – 614 с.
4. Санников, С.Н. Экология и география естественного возобновления сосны обыкновенной / С.Н. Санников. – М.: Наука, 1992 – 264 с.
5. Крамер, П. Физиология древесных растений / П. Крамер, Т. Козловский. – М.: Гослесбумиздат, 1963 – 627 с.
6. Лесной кодекс Российской Федерации. Комментарии. – М.: ВНИИЛМ, 2007 – 856 с.
7. Судачкова, Н.Е. Физиология сосны обыкновенной / Н.Е. Судачкова, Г.И. Гирс, С.Г. Прокушкин и др.. – М.: Наука, 1990 – 248 с.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАГИ ПО СЕЧЕНИЮ СТВОЛА В ДРЕВЕСИНЕ БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ

И.Б. АМОСОВА, *асп. каф. экологии и защиты леса АГТУ,*

П.А. ФЕКЛИСТОВ, *проф. каф. экологии и защиты леса АГТУ, д-р с.-х. наук*

pfeklistov@yandex.ru

Водный режим древесных растений является важным условием их нормального функционирования, от него во многом зависит продуктивность как отдельных деревьев так и древостоев. Размеры общего поперечного сечения стволов деревьев, участвующих в проведении воды, различны. У большинства видов центральная часть ствола превращается в ядро и становится физиологически неактивной [3]. У лиственных пород в продвижении воды участвуют самые внешние сосуды, часто последние годовичные кольца [4]. К сожалению, сведений о водопроводящей зоне, о распределении влаги по сечению ствола крайне мало. Изучение физиологических свойств березы является актуальной проблемой, т.к. береза стала одной из главных лесообразующих пород [1, 2]. Особенно важно это для северной и средней подзон тайги, где таких исследований не проводилось.

Исследования выполнялись на территории Архангельской области в 2007–2008 гг. Заложено девять пробных площадей, из которых семь располагались в северной подзоне (Архангельское лесничество), а две – в средней (Яренское лесничество). Пробные площади закладывались в березняках черничных. Отбирали по 25–30 учетных деревьев, которые распределяли по ступеням толщины. У каждого дерева определяли возраст, описывали внешнее состояние: h поднятия трещиноватой коры, % лишайников на стволе, количество сухих веток в кроне, учитывали механические повреждения, измеряли основные морфометрические показатели (высоту дерева и диаметр на высоте 1,3 м).

Влажность березы повислой определяли по кернам, отобраным на высоте 1,3 м возрастным буравом. Затем анализировали распределение воды по керну (по сечению ствола от камбия к сердцевине). Исходя из того, что годовичные кольца, участвующие в проведении воды, должны резко отличаться

от остальных, мы рассмотрели изменение влажности по поперечному сечению ствола березы от камбия к сердцевине. Каждый керн разрезали на образцы по 5 мм длиной и сразу же взвешивали на электронных весах с точностью до 0,01г. После образцы высушивали до воздушно-сухого состояния и затем взвешивали еще раз. Разность между этими величинами показывала содержание воды на определенном расстоянии от камбия, которое выражали в процентах. Всего было извлечено 225 кернов, проанализировано 4080 образцов древесины и выполнено 8160 взвешиваний. При оценке результатов использовались методы вариационной статистики.

На всех девяти пробных площадях представлен смешанный древостой. Под пологом березы проходит постепенное возобновление ели и сосны. Возраст березняков на всех площадях в среднем равен 40 годам, что соответствует средневозрастному древостою.

Средние показатели высоты и диаметра деревьев соответствуют норме (h – 18 м; d – 17 см). Серьезных механических повреждений не обнаружено. Чаще всего встречается ободранная береста, следы от затесов для сбора березового сока. Встречается частичное оголение корней, примерно у 7 % деревьев. Усыхающих крон не обнаружено. У подавляющего большинства берез в нижней части кроны отмечено 2–3 сухих ветки. Высота кроны в среднем равна 8 м. Трещиноватая кора встречается достаточно часто, у 40 % деревьев. Но глубина трещин небольшая и высота поднятия трещиноватой коры в среднем 50 см от основания ствола. Определили процент покрытия лишайниками стволов березы – 42 %. Отмечено, что в березняках черничных свежих процент лишайников на стволе и печеночных мхов выше на 15 %, чем в березняках черничных.

Анализ внешнего описания березы на пробных площадях показал, что развитие древостоя соответствует норме.

Характеристика древостоя на пробных площадях

№ пр/пл	Тип леса	Состав	Порода	Среднее значение		Возраст, лет	Полнота относит.	Запас на гектар	Бонитет
				D, см	H, м				
1	Березняк черничный свежий	5Б3Е1Ос ед С; Ол	Б	22	17	43	0,5	96,3	I
			Е	17	17		0,2	64,2	
			Ос	20	18		0,1	11,7	
2	Березняк черничный	8Б1Е+Ос	Б	24	23	51	0,7	106	Ia
			Е	20	21		0,1	23,3	
			Ос	18	23		0,04	8,5	
3	Березняк черничный	5Б3С2Ос +Е	Б	15	18	43	0,5	97,5	II
			С	20	19		0,2	64,2	
			Ос	18	18		0,1	23,3	
4	Березняк черничный свежий	5Б4Ос+Ол ед. Е	Б	14	18	37	0,4	78	I
			Ос	21	19		0,3	76,2	
			Ол	19	17		0,04	8,5	
5	Сосняк черничный свежий	5С4Б1Ос ед. Е	С	27	19	45	0,3	96,3	II
			Б	17	15		0,3	44,4	
			Ос	21	18		0,05	11,7	
6	Березняк черничный	5Б2Ос2С +Е	Б	13	18	30	0,4	78	I
			Ос	23	19		0,1	25,4	
			С	25	17		0,09	24,8	
7	Березняк черничный	3Б3С2Е 2Ос	Б	13	18	41	0,4	78	I
			С	22	21		0,2	75	
			Е	17	17		0,1	26,8	
			Ос	19	17,5		0,1	23,3	
8	Березняк черничный свежий	6Б3Е1С ед. Е	Б	17	18	40	0,6	117	I
			Е	20	20		0,2	70,4	
			С	25	20		0,1	34,7	
9	Березняк черничный	10Б+Ос+Е	Б	19	28	36	0,8	294	Ia



Рис. 1. Теснота связи между расстоянием от камбия и влажностью древесины у разных деревьев

При заборе кернов для определения влажности древесины было установлено, что 50 % деревьев березы гнилые или имеют признаки поражения дереворазрушающими грибами.

Корреляционный анализ показал, что влажность древесины по сечению ствола у разных деревьев березы зависит от ее расположения по отношению к камбию (как далеко вглубь ствола она распространяется). Достаточно высоки и преимущественно положительные коэффициенты корреляции, но особенно высоки корреляционные отношения (рис.1). Из 225 деревьев 206 имеют достоверные показатели корреляционного отношения. Достоверность оценивали по критерию Стьюдента. Пороговое значение критерия Стьюдента 2,01 при вероятности $P_B = 0,95$.

Корреляционные отношения всегда выше, чем коэффициенты корреляции. В связи с этим надо полагать, что зависимость влажности древесины от расположения по сечению ствола носит криволинейный характер. Косвенно на это указывает и тот факт, что у некоторых деревьев корреляционные отношения отрицательные, хотя у большинства положительные.

Влажность древесины в зависимости от возраста

Статистические показатели	Возраст модельных деревьев, лет					
	11–20	21–30	31–40	41–50	51–60	61–70
Среднее значение (влажность, %)	35,0	31,9	30,3	33,3	30,8	34,8
Основная ошибка	1,7	1,4	1,1	1,4	1,0	2,2
Среднее квадратическое отклонение	4,1	4,8	4,7	5,7	4,6	6,3
Коэффициент изменчивости	11,6	15,1	15,5	17,2	14,9	17,9
Точность опыта, %	4,7	4,4	3,8	4,2	3,4	6,4
Достоверность среднего значения	21,2	22,9	26,6	23,9	30,8	15,7

Такой разнотой, видимо, также свидетельствует о том, что связи криволинейные. Преобладающие корреляционные отношения $\eta = 0,7-0,8$ и $\eta = 0,9-1,0$.

Сравнение морфометрических показателей деревьев, имеющих корреляционную зависимость с расстоянием от камбия и влажностью древесины, с теми, где она отсутствует, позволяет констатировать следующее. По внешним признакам деревья отличались только по проективному покрытию лишайников на стволе. У тех, где не было корреляционной связи, процент лишайников на стволе ниже в среднем на 15 %. Кроме этого практически все деревья, у которых не установлена связь, здоровы или не имеют признаков гниения. У 80 % деревьев, где характер связи установлен, имеются признаки гниения или они уже гнилые.

Рассмотрели изменения влажности древесины березы повислой в зависимости от возраста (табл. 2).

Из полученных данных следует, что в среднем количество воды у деревьев разного класса возраста практически не меняется и равно 32 %, следовательно, уменьшение или увеличение влажности в древесине березы не зависит от возраста.

У деревьев 11–20 лет максимальная влажность наблюдается в 5 мм от камбия, а также у 70 % деревьев этой возрастной группы зафиксирован второй максимум в области сердцевины. У деревьев, принадлежащих к 21–30 и 31–40 возрастным группам, зафиксировано два максимума вблизи камбия и в центре ствола. Первый максимум в 5–10 мм от камбия, т.е. воду проводят большее число колец, чем у предыдущей возрастной группы. Последние три возрастные группы (41–50, 51–60, 61–70) имеют три максимума влажности и одинаковое их распределение: пер-

вый максимум в 5–10 мм от камбия, второй – в 25–30 мм, третий – в области сердцевины. Расстояние в 25–30 мм от камбия соответствует центральной части радиуса ствола.

Нами было выявлено, что у большинства деревьев максимальная влажность в сердцевине, следовательно, можно предположить, что в проведении воды участвует вся ксилема древесины березы. Но это противоречит всем имеющимся научным данным. По литературным источникам, в проведении воды по стволу березы участвуют только последние 3–4 годичных кольца (часть заболони), а вся остальная ксилема (сосуд) не участвует [3, 4]. На наш взгляд, у березы повышение влажности к сердцевине связано с заражением дереворазрушающим грибом – ложным трутовиком. Он вызывает центральную белую гниль. Как было уже отмечено, поражено в среднем 50 % деревьев. Питательные вещества (вода) в гифы гриба поступают только осмотическим путем. Поселившийся гриб отбирает воду из ближайших клеток, а такими являются клетки и части заболонной древесины, которая проводит воду. Поэтому центральная часть стволов становится более влажной, чем периферийная.

Сравнили показатели влажности древесины березы в северной и средней подзоне тайги (рис. 2).



Рис. 2. Распределение влажности в древесине березы в двух подзонах тайги

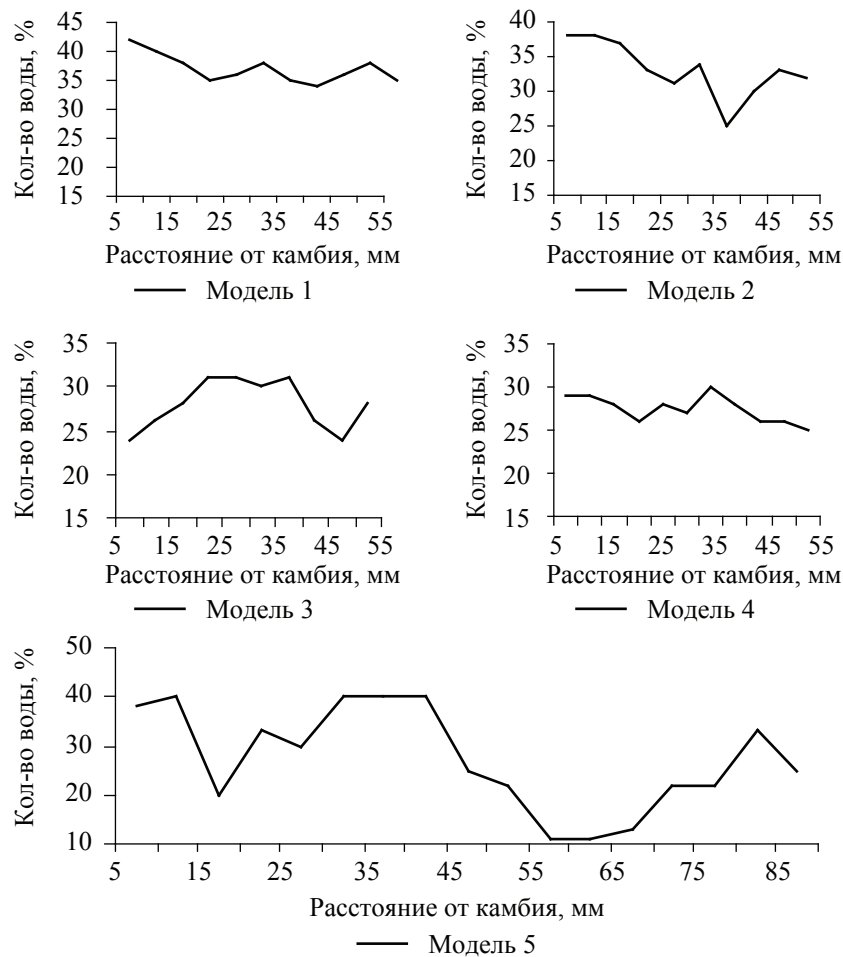


Рис. 3. Типичные модели распределения воды по радиусу ствола от камбия

Влажность древесины в среднем составляет 31 % – северная подзона тайги. В условиях средней подзоны она в среднем равна 38 %. Таким образом, влажность древесины березы выше в средней подзоне тайги. Также были отмечены более резкие перепады влажности от камбия к сердцевине в условиях северной подзоны (на 20–25 %), чем средней (на 10–15 %).

Анализ графиков изменения влаги по сечению ствола всех изученных деревьев позволяет констатировать, что это очень индивидуально. В то же время имеют место и некоторые общие черты в распределении. В связи с этим из всего многообразия нами было выделено пять наиболее характерных моделей распределения влажности в поперечном сечении ствола от камбия к сердцевине (рис. 3). Главным критерием выделения моделей являлось расстояние, на котором фиксировали максимальный процент влажности. Определяли, насколько снижается количество воды в

других участках по отношению к максимуму. Установили, к какой модели относится наибольший процент учетных деревьев.

В первой модели максимальная влажность зафиксирована на расстоянии 5 мм от камбия. Затем наблюдается снижение влажности от 5 до 25 %. К сердцевине количество воды снижается. Такой тип распределения влажности наблюдается у 24 % деревьев. Таким образом, воду в данном случае проводят только последние 3–4 годичные кольца.

Во второй модели максимальная влажность установлена на расстоянии от 5 до 15 мм от камбия. Затем содержание воды снижается на 5–30 %. Влажность к сердцевине снижается. Эта модель наблюдается у большинства учетных деревьев – 30 %. Здесь в проведении воды участвуют последние 9 годичных колец.

В третьей модели максимальная влажность зафиксирована в отрезке 20–30 мм от камбия, что примерно соответствует середине

радиуса ствола. Влажность древесины в периферической части и области сердцевины ниже на 10–30 %. В данном случае происходят резкие перепады влажности. Такое распределение влажности выделено у 16 % деревьев.

В четвертой модели определено два максимума влажности: первый находится на отрезке 5–10 мм от камбия, а второй на отрезке 30–40 мм. Между этими максимумами влажность древесины ниже на 15 %, после отрезка 30–40 мм влажность к сердцевине снижается до 30 %. Этот тип модели стоит на втором месте по распространенности, наблюдается у 27 % деревьев.

В пятой модели максимум влажности только у деревьев с большим диаметром (25 см и больше). Выделено три максимума: первый на отрезке 5–10 мм от камбия, второй в 25–35 мм, третий в 65–85 мм. Между максимумами наблюдается очень резкое снижение влажности, в среднем на 30 %. Эта модель отмечена у 3 % учетных деревьев.

Анализируя полученные результаты распределения влажности по радиусу ствола от камбия, констатируем, что у подавляющего большинства модельных деревьев (80 %) не наблюдается резких перепадов влажности. В среднем влажность снижается на 5–20 % по сравнению с максимумом.

В целом по нашим результатам в проведении воды наиболее интенсивно участвуют годовые кольца с 1 по 9, что соответствует 10–15 мм от камбия. Эти результаты близки

тем, что приводили другие исследователи [4, 5], но количество годовых колец, участвующих в проведении воды, у нас на 5 больше.

Таким образом, в результате наших исследований установлено:

1. Влажность древесины березы выше в условиях средней подзоны тайги.
2. Изменения влажности древесины не зависят от возраста.
3. Определено пять моделей распределения влажности по радиусу ствола.
4. Воду проводят последних 1–9 годовых колец. У 84 % деревьев максимальная влажность зафиксирована на отрезке 10–15 мм от камбия.
5. Установлена тесная криволинейная зависимость между расстоянием от камбия и влажностью древесины.

Библиографический список

1. Актуальные проблемы геоботаники. III Всероссийская школа – конференция. Лекции. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. – 410 с.
2. Восточно-Европейские леса: история в голоцене и современность: в 2 кн. / Центр по пробл. экологии и продуктивности лесов. – М.: Наука, 2004. – 575 с.
3. Крамер, П.Д. Физиология древесных растений / П.Д. Крамер, Т.Т. Козловский. – М.: Лесная промышленность, 1983. – 464 с.
4. Физиология древесных растений / Х. Лир, Г. Польстер, Г.И. Фидлер. – М.: Лесная промышленность, 1974. – 424 с.
5. Бюсен, М. Строение и жизнь наших лесных деревьев / М. Бюсен. – М.: Гослесбумиздат, 1961. – 424 с.

АНАТОМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА УКОРЕНЕНИЯ ЧЕРЕНКОВ КЛЕНА ПРИ ОБРАБОТКЕ СТИМУЛЯТОРАМИ РОСТА

В.В. КОРОВИН, *проф. каф. селекции, генетики и дендрологии МГУЛ, д-р биол наук,*
 В. ПАЙАМНОР, *доц. Горганского университета природных ресурсов и сельскохозяйственных наук, г. Горган, Исламская Республика Иран,*
 П.А. АКСЕНОВ, *зав. лабораторией кафедры селекции, генетики и дендрологии МГУЛ*

korovin@korolev-net.ru; vahide1356@yahoo.com; acsenov@mgul.ac.ru

Дикорастущие виды клена успешно размножаются семенами, но многие экзоты из этого рода и особенно гибридные формы, широко используемые в озеленении и садово-парковых хозяйствах, часто не дают всхожих семян или всхожесть их оказывается очень низкой. При-

чем это часто относится к наиболее ценным в отношении декоративности формам.

В специализированных лесных питомниках, располагающих хорошо оснащенными теплицами, изложенная выше проблема решается путем вегетативного размножения на-

иболее ценных форм и экзотов. Используется хорошо разработанный метод зеленого черенкования в искусственном тумане. Однако и здесь оказывается не все так просто – далеко не все желательные для озеленения формы и особенно гибриды успешно укореняются. Мы попытались изучить процесс укоренения зеленых черенков видов и гибридов клена на анатомическом уровне, чтобы выяснить некоторые причины наблюдаемого явления.

Материал и методика

В нашей работе объектами изучения служили черенки клена красного (*Acer rubrum* L.), клена серебристого (*A. saccharinum* L.), клена зеленокорого (*A. tegmentosum* Maxim.), гибриды клена красного Ч остролистного и клена красного Ч ясенелистного из Ивантеевского питомника им. академика А.С. Яблокова, а также кленов маньчжурского (*A. mandshuricum* Maxim.) и ложнозибольдова (*A. pseudosieboldianum* Kom.) из дендрочастка МГУЛ. Черенки были высажены на укоренение в теплицу с системой полива типа «туман».

В опытах были использованы водные растворы пяти экологически безопасных стимуляторов роста: ИМК (25 мг/л), циркон (1 мг/л), рибав (1 мг/л), корневин (1 г/л), эпин (0,5 мг/л) и в качестве контроля – вода. Время обработки стимуляторами роста – 14–16 часов.

Опыты проводили на базе Ивантеевского опытно-производственного лесного питомника ВНИИЛМ.

Для проведения анатомических работ путем случайного отбора откапывали по 2 укоренившихся (или неукоренившихся) черенка каждого варианта. Части черенков из зоны укоренения фиксировали для дальнейших исследований. В лабораторных условиях были сделаны срезы и проанализированы анатомически 24 варианта. Каждый вариант в конечном счете был представлен 4 срезами под одним покровным стеклом. В дальнейшем с этих препаратов были сняты цифровым фотоаппаратом и проанализированы на компьютере 352 фотоснимка.

Результаты и обсуждение

Укоренение зеленых черенков представляет собой процесс восстановления

растения из его части. Живые вегетативные клетки растений вообще характеризуются высокой степенью тотипотентности, то есть любая клетка, содержащая неповрежденный протопласт, в благоприятных условиях способна превратиться в меристематическую и дать начало целому растению.

Проведенные нами опытные работы по укоренению зеленых черенков некоторых видов и гибридов представителей рода *Acer* показали, что использованный в опытах материал существенно различался: одни растения хорошо укоренялись без стимуляции этого процесса, другие укоренялись плохо и с искусственными стимуляторами роста, третьи не укоренялись совсем.

По мнению многих специалистов, занимавшихся зеленым черенкованием и другими видами вегетативного размножения древесных растений, придаточные корни на срезанных побегах чаще всего возникают из каллуса, в котором закладываются очаги меристематической ткани, дифференцирующиеся в дальнейшем в камбий. Н.К. Вехов (1932, 1934), проводивший массовые опыты по размножению древесных растений зелеными черенками, подробно описывает образование каллусных выростов, в которых возникают очаги меристематической ткани, дающей начало придаточным корням. Близкие к этому явления описывают и многие другие авторы (Пятницкий, 1963; Пятницкий, Борисенко, 1950; Серебряков, 1954 и др.). Очевидно, так оно и обстоит со многими видами древесных растений, однако у кленов, как мы покажем далее, образование придаточных корней происходит иначе.

Далее приводим результаты сравнительного анатомического анализа укоренившихся черенков, сгруппированных по видам клена и их гибридам на фоне действия использованных в опыте ростовых веществ.

Нами были установлены различия между объектами исследования по реакции на воздействие ростовых веществ – не укореняющиеся или плохо укореняющиеся виды и гибридные растения часто под воздействием стимуляторов в нижней части черенка, в зоне среза, формировали каллусные образования, не приводящие к заложению придаточных

корней. У хорошо укореняющихся черенков процесс образования каллуса был выражен слабее или не наблюдался совсем.

Клен красный – корневин.

Успешное образование придаточных корней. Типичного каллуса не образуется. Заметно некоторое разрастание первичной коры в зоне образования придаточного корня.

После пересадки и воздействия стимуляторов во вновь образующейся ксилеме преобладают слабо дифференцированные паренхимные клетки. Лучи явно расширяются. Доля сосудов резко снижается, местами они просто отсутствуют. В целом можно сказать, что типичное для вида строение ксилемы упрощается в сторону меньшей дифференцированности структурных элементов.

В новой флоэме доля волокон уменьшается, уменьшается и их диаметр. В зоне вторичной флоэмы, образованной до черенкования, вблизи групп волокон наблюдаются группы паренхимных клеток без протопластов с кутинизированными стенками.

На границе первичной коры и флоэмы встречаются эллиптические образования, в центре которых располагаются волокна первичной флоэмы, окруженные пробкой. Можно предположить, что меристематическая ткань, подобная феллогену, возникает вокруг групп волокон под влиянием ростовых веществ или денормализующих факторов, связанных с процедурой укоренения. Зона опробковения волокон окружена феллогеноподобной образовательной тканью. Некоторые зачатки придаточных корней быстро прекращают развитие и облитерируются на начальных стадиях развития (рис. 1).

Клен красный – контроль (вода)

Придаточные корни образуются, но реже, чем в варианте с корневином. После посадки черенка камбий образовал раневое кольцо недифференцированной ксилемы, состоящее из крупных многогранных лишенных протопласта частично опробковевших клеток. В ранее образовавшейся древесине образуются патологические тилы.

В новой ксилеме отсутствуют явно выраженные сосуды, сохранена радиальная упорядоченность расположения клеток, клеточные стенки сравнительно тонкие (рис. 2).

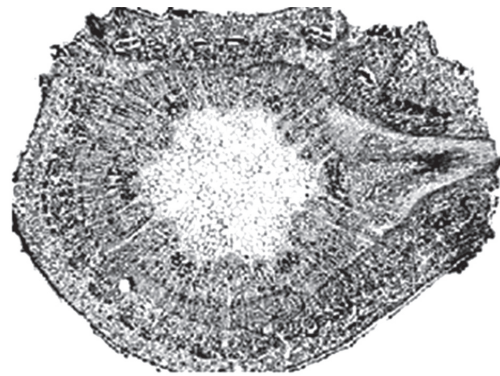


Рис. 1. Клен красный. Корневин. Придаточный корень справа. Вверху видны опробковевшие группы лубяных волокон

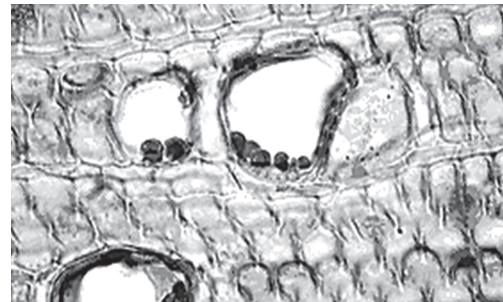


Рис. 2. Клен красный. Контроль. В сосудах хорошо видно образование патологических тилл, которые образуются в зоне контактов сосудов с лучами

Прирост вторичной ксилемы в контроле значительно меньше, чем в варианте со стимулятором роста.

Клен красный × остролистный – корневин.

Результат принципиально не отличается от варианта с кленом красным, обработанным корневином.

Клен красный × остролистный – циркон.

Успешное образование придаточных корней.

Очаги опробковения редки, присутствуют только в первичной коре и не связаны с лубяными волокнами.

Раневая реакция на границе ксилемы, образованной до обрезки и посадки и после них, выражена слабее: меньше некротических участков, меньше клеток, заполненных смолообразными веществами, почти нет опробковевших участков.

Наблюдается локальное расширение слоя первичной коры, вероятно, за счет роста растяжением под воздействием стимулятора роста.

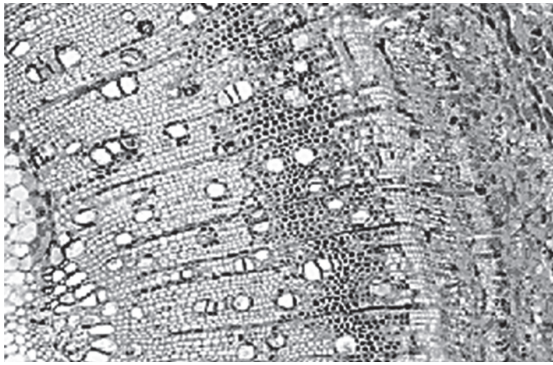


Рис. 3. Гибрид клен красный × клен ясенелистный, контроль. Придаточные корни не образуются. Слева – сердцевина побега, справа сверху – первичная кора. В середине снимка сверху вниз – зона вторичной ксилемы, трахеиды в которой заполнены смолообразными веществами

Клен красный × остролистный – контроль.

Наблюдается активное корнеобразование. Приводящие элементы корня дифференцируются быстрее, чем у клена красного и чем в вариантах с ростовыми веществами.

Кольцо раневой зоны мало отличается от варианта с цирконом. Многочисленные зоны локального опробковения вокруг групп лубяных волокон во флоэме и вокруг мелких некротических участков в первичной коре. Опробковевшие участки образуют на поперечных срезах почти сплошное кольцо.

Клен красный × ясенелистный – эпип.

Иногда наблюдается корнеобразование. Проводящие элементы корня дифференцируются быстрее, чем в предыдущем варианте. Придаточные корни быстро достигают значительных размеров.

Хорошо выражено раневое кольцо, включающее опробковевшие участки. Зоны локального опробковения в основном расположены в первичной коре и не включают лубяные волокна.

Клен красный × ясенелистный – циркон.

Придаточных корней на препаратах нет.

Сильно выражена раневая зона между участками древесины до и после черенкования с крупными участками некроза и опробковения.

Видны многочисленные крупные опробковевшие участки в первичной коре и в

непроводящей флоэме. Из зоны первичной коры выступают отдельные крупные выросты каллуса.

Клен красный × ясенелистный – корневин.

Придаточных корней на препаратах нет. Раневая зона без некротических участков. Опробковения нет. Проводящие элементы в древесине, сформировавшейся до черенкования участками, заполнены смолообразным веществом. Зоны локального опробковения отсутствуют.

Клен красный × ясенелистный – контроль.

Придаточных корней на препарате нет. Раневая зона в древесине представлена тонким непрерывным кольцом с небольшими некротическими участками. Локальные опробковения единичны, расположены в первичной коре.

После черенкования сформировался большой прирост древесины. Местами камбий образует наружу слабо дифференцированную каллусоподобную ткань. Как продолжение ее каллус образуется и в первичной коре, здесь этот каллус подвергается некрозу (рис. 3).

Клен маньчжурский – циркон.

На некоторых немногих препаратах видны крупные придаточные корни. Раневая зона слабо выражена. Локальные опробковения единичны, расположены в первичной коре.

Клен маньчжурский – корневин.

Придаточных корней на препарате нет. Наблюдаются не до конца реализовавшиеся зачатки корней, берущие начало от камбиальной зоны. Раневая зона видна по некротическим участкам и заполненным смолообразным веществом клеткам. Прирост ксилемы после черенкования небольшой.

Клен ложнозибольдов – корневин.

Придаточных корней на препарате нет. Наблюдаются не до конца реализовавшиеся зачатки корней. Раневые участки на границе приростов древесины сильно опробковевшие, явно выражены зоны некроза. Крупные зоны локального опробковения образуют кольцо, захватывающее как непроводящую зону флоэмы, так и первичную кору. Дифференциация ксилемы, возникшей после черенкования, местами близка к норме.

По периферии стебля возникают крупные каллусные образования, частично подвер-

гшиеся некрозу. Лучи и проводящие элементы, возникшие до черенкования, частично заполнены аморфным смолообразным веществом.

Клен ложнозибольдов – циркон.

Придаточные корни не образуются. Изменения тканей незначительны, выражены в частичном заполнении проводящих элементов смолообразными веществами.

Клен ложнозибольдов – эпин.

На препаратах корни встречаются редко. Изменения незначительны, выражены в частичном заполнении проводящих элементов смолообразными веществами. Местами в клетках, заполненных смолообразными веществами, наблюдается образование тил.

Клен ложнозибольдов – контроль.

Корни на препаратах видны не часто, но имеются картины начальных этапов корнеобразования. Зачатки корней часто прекращают развитие и превращаются в аномальные выросты ксилемы, внедряющиеся в кору. Раневые участки на границе приростов древесины сильно опробковевшие, явно выражены зоны некроза. Участки пробки образуют удлиненные, извилистые фигуры, простирающиеся до первичной коры.

Многочисленные зоны локального опробковения и вокруг групп лубяных волокон во флоэме, и вокруг мелких некротических участков в первичной коре. Опробковевшие участки образуют на поперечных срезах почти сплошное кольцо. Ксилема, возникшая после укоренения, местами хорошо дифференцирована, в отдельных участках образует аномальные выросты.

Каллусные разрастания наблюдаются в первичной коре.

Клен зеленокорый – эпин.

На отдельных препаратах видно образование придаточных корней, но чаще наблюдаются картины начальных этапов корнеобразования. Зачатки корней часто прекращают развитие и превращаются в аномальные выросты ксилемы, внедряющиеся в кору.

Раневые участки на границе приростов древесины местами сильно опробковевшие, явно выражены зоны некроза. Иногда участки пробки образуют удлиненные, извилистые фигуры, простирающиеся до первичной коры. Многочисленные зоны локального

опробковения вокруг групп лубяных волокон во флоэме и вокруг мелких некротических участков в первичной коре. Опробковевшие участки образуют на поперечных срезах почти сплошное кольцо, которое прерывается крупными зонами каллусных образований, возникающих в результате пролиферации паренхимы первичной коры и флоэмы.

Ксилема, возникшая после укоренения, слабо дифференцирована.

Проводящие элементы в древесине, сформировавшейся до черенкования отдельными участками, заполнены смолообразным веществом.

Клен зеленокорый – циркон.

Видно образование придаточных корней.

Раневые участки на границе приростов древесины выделяются некротическими зонами, частично локализованными слоями пробки.

Локальное опробковение участков ткани наблюдается в виде довольно крупных образований преимущественно в первичной коре (рис. 4).

Степень дифференциации ксилемы, образовавшейся после укоренения, неравномерная по окружности древесинного кольца. Наблюдаются зоны типичной вторичной ксилемы и в отдельных участках практически недифференцированной ткани.

Поверхность черенка в зоне заложения придаточных корней покрыта многочисленными крупными каллусными выростами. Каллусные образования иницируются в зоне первичной коры.

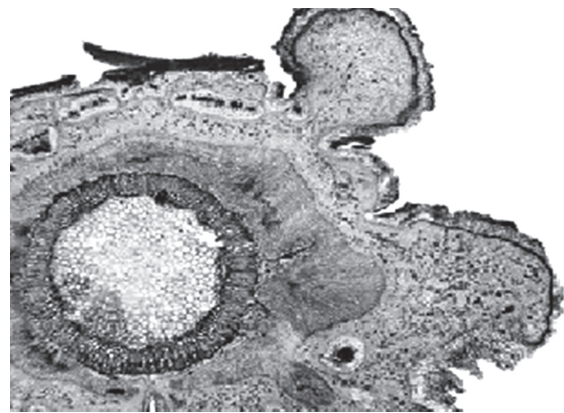


Рис. 4. Клен зеленокорый. Циркон. Редкий случай активного корнеобразования и одновременно интенсивного образования каллуса. Очевидно, что эти явления не связаны

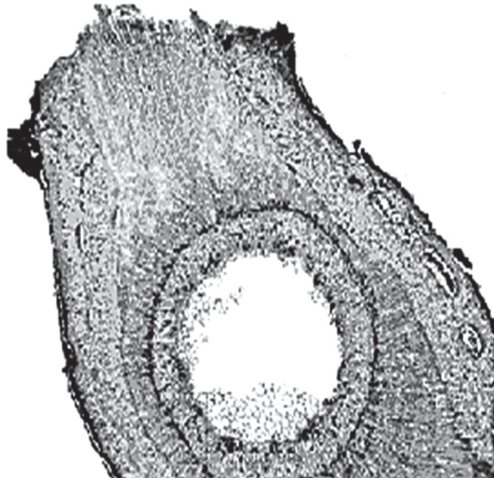


Рис. 5. Клен сахаристый (серебристый). Вверху большой придаточный корень. Видно, что корень возник в камбиальной зоне. Опробковение лубяных волокон слабое. Древесина, возникшая до срезания черенка и после посадки на укоренение, разделена кольцом, включающим некротические участки.

Проводящие элементы в древесине, сформировавшейся до черенкования, местами заполнены смолообразным веществом.

Клен зеленокорый – корневин.

Хорошо видно образование придаточных корней. Раневые участки на границе приростов древесины местами опробковевшие, в них явно выраженные мелкие зоны некроза. Зоны локального опробковения образуют кольцо, прерываемое участками заложения корней. Пробковые клетки образуются только вокруг флоэмных волокон. Дифференциация ксилемы снаружи от раневой зоны почти завершена.

Типичные каллусные образования отсутствуют. Наблюдается общее расширение первичной коры. Небольшая доля проводящих элементов в древесине, сформировавшейся до черенкования, частично заполнена смолообразным веществом.

Клен зеленокорый – контроль.

На изученных препаратах корнеобразования не видно или встречаются очень редко. Раневая зона слабо выражена, пробковые клетки в этой зоне отсутствуют. Граничная зона состоит из некротических прерывистых образований. Опробковевшие зоны редки, встречаются в отторгаемых участках первичной коры.

Ксилема, образовавшаяся после черенкования, имеет малую ширину по радиусу, слабо дифференцирована. Подобие каллус-

ного разрастания наблюдается в отдельных зонах вновь образовавшейся вторичной ксилемы. В изначально образованной вторичной ксилеме изменения незначительны.

Клен серебристый – эпин.

Интенсивное образование корней. Раневые участки на границе приростов древесины местами опробковевшие, присутствуют явно выраженные мелкие зоны некроза. В первичной коре редкие локальные пробковые образования, не связанные с лубяными волокнами. Дифференциация древесины, образованной после черенкования, завершена практически полностью (рис. 5).

Явные каллусные образования отсутствуют. Заметно аномальное расширение зоны первичной коры. Проводящие элементы ксилемы, образованной до черенкования, частично заполнены смолистым содержимым.

Клен серебристый – корневин.

Придаточные корни хорошо сформированы.

Раневая зона мало отличается от большинства других вариантов. Пробковые прослойки отсутствуют. Локальные опробковевшие участки наблюдаются в первичной коре, немногочисленны, не включают волокна. Ксилема, образовавшаяся после черенкования, нормально дифференцирована и мало отличается от ранее образованной.

Каллусных образований не наблюдается. Сосуды в первично образованной древесине местами заполнены смолообразным веществом.

Клен серебристый – циркон.

На препаратах хорошо сформированные придаточные корни. Раневая зона мало отличается от большинства других вариантов. Пробковые прослойки отсутствуют. Локальные опробковевшие участки наблюдаются в первичной коре, не включают волокна. Образуют сравнительно полное, но прерывистое кольцо.

Дифференциация древесины, образованной после черенкования, завершена практически полностью, однако формирование типичных сосудов не завершено. Каллусные разрастания тканей практически отсутствуют.

Сосуды в древесине, образованной до черенкования, местами заполнены смолообразным веществом.

Клен серебристый – контроль.

Корни активно образуются, но они тоньше, чем в вариантах со стимуляторами. Дифференциация проводящих элементов в придаточных корнях происходит очень быстро.

Раневая зона отсутствует. Граница между древесиной, сформированной до черенкования и после, напоминает типичную границу годичных приростов. Участков местного опробковения нет.

Ксилема, образовавшаяся после черенкования, не отличается от ранее образовавшейся. Проводящие элементы ранее сформированной древесины без изменений. Каллусные образования отсутствуют.

Общие замечания

1. Ксилема, образовавшаяся до черенкования, после пересадки претерпела следующие изменения: произошла частичная закупорка трахеальных элементов аморфными смолообразными веществами, в некоторых случаях тилами.

2. При пересадке в теплицу камбий временно приостанавливает формирование проводящей ткани, затем реактивируется, при этом меняется структура вновь образуемой ксилемы – лучи расширяются, уменьшается толщина их стенок и увеличивается объем протопласта; осевые структурные элементы менее дифференцированы: толщина клеточных стенок всех структурных элементов уменьшается, в трахеальных элементах часто сохраняются протопласты, в которых видны ядра; из-за отсутствия сосудов или их меньшей ширины лучше просматривается рядность в расположении клеток.

3. Во всех вариантах с успешным укоренением придаточные корни закладываются в камбиальной зоне.

4. При образовании придаточного корня камбий образует радиальные ряды паренхимных клеток, несколько удлиненных в радиальном направлении – подобия лучей. Периферические клетки корневого зачатка образуют меристематические клетки, которые затем дифференцируются в проводящие элементы, имеющие хорошо различимые многочисленные поры на боковых стеках и напоминающие протоксилему. Эти же мерис-

тематические клетки дифференцируются в материнские клетки лучей. В конечном счете клетки, находящиеся на периферии корневого зачатка, приобретают свойства прокамбия и образуют первичную ксилему.

6. В зоне образования придаточных корней, в первичной коре, а иногда в непроводящей флоэме возникают локальные очаги опробковения. В большинстве случаев центрами таких очагов служат группы лубяных волокон, реже слои пробки локализируют сдавленные дегенерирующие клетки первичной флоэмы или участки первичной коры.

7. Под воздействием ростовых веществ дифференциация проводящих элементов в придаточных корнях происходит медленнее, чем при корнеобразовании в контрольных вариантах. Наблюдается усиление паренхиматизации первичной коры и ксилемы. Задерживается дифференциация в зонах образования вторичных проводящих тканей стебля.

8. Образование явно выраженного каллуса наблюдается далеко не всегда, оно никак не связано с заложением придаточных корней. Можно с большой уверенностью утверждать, что образование каллуса – реакция на воздействие стимуляторов роста, однако зачатки придаточных корней, как уже упоминалось, всегда закладываются в камбиальной зоне.

9. В целом совершенно очевидно, что основным фактором, определяющим способность кленов к укоренению черенков, является видовая принадлежность, а не типы ростовых веществ, что хорошо иллюстрируется приведенными ранее нашими данными.

Библиографический список

1. Вехов, Н.К. Вегетативное размножение древесных и кустарниковых растений / Н.К. Вехов. – Л.: Изд. Леноблисполкома и Ленсовета, 1932.
2. Вехов, Н.К. Вегетативное размножение древесных растений летними черенками / Н.К. Вехов, М.П. Ильин. – Л.: Наука, 1934.
3. Пятницкий, С.С. Вегетативный лес / С.С. Пятницкий, М.П. Коваленко и др. – М.: Издат. сельскохозяйственной литературы, 1963. – 448 с.
4. Пятницкий, С.С. О возможности размножения дуба зелеными черенками / С.С. Пятницкий, Т.Т. Борисенко // Доклады АН СССР, 1950. – Т. 71. – № 6.
5. Серебряков, И.Г. О морфогенезе жизненной формы дерева у лесных пород средней полосы европейской части СССР / И.Г. Серебряков // Бюллетень МОИП, отдел биологии. – 1954. – Т. 59. – № 1.

ХРОМОСОМНЫЕ НАБОРЫ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ КЛЕНА

В. ПАЙАМНОР, доц. Горганского университета природных ресурсов и сельскохозяйственных наук, г. Горган, Исламская Республика Иран

vahide1356@yahoo.com

На территории России и стран СНГ естественно произрастают 25 видов клена. Культивируется еще не менее 30 видов, а число форм не поддается точному учету. Клены являются важными лесообразующими породами, имеют технически ценную и весьма декоративную древесину, улучшают плодородие почвы. Особую роль играют виды клена в садово-парковом хозяйстве и озеленении населенных пунктов. Это существенно не только для Российской Федерации, но и для многих других стран.

Изучение природного разнообразия лесных древесных растений, в их числе и кленов, необходимо для познания эволюции видов, их дифференциации и при анализе микроэволюционных процессов. Выявление закономерностей изменчивости популяций древесных пород, их генотипической структуры, а также свойств отдельных генотипов позволяет рационально использовать генофонд разных видов растений, осуществлять их охрану, вести селекцию и семеноводство, что открывает определенные перспективы не только сохранения, но и повышения продуктивности, качества, устойчивости лесных и лесопарковых насаждений, а также повышению декоративности отдельных видов древесных растений.

Материал и методика

В нашей работе материалом для исследований служили срезанные в марте ветки клена красного (*Acer rubrum*), клена серебристого (*A. saccharinum*), клена зеленокорого (*A. tegmentosum*), клена ясенелистного (*A. negundo*), клена явора (*A. pseudoplatanus*), клена остролистного (*A. platanoides*) из Ивантеевского питомника им. Академика А.С. Яблокова, а также кленов манчжурского (*A. mandshuricum*) и ложнозибольдова (*A. pseudosieboldianum*) из дендрочастка МГУЛ, срезанные в апреле. Кариологический анализ проводился на давленных препаратах по модифицированной методике Л.В. Соловьевой [6].

1. Фиксация и окрашивание материала в стандартном растворе (пропионо-лакмоидный), в течение 24 ч. Для фиксации брали интенсивно растущие ткани, чтобы обеспечить большое количество делящихся клеток.

2. Мацерацию производили путем кипячения окрашенных тканей в термостойкой пробирке над спиртовкой в 40 %-ой пропионовой кислоте. Меристемы стебля с момента закипания оставляют в растворе кислоты на 20–30 с.; меристемы крупных корней на 45–60 с.; мелких – на 20–30 с. с момента закипания.

3. Давали материалу остыть в течение 1–3 мин. (и больше) и раздавливали в 40 %-ой пропионовой кислоте.

4. Препараты заклеивали и оставляли для дифференцировки на 30 мин и более. Просмотр препаратов производили под микроскопом с объективом 20х, подсчет хромосом и фотографирование проводили при помощи исследовательского микроскопа с объективом 90х с синим светофильтром.

Результаты и обсуждение

Цель данного исследования состояла в определении хромосомного набора видов клена, собранных в коллекционном материале Ивантеевского дендрария и дендрочастка МГУЛ.

Определение числа хромосом у видов клена весьма сложно из-за их размеров. Хромосомы кленов очень мелкие. Литературные данные о числе хромосом у представителей рода *Acer* недостаточны и часто противоречивы. Считается, что основной набор хромосом у представителей этого рода $2n = 26$. [3, 5, 8, 11–14].

Разные авторы приводят весьма разноречивые сведения о числе хромосом у видов клена. Так, у клена красного по данным А. Федорова [7] их число 80; Duffield [8] указывает, 78 и 104; Taylor [13] наблюдал 68, 72, 75, 88, 94, 100, а А.Я. Любавская и др. [4]

полагают это число равным 108, Н.В. Мацкевич [5] в своей книге приводит цифры – 75, 78, 79, 80, 88, 94, 100, 104. Наши исследования подтверждают возможность октаплоидности у видов этого рода, так мы насчитывали на некоторых препаратах 104 хромосомы (рис. 1).

В литературе очень редко упоминается о числе хромосом у клена зеленокорого. Н.Н. Гурзинков. [1] считает, что их 26. Наши наблюдения дают те же результаты – 26 хромосом (рис. 2).

Обследования в Ивантеевском питомнике показали, что семенное размножение у клена серебристого (средний возраст растений 56 лет) неудовлетворительное, он не образует цветков и семян, поэтому размножают его только методом зеленого черенкования. По всей вероятности, причин, вызывающих наблюдаемую в данном случае стерильность, может быть несколько. Одной из них, с нашей точки зрения, могут быть хромосомные аномалии. Разные авторы приводят разноречивые сведения о числе хромосомы у этого вида.

Taylor [13] полагает, что число хромосом у клена серебристого – 52. Н.В. Мацкевич [5] придерживается такого же мнения, А.Я. Любавская и др. [4] считают, что их 26, на сайте www.na.fs.fed.us говорится о диплоидности этого вида. Наши наблюдения указывают на триплоидность у конкретного произрастающего в Ивантеевском питомнике дерева (рис. 3). Считается, что триплоиды часто развиваются быстрее диплоидных и тетраплоидных форм. Триплоидные листья значительно крупнее и красивее диплоидных. Триплоиды превосходят диплоидные деревья одного и того же возраста и из одинаковых условий произрастания по объему древесины на 36 %, а также по размерам листьев, пыльцы и сережек на 27,3–31,7 % [4].

Триплоиды как среди древесных, так и травянистых растений почти неизменно обладают высокой степенью стерильности гамет, морфологически мало отличаются от исходных диплоидов, но обладают признаками гигантизма [5].

Полученные нами данные позволяют считать, что стерильность данного растения связана с аномальным числом хромосом в

соматических клетках. Триплоидность, как известно, неизбежно ведет к нарушениям в мейозе.

Триплоидные, как и полиплоидные формы, могут возникать в природе и в культуре под влиянием различных факторов среды, а также как результат гибридизации. В процессе окультуривания растений диплоидные формы постепенно оттесняются полиплоидами.

Foster [10], Заикина [3], Мацкевич [5], полагают что число хромосом у клен явора – 52; А.Я. Любавская. и др. [4] пишут, что у этого вида встречаются и 26, и 52 хромосомы; на сайте www.blakwell-synergy.com тоже пишут о тетраплоидности этого вида. Наши исследования подтверждают тетраплоидность явора, так как мы тоже насчитывали на наших препаратах 52 хромосомы. Уплощенность препаратов часто бывает недостаточной, и некоторые хромосомы удается заметить лишь при изменении глубины резкости микроскопического изображения. На приведенной фотографии (рис. 4) видны не все 52 хромосомы, недостающие можно рассмотреть лишь при изменении глубины резкости. Тетраплоидность набора хромосом данного экземпляра клена явора определена при анализе множества метафазных клеток на нескольких препаратах.

Наблюдения всех известных нам авторов дают одни и те же данные о числе хромосом у клена ясенелистного – 26 (Wright [15], Darlington [9], Любавская и др. [4]). Наши наблюдения тоже подтверждают, что этот клен диплоид (рис. 5).

Т а б л и ц а

Хромосомные наборы кленов в условиях Ивантеевского питомника и дендросада МГУЛ. ($n = 13$)

Вид	Плоидность	Число хромосом
Клен красный	8n	104
К. маньчжурский	4n	52
К. ложнозибольдов	4n	52
К. явор	4n	52
К. серебристый	3n	39
К. ясенелистный	2n	26
К. остролистный	2n	26
К. зеленокорый	2n	26

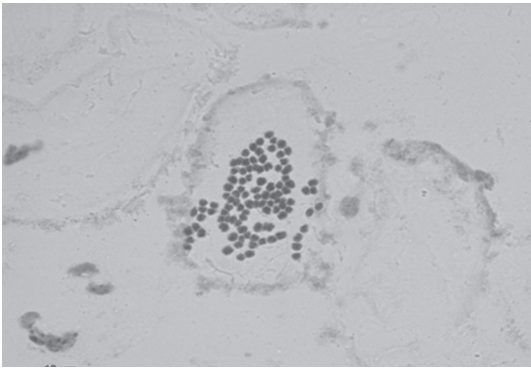


Рис. 1. Метафазная клетка клена красного. Октаплоидный набор хромосом ($8n = 104$)

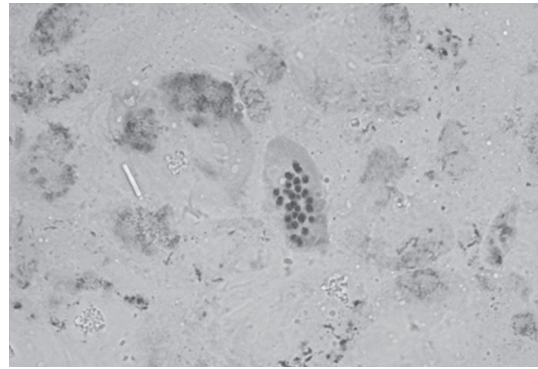


Рис. 2. Метафазная клетка клена зеленокорого. Диплоидный набор хромосом ($2n = 26$)

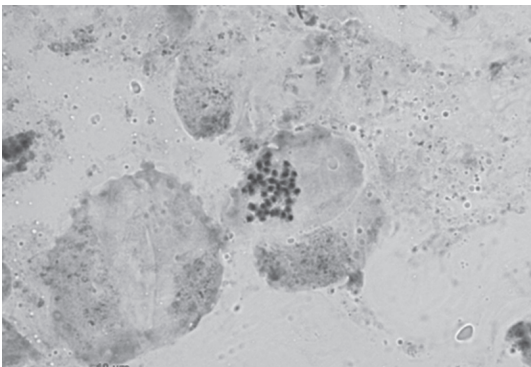


Рис. 3. Метафазная клетка клена серебристого. Виден триплоидный набор хромосом ($3n = 39$)

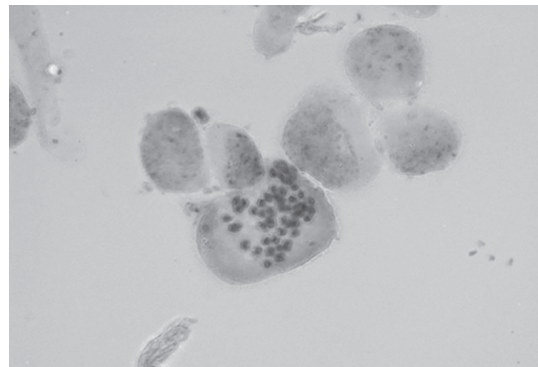


Рис. 4. Метафазная пластинка клена белого (явора). Виден тетраплоидный набор хромосом ($4n = 52$)

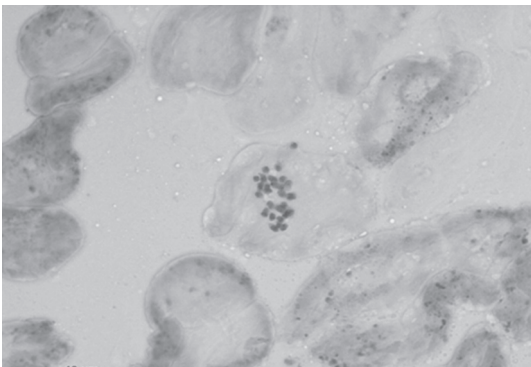


Рис. 5. Метафазная клетка клена ясенелистного. Виден диплоидный набор хромосом ($2n = 26$)

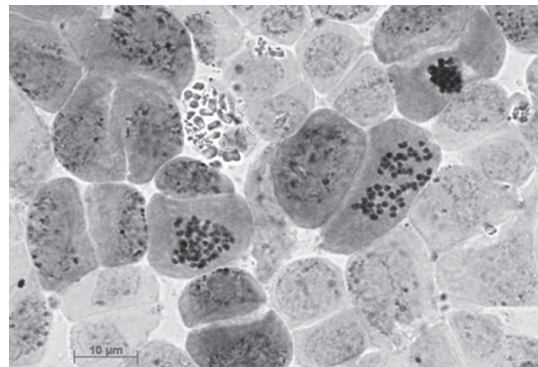


Рис. 6. Метафазные клетки клена маньчжурского. Тетраплоидные наборы хромосом ($4n = 52$)

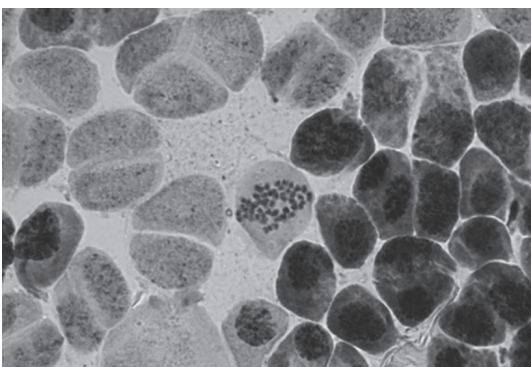


Рис. 7. Метафазная клетка клена ложнозибольдова. Тетраплоидный набор хромосом ($4n = 52$)

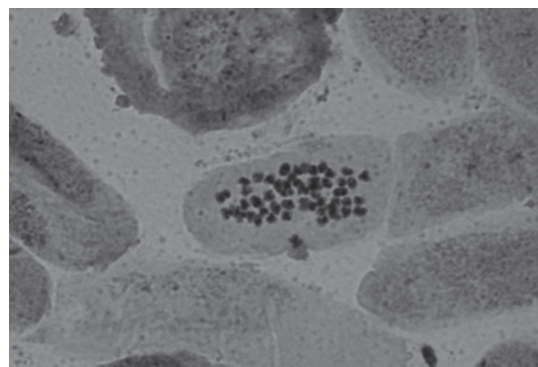


Рис. 8. То же, что рис. 7. Другая клетка с большим увеличением

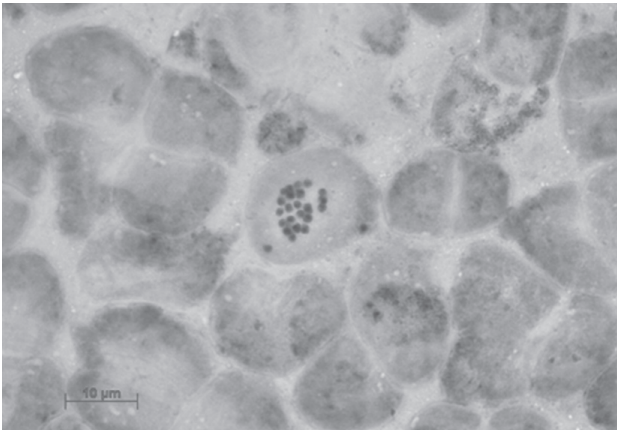


Рис. 9. Метафазная клетка клена остролистного. Диплоидный набор хромосом ($2n = 26$)

В литературе очень редко встречаются данные о числе хромосом у клена Маньчжурского. Foster [10] считает, что их 26. Наши наблюдения указывают, что клен маньчжурский в условиях дендросада МГУЛ тетраплоид (рис. 6). На наших препаратах можно рассмотреть все хромосомы и сосчитать их число лишь при изменении глубины резкости.

Относительно клена ложнозибольдова в литературе тоже существует единое мнение – Foster [10], Гурзинков [1] и сайт www.Ibot.sav.sk говорят о том, что их число – 26, однако наши наблюдения указывают, что клен ложнозибольдов, произрастающий в условиях дендросада МГУЛ, тетраплоид (рис 7 и 8).

Рис. 9 показывает диплоидность у клена остролистного. Darling [9], Wright [15] тоже наблюдали 26 хромосом; Любавская и др. [4] указывают в своей книге – 26 и 52, а Мацкевич [5] считает, что их может быть 26 и 39.

Большинство цитологов считают, что полиплоидные растения отличаются более высокими и толстыми стеблями, у них уменьшается число ветвей и листьев, которые при этом становятся более толстыми, широкими и зелеными. Кроме того, для таких растений характерны более крупные цветки или части цветка, семена и плоды.

На основании анализа литературы и наших наблюдений можно подтвердить положение о том, что в процессе окультуривания растений и перемещения их на большие

расстояния учащаются случаи изменений кариотипа: меняется ploidy набора хромосом преимущественно за счет ее увеличения. Неустойчивость этих цитологических показателей и вследствие этого увеличение биоразнообразия открывает перспективы для селекции. В частности, отбор кленов по кариотипам позволит выявлять новые декоративные формы для их использования в парковом строительстве и озеленении населенных пунктов.

Библиографический список

1. Гурзинков, Н.Н. Исследование хромосомных чисел растений юга дальнего востока / Н.Н. Гурзинков // Комаровские чтения. – Владивосток, 1973. – Вып. 20.
2. Дарлингтон, С.Д. Хромосомы. Методы работы / С.Д. Дарлингтон, Л.Ф. Ла Кур. – М.: Атомиздат, 1980.
3. Заикина, И.Н. Селекция кленов в условиях Московской области / И.Н. Заикина // Сборник работ по лесному хозяйству «Опыт и достижения по селекции лесных пород». – 1959. – Вып. 38. – 247 с.
4. Любавская, А.Я. Генетика / А.Я. Любавская, М.Г. Романовский, Г.А. Курносков и др. – М.: МГУЛ, 2005. – 134 с.
5. Мацкевич, Н.В. Охрана редких генотипов лесных деревьев и кустарников / Н.В. Мацкевич. – М.: Агропромиздат, 1987. – 207 с.
6. Соловьева, Л.В. Практикум по цитологии плодовых растений / Л.В. Соловьева. – М.: изд-во Моск. Ун-та, 1982. – 53 с.
7. Хромосомные числа цветковых растений / Под редакцией Ан. А. Федорова. – Л.: Наука, 1969. – 927 с.
8. Duffield J. W. Polyploidy in *Acer rubrum* L. *Chronica botanica*, 7, 1943.
9. Darlington C. D. *Evolution of Genetic Systems*, New York: Basic Books, 1958.
10. Foster R.C. Chromosome number in *Acer* and *staphylea*– *Journ. Arnold arboretum*, 1933. 14, 4: P. 386–393.
11. Freeman O. M. A. Red maple, silver maple hybrid. *J. Of heredity*, 1941, v. 32, №1.
12. Kiani B. *Forest genetics (Improvement of tree and stand)*, pub. Haghshenass, 2004. – 213 p.
13. Latter J, *Sehizcotyly and genetc variation in Acer*. *Newphytologist*, 1931, 30.
14. Swanson C., T.Merz, W. J. Young., *Cytogenetics, the Chromosome in Division, Inheritance, and Evolution*,. Translated by Ahmadian Tehrani P., pub. Tehran university., 1997.
15. Wright J. W. New chromosome counts in *Acer* and *Fraxinus* *Morris Arbor. Bull.* 1957.

ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА ЯСЕНЯ ОБЫКНОВЕННОГО *IN VITRO*

В.Г. ЛЕБЕДЕВ, с. н. с. Филиала Института биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова, канд. биол. наук,

К.А. ШЕСТИБРАТОВ, с. н. с. Филиала Института биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова, канд. биол. наук

vglebedev@mail.ru; schestibratov@fibkh.serpukhov.su

К роду *Fraxinus* относится около 70 различных видов ясеня, произрастающих в Европе, Азии и Северной Америке, и некоторые из них имеют большое экономическое значение. В Европе, и в частности в России, наиболее распространен ясень обыкновенный, или высокий (*Fraxinus excelsior* L.). Его древесина по прочности и твердости не уступает дубу, но превосходит его по длительной стойкости к деформациям и ударной вязкости. Благодаря этим качествам ясень используется для изготовления паркета, лестниц, мебели, а также спортивного инвентаря и рукояток инструментов.

Ясень обыкновенный также имеет ряд декоративных форм и широко используется в озеленении. Размножают ясень главным образом семенами, что не позволяет сохранять ценные качества исходных деревьев. Вегетативным способом ясень не размножают, так как отсутствуют надежные методы черенкования [13].

Декоративные формы размножают прививкой, но этот способ не подходит для массового производства. Выходом из положения может стать клональное микро размножение, которое, кроме сохранения ценных свойств, обладает также большой производительностью и не зависит от времени года. Помимо быстрого размножения ценных генотипов, культура *in vitro* также необходима и для проведения генетических манипуляций. К настоящему времени исследования в данном направлении проводились как на ясене обыкновенном [5], так и с другими видами ясеня – *F.americana* [9], *F.angustifolia* [10], *F.pennsylvanica* [7]. В странах СНГ работы по ясеню *in vitro* начались совсем недавно [1]. Целью настоящей работы была разработка эффективной системы клонального микро размножения ясеня обыкновенного.

Материалы и методы

В качестве исходного материала использовали культуру *in vitro* ясеня обыкновенного, любезно предоставленную В.Е. Падутовым (Институт леса, Гомель, Беларусь) и полученную из вегетативного материала с деревьев старше 60 лет. Пролиферацию проводили на питательных средах, содержащих минеральные соли MS, WPM или DKW, 30 г/л сахарозы, 7 г/л агара, а также БАП, ИМК и ИУК в различных концентрациях. Растения выращивали в стеклянных банках на 330 мл, содержащих 50 мл среды. Через 4 недели после посадки учитывали количество выросших побегов, их высоту и количество междоузлий. По этим данным рассчитывали долю пазушных почек, давших побеги, и коэффициент размножения (отношение числа узлов на посаженных эксплантах к числу узлов на полученных побегах). Для укоренения использовали верхушки побегов длиной 15–25 мм, которые высаживали на питательные среды, содержащие минеральные соли MS или WPM с половинным составом макроэлементов, 10 г/л сахарозы, 7 г/л агара, а также ИУК, ИМК или ИУК в концентрациях 0,2, 0,5 или 1 мг/л. Растения укореняли в пластиковых контейнерах на 250 мл, содержащих 50 мл среды. Через 2, 3 и 4 недели учитывали количество укоренившихся побегов, количество корней (2 мм и более), а также длину корней (через 4 недели). рН питательных сред довели до 5,6–5,8 и автоклавировали в течение 20 минут при 121 °С. Регуляторы роста растений и витамины стерилизовали фильтрованием (Millipore, 0,22 мкм) и добавляли в среду после автоклавирования. Растения выращивали при температуре 23 ± 1 °С и 16 ч световом дне. Акклиматизацию растений *in vitro* проводили в зимней теплице при

контролируемых параметрах температуры и влажности. Укоренные побеги высаживали в кассеты с субстратом торф:вермикулит (3:1) и выдерживали под укрытием при 90 % влажности 3–4 недели, после чего укрытие снимали. Выживание растений оценивали через 2 месяца после посадки, высоту растений через 1,5 месяца. Все варианты экспериментов включали четыре повторности, данные обрабатывали с помощью дисперсионного анализа.

Результаты

В первом эксперименте мы сравнивали влияние на пролиферацию побегов ясеня трех питательных сред – MS, WPM и DKW. Из полученных результатов следует, что среда MS обладала преимуществом над другими средами (табл. 1). Коэффициент размножения на этой среде при добавлении 2 и 4 мг/л БАП, составивший 5,6 и 5,9 соответственно, существенно превышал все остальные варианты, так как доля почек экспланта, развившихся в побеги, была максимальной – 83,0 и 91,1 % соответственно. Высота побегов и длина междоузлий, напротив, были минимальными по сравнению с другими средами. Высота побегов на среде с добавлением 2 и 4 мг/л БАП была почти одинаковой и существенно ниже, чем на среде с 1 мг/л БАП, но листья на среде с 4 мг/л БАП были заметно меньшего размера, чем в вариантах с 1 или 2 мг/л. Длина междоузлий на среде MS почти не изменялась при повышении концентрации БАП, тогда как на других средах она уменьшалась существенным образом.

На среде WPM коэффициент размножения был наименьшим по сравнению с другими средами и не превышал 3,4. Увеличение концентрации БАП с 1 до 4 мг/л хотя и несколько повысило долю пробудившихся почек (до 47,7 %), но это повышение было статистически несущественным. На среде же MS при 4 мг/л пробуждалось 91,1 % почек, а на DKW – 69,5 %. Среда WPM также отличалась более длинными побегами по сравнению со средой MS, а по некоторым вариантам – и DKW, а также самыми длинными междоузлиями в эксперименте. Кроме того, побеги на этой среде имели специфический вид – листья на них были зачаточными.

Среда DKW занимала промежуточное положение: по коэффициенту размножения она приближалась к MS – 5,0 на 4 мг/л БАП, а по высоте побегов и длине междоузлий – к WPM. Побеги по внешнему виду были схожи с побегами на среде MS.

Интересно отметить, что на 1 мг/л БАП различия в пробуждении почек на разных средах не превышали 6 % и были статистически несущественными, тогда как на 4 мг/л они превысили 21 % и были статистически достоверны. В дальнейших экспериментах по мультипликации была использована среда MS.

Для оценки влияния ауксина на мультипликацию побегов мы использовали различные концентрации ИУК и ИМК, а также среду без ауксинов. Эксперимент показал, что эффект от исключения из среды ИУК или ее замены на ИМК был слабо выражен (табл. 2). В частности, тип ауксина или его отсутствие не оказывали существенного влияния на показатели мультипликации на концентрациях 1 или 2 мг/л БАП. В вариантах с добавлением 4 мг/л БАП среда без ауксина также не отличалась от среды с 0,1 мг/л ИУК, но она существенно превосходила среду с 0,1 мг/л ИМК по доле пробудившихся почек, и, как следствие, по количеству побегов на эксплант и коэффициенту размножения. Более высокий коэффициент размножения на среде без ауксинов по сравнению со средой с 0,1 мг/л ИУК (6,9 и 5,9 соответственно), был статистически недостоверным и, кроме того, листья на среде без ауксинов были меньшего размера. Повышение концентрации ИУК с 0,1 до 0,3 мг/л, а ИМК – с 0,1 до 0,2 мг/л не оказало существенного воздействия. В этом эксперименте не наблюдалось существенных различий между вариантами по высоте побегов и длине междоузлий.

Для оценки укоренения побегов ясеня мы использовали ИУК, ИМК, ИУК в различных концентрациях, а также среду без ауксинов. Появление первых корней отмечалось через 9–10 дней после посадки побегов. Эксперимент показал, что на среде с половинным содержанием макросолей MS наиболее эффективным ауксином для укоренения побегов ясеня оказалась ИУК (91–99 %), далее следовала ИМК (75–81 %) и ИУК (50–68 %) (табл. 3).

Т а б л и ц а 1

Влияние среды и регуляторов роста на размножение ясеня *in vitro*

Среда	БАП, мг/л*	Кол-во побегов на эксплант	Высота побегов, мм	Длина междоузлий, мм	Пробудившиеся почки, %	Коэффициент размножения
MS	1	2,2 вг**	38,7 бвг	9,3 гд	45,1 г	3,8 вг
	2	3,7 аб	30,2 гд	8,9 д	83,0 аб	5,6 а
	4	4,0 а	29,4 д	8,8 д	91,1 а	5,9 а
WPM	1	1,7 г	51,7 а	14,6 а	39,5 г	2,8 д
	2	2,1 вг	44,8 аб	12,4 абв	45,2 г	3,2 гд
	4	2,2 вг	39,8 бв	11,2 бвг	47,7 г	3,4 гд
DKW	1	2,3 вг	51,6 а	13,0 аб	51,9 вг	4,2 бвг
	2	2,5 в	40,5 бв	10,6 вгд	58,6 вг	4,5 бв
	4	3,2 б	33,8 вгд	9,3 гд	69,5 бв	5,0 аб

* – все варианты также содержали 0.1 мг/л ИУК;

** – здесь и далее разными буквами обозначены варианты, отличающиеся на 5 % уровне значимости.

Т а б л и ц а 2

Влияние ауксинов на размножение ясеня *in vitro*

БАП, мг/л	Ауксин, мг/л	Кол-во побегов на эксплант	Высота побегов, мм	Длина междоузлий, мм	Пробудившиеся почки, %	Коэффициент размножения
1	0.1 ИУК	2,2 е	38,7	9,3	45,1 е	3,8 д
2	0.1 ИУК	3,7 бв	30,2	8,9	83,0 бв	5,6 бв
2	0.3 ИУК	3,1 вгд	35,1	9,4	67,8 вгд	5,0 бвг
4	0.1 ИУК	4,0 аб	29,4	8,8	91,1 аб	5,9 аб
4	0.3 ИУК	3,9 аб	28,3	8,2	85,0 бв	5,9 аб
1	0.1 ИМК	2,2 де	38,5	9,5	50,8 де	4,1 гд
1	0.2 ИМК	2,7 где	40,9	10,1	58,0 где	4,7 вгд
2	0.1 ИМК	3,3 бвг	29,1	7,6	73,0 вг	4,9 бвгд
4	0.1 ИМК	3,4 бвг	25,6	7,5	77,0 вг	5,8 б
1	–	2,7 где	39,1	9,5	60,0 где	4,9 бвгд
2	–	3,1 бвг	38,2	9,4	67,1 вгде	5,4 бв
4	–	4,6 а	27,9	7,9	100,8 а	6,9 а

Т а б л и ц а 3

Укоренение побегов ясеня на среде с 1/2 макросолей MS

Ауксин	Концентрация, мг/л	Укоренение, %			Кол-во корней на побег			Длина корней, мм
		2 нед.	3 нед.	4 нед.	2 нед.	3 нед.	4 нед.	
б/г	–	21,4 гд	41,7 е	47,6 е	1,5 вг	1,4 гд	1,4 гд	22,5 аб
НУК	0.2	66,7 а	89,3 б	90,5 б	1,6 бв	1,6 вг	1,6 вг	24,6 а
	0.5	52,4 б	89,3 б	92,9 б	1,9 аб	2,0 б	1,9 б	22,1 аб
	1	16,7 д	95,2 а	98,8 а	2,1 а	2,8 а	2,9 а	19,8 бвг
ИМК	0.2	36,9 в	67,9 вг	75,0 вг	1,4 вгд	1,5 г	1,4 гд	21,9 аб
	0.5	52,4 б	77,4 в	81,0 в	1,7 бв	1,8 бв	1,8 бв	23,2 аб
	1	52,4 б	74,6 в	80,7 в	1,9 аб	1,9 б	1,9 бв	19,9 бвг
ИУК	0.2	19,0 д	39,3 е	50,0 де	1,1 де	1,1 е	1,2 д	20,5 бв
	0.5	22,6 гд	47,6 де	63,1 гд	1,1 е	1,1 де	1,2 д	17,9 вг
	1	33,3 вг	59,9 гд	67,6 г	1,2 где	1,4 где	1,4 гд	16,6 г

На безгормональной среде укоренялось 47,6 % побегов, что почти совпадало с укоренением на 0.2 мг/л ИУК. Преимущество НУК

выражалось и в скорости укоренения побегов – практически все способные укореняться побеги образовали корни уже через 3 недели.

Т а б л и ц а 4

Укоренение побегов ясеня на среде с 1/2 макросолей WPM

Ауксин	Концентрация, мг/л	Укоренение, %			Кол-во корней на побег			Длина корней, мм
		2 нед.	3 нед.	4 нед.	2 нед.	3 нед.	4 нед.	
б/г	–	29,8 где	47,6 еж	52,4 г	1,4 вгд	1,4 гд	1,4 де	14,2 гд
НУК	0,2	75,0 а	88,1 аб	88,1 аб	1,9 бв	2,0 бв	2,1 бв	17,4 бв
	0,5	71,4 аб	89,3 аб	89,3 аб	2,2 аб	2,3 б	2,4 б	23,3 а
	1	21,4 е	91,7 а	94,0 а	2,5 а	3,2 а	3,4 а	19,6 б
ИМК	0,2	40,5 г	67,9 вгд	78,6 бв	1,3 гд	1,4 гд	1,4 де	15,6 вг
	0,5	54,8 в	75,0 вг	78,6 бв	1,7 бвгд	1,7 вг	1,7 гд	15,4 вг
	1	63,1 бв	81,0 бв	81,0 б	1,8 бвг	1,8 в	1,8 вг	16,9 бвг
ИУК	0,2	27,4 де	54,8 деж	61,9 г	1,2 гд	1,3 д	1,3 е	16,9 бвг
	0,5	29,8 где	46,4 ж	54,8 г	1,2 д	1,3 д	1,2 е	18,0 бв
	1	36,9 гд	61,9 где	66,7 вг	1,4 вгд	1,4 гд	1,4 де	12,9 д

Т а б л и ц а 5

Акклиматизация укорененных растений ясеня в теплице

Исходная среда	Исходный ауксин	Выживание, %	Высота, мм
MS	НУК	77,1 а	29,0 а
	ИМК	36,5 в	24,5 б
	ИУК	46,9 бв	18,2 в
WPM	НУК	76,2 а	25,6 аб
	ИМК	66,0 аб	28,1 аб
	ИУК	22,9 в	13,8 г
MS+WPM	б/г	64,6 аб	27,5 аб

Стоит отметить, что хотя через 3 и 4 недели после посадки максимальное укоренение отмечалось на среде с 1 мг/л НУК, но через 2 недели на этой же среде количество укорененных побегов было минимальным среди всех вариантов. Через 2 недели после посадки на средах с ИМК и ИУК с увеличением концентрации ауксина наблюдалось повышение укореняемости, тогда как на среде с НУК повышение концентрации вызывало снижение укоренения.

НУК обладала преимуществом над другими ауксинами и в отношении количества корней на побег, в 1,5 раза превосходя ИМК, и в 2 раза – ИУК, при концентрации 1 мг/л. Этот показатель почти не изменялся с течением времени на всех вариантах, за исключением 1 мг/л НУК. Длина корней почти не отличалась существенным образом в вариантах с НУК, ИМК и без ауксинов, самые короткие корни наблюдались на среде с ИУК.

На среде с 1/2 макросолей WPM частота укоренения была весьма схожей с аналогичными вариантами на среде 1/2 макросоли MS (табл. 4). На двух средах также совпада-

ло и количество корней на одном побеге, за исключением вариантов с НУК: на среде 1/2 WPM количество корней было больше на всех концентрациях НУК. Среда 1/2 WPM также характеризовалась более короткими корнями – в некоторых вариантах они были в 1,5 раза короче по сравнению со средой 1/2 MS. Однако такое укорочение корней в наименьшей степени коснулось побегов в вариантах с НУК.

В табл. 5 представлены результаты эксперимента по адаптации растений в теплице, в котором высадка была проведена в конце ноября. Максимальное выживание в теплице через 2 месяца отмечалось для растений, которые укоренялись на среде с НУК – 76–77%. Далее следовали побеги, находившиеся на безгормональной среде и среде WPM с добавлением ИМК – 65–66%. Остальные варианты продемонстрировали значительно худшую выживаемость. Высота побегов довольно сходна у растений, которые укоренялись на средах с НУК или ИМК, а также без ауксинов, и значительно меньше – у растений после среды с ИУК.

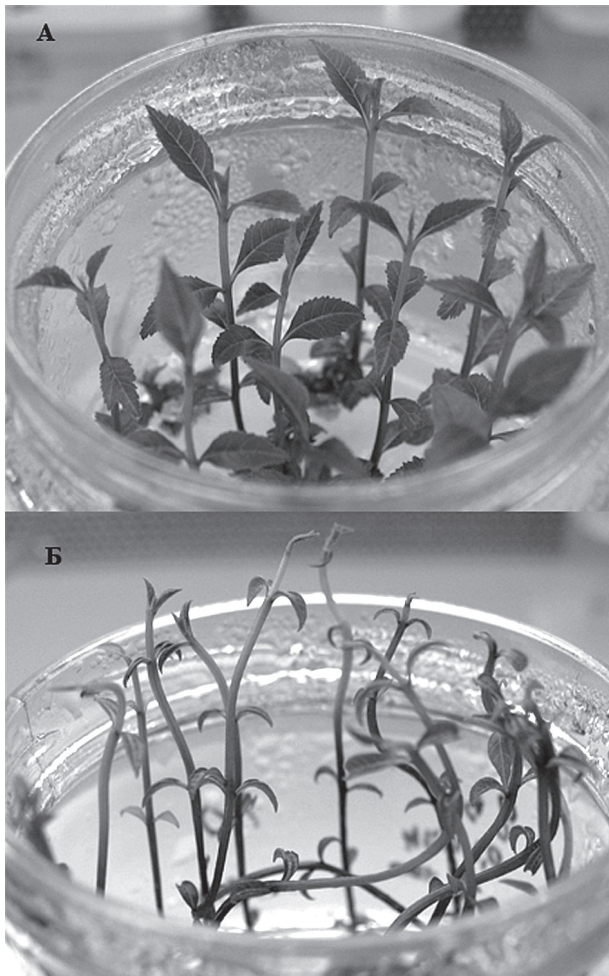


Рис. 1. Побеги ясеня, выросшие на среде MS (А) или WPM (Б)

В аналогичном эксперименте, в котором растения были высажены в теплицу в начале сентября, наблюдались сходные результаты по вариантам, но доля выживших растений была выше на 10–15 % (данные не показаны).

Обсуждение

В своих исследованиях по ясеню *in vitro* авторы в качестве исходного материала использовали как семена [8, 9], так и вегетативный материал [11]. Последнее является более предпочтительным, так как позволяет сохранить свойства исходных деревьев. Кроме того, поскольку отбор деревьев по хозяйственно-ценным признакам проводят в достаточно зрелом возрасте, целесообразно именно их использовать для введения в культуру *in vitro*. Однако микроразмножение именно зрелых древесных растений труднее по сравнению с ювенильным растительным материа-

лом [2]. Учитывая все вышесказанное, мы в исследованиях использовали культуру ясеня *in vitro*, полученную из почек деревьев 60-летнего возраста.

В работе мы сравнивали три среды, которые и использовались, главным образом, для мультипликации ясеня обыкновенного, а также и других видов ясеня – MS, DKW и WPM. Ряд авторов сообщал, что на среде MS по сравнению с другими средами (QL, WPM, DKW) наблюдался хлороз [11] или даже гибель побегов [5] ясеня обыкновенного. Возможно, это связано с видовыми особенностями, так как негативного воздействия среды MS не отмечалось в работах с другими видами ясеня – *F. angustifolia* [10], *F. pennsylvanica* [8]. В наших экспериментах среда MS, наоборот, превосходила другие среды по коэффициенту размножения. Кроме того, она отличалась от других сред более короткими побегами, а также тем, что с увеличением концентрации БАП междоузлия на ней практически не изменялись, тогда как на других – уменьшались существенным образом.

Ясень обыкновенный успешно размножали на среде WPM, отмечая при этом более высокие побеги [11]. У нас же эта среда показала наихудшие результаты: низкий коэффициент размножения (табл. 1) и зачаточные листья (рис. 1).

О таком воздействии среды WPM, когда листья на ней были в 2–4 раза меньше, чем на MS и DKW, сообщали для ореха черного [3]. Такой эффект, по-видимому, связан с ее низкосолевым составом. Среда WPM содержит 2.5 г/л солей, что в 1.8 и 2.2 раза ниже, чем среды MS (4.4 г/л) и DKW (5.6 г/л), соответственно. Основное отличие от среды MS в сниженном в 4 раза содержании нитратного и аммонийного азота при одинаковом их соотношении. Схожие, хотя и уступающие среде MS показатели размножения на среде DKW, также могут быть объяснены пониженным содержанием в ней азота, несмотря на общее высокое содержание солей. Стоит отметить, что различия между средами по количеству побегов на эксплант и пробуждению почек были несущественными на 1 мг/л БАП и увеличивались с повышением его концентрации. Мы сделали вывод, что лучше вести размно-

жение на среде MS с 2 мг/л БАП, так как более высокий коэффициент размножения на 4 мг/л БАП был статистически недостоверным, а высокие дозы цитокининов в культуре *in vitro* нежелательны.

Среди цитокининов в культуре ткани растений наиболее широко используется БАП, и ясень не является исключением. Разброс используемых концентраций в различных работах был довольно значительным: от 0.002 мг/л [9] до 18 мг/л [8]. Низкие концентрации БАП (до 1 мг/л) были малоэффективны, чаще всего использовали 2–4 мг/л. Сообщалось, что высокие концентрации БАП – 5 и 10 мг/л – вызывали гибель ясеня обыкновенного на среде MS, но эти и более высокие концентрации никак не сказывались на *F.pennsylvanica* [8], что говорит о видовой специфичности. Мы ограничились 4 мг/л БАП, так как известно, что высокие концентрации цитокининов способствуют индукции не только пазушных, но и адвентивных почек, а это повышает вероятность соматической изменчивости. Следует избегать этого явления, если целью размножения является сохранение генетической идентичности. Кроме того, общеизвестно, что высокие дозы цитокининов могут служить причиной витрификации. В ряде работ с ясенем использовали и ТДЗ – отдельно [8] или в сочетании с БАП [9]. ТДЗ, как более мощный цитокинин, в тех же концентрациях обладал преимуществом над БАП. Но в то же время его применение может вызвать ряд нежелательных эффектов [6]. Например, отмечалось ненормальное утолщение побегов *F.americana* на 2 мг/л ТДЗ [9].

Как правило, наилучшие результаты по пролиферации побегов ясеня были получены при использовании высоких концентраций БАП с низкими концентрациями ауксинов, чаще всего ИМК – 3 БАП + 0.01 ИМК, 4 БАП + 0,03 ИМК [11]. В нашей же работе, наличие ИМК, ИУК или их отсутствие не оказало существенного влияния на мультипликацию на 1 и 2 мг/л БАП, а на 4 мг/л безауксиновая среда обладала преимуществом над средой с добавлением 0,1 мг/л ИМК. Повышение концентрации ауксинов с 0,1 до 0,2 и 0,3 мг/л не оказывало существенного воздействия на мультипликацию.

В экспериментах по укоренению мы протестировали три наиболее распространенных ауксина в различных концентрациях, а также вариант без регуляторов роста. Появление первых корней нами отмечалось на 9–10 день культивирования, что раньше, чем для *F.pennsylvanica*, когда корни были видны на 10–15 день [7]. На обоих использованных нами средах самым эффективным ауксином оказался НУК, затем ИМК и затем ИУК, причем повышение концентрации усиливало укоренение. НУК также способствовал быстрому укоренению. На безгормональной среде побеги укоренялись с частотой около 50 %, что было наихудшим показателем.

Работ по сравнению различных ауксинов на ясене немного: ИМК и НУК вызывали одинаковую частоту укоренения на *F.pennsylvanica*, но в варианте с НУК корни были толще и в 5–10 раз короче [7]. Автор также сообщал об большом количестве зачаточных (до 0.5 мм) корней, индуцированных НУК. С этим эффектом НУК в нашей работе связано и низкое укоренение на 1 мг/л НУК через 2 недели после посадки. Мы наблюдали зачаточные корни на большом числе побегов, но так как учет велся только для корней длиной не менее 2 мм, то частота укоренения оказалась низкой. В нашей работе наиболее слабым ауксином оказалась ИУК. Этот препарат почти не встречается в работах по укоренению ясеня, но в работе Du and Rijut (2008) сообщалось, что добавление ИУК к ИМК существенно улучшило частоту укоренения. Данные по укоренению ясеня на безгормональной среде противоречивы: побеги *F.pennsylvanica* на такой среде не укоренялись [4], а укоренение *F.angustifolia* варьировало в зависимости от состава среды для мультипликации – 26–73 % [10] или укоренения – 25 или 65 % [12]. В нашем эксперименте состав среды не повлиял на укоренение в безгормональном варианте. Мы наблюдали увеличение частоты укоренения с повышением концентрации ауксинов, но Perez-Pagon et al. [10] отмечал, что при добавлении ИМК в концентрации до 1 мг/л максимальное укоренение *F.angustifolia* отмечалось на 0.1 или 0,2 мг/л ИМК, хотя количество корней было максимальным на 0.8 и 1 мг/л ИМК.

Рис. 2. Укоренение растений ясеня *in vitro*

Мы не обнаружили существенных различий по укоренению и количеству корней между средами 1/2 MS и 1/2 WPM, за исключением большего количества корней в вариантах с НУК на 1/2 WPM по сравнению с 1/2 MS. Однако на 1/2 WPM растения продуцировали более короткие корни. Также известно немного работ по сравнению сред для укоренения на ясене: укоренение на 1/2 DKW или полной WPM было сходным, как и длина корней, но на 1/2 DKW корней было меньше [12].

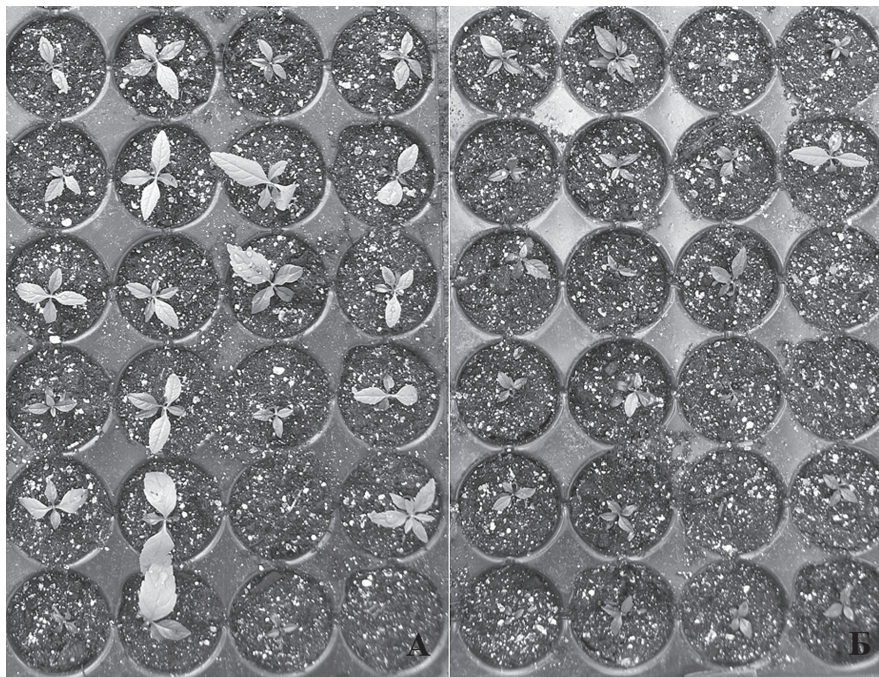
Для улучшения укоренения растений *in vitro* часто используют темновую индукцию корнеобразования. Ясень, например, выдерживали 7–10 дней в темноте, а затем выставляли на свет [4]. Влияние этого приема было различным: без него растения или вообще не укоренялись [4], или укоренение снижалось незначи-

тельно [9]. Мы не использовали такой способ обработки, так как и без него были получены вполне удовлетворительные результаты.

По опубликованным данным, максимальное укоренение микропобегов ясеня обыкновенного составило около 80 % [5], *F.angustifolia* – 92 % [10], и 100 % для *F.americana* [9] и *F.pennsylvanica* [7]. Нам же удалось достичь почти 100 % укореняемости для ясеня обыкновенного (рис. 2).

Результаты акклиматизации в теплице показали, что выживание было выше у растений, укоренявшихся на средах с добавлением НУК – 76–77 %. Наихудшие результаты как по выживанию, так и по высоте растений были показаны на средах с ИУК (рис. 3).

Другие авторы сообщали о схожих результатах адаптации к внешним условиям: у *F.angustifolia* выживало 80 % [12] или 65–85 % побегов [10], для *F.pennsylvanica* сообщалось и о 100 % акклиматизации [4]. Стоит отметить, что на акклиматизацию растений большое влияние может оказывать время года. Это воздействие мы наблюдали даже в условиях зимней теплицы, позволяющих регулировать температуру и освещенность. Выживание растений, проходивших адаптацию в декабре–январе, было ниже на 10–15 % по сравнению с растениями, высаженными на 2,5 месяца раньше.

Рис. 3. Акклиматизация растений ясеня *in vitro*, укорененных на среде с НУК (А) или ИУК (Б)

Таким образом, мы разработали эффективную методику клонального микроразмножения ясеня обыкновенного из вегетативного материала, полученного со взрослых деревьев, которая позволяет получить в течение года от одного исходного экспланта до 100 и более тысяч укорененных растений. Эта методика может быть использована как для быстрого размножения ценных генотипов, так и для проведения других работ, требующих культуры ткани *in vitro*, в частности, генетической трансформации.

Библиографический список

1. Лебедев, В.Г. Микроразмножение и регенерация адвентивных побегов ясеня обыкновенного (*Fraxinus excelsior* L.) в культуре *in vitro* / В.Г. Лебедев, И.И. Концевая, В.Е. Падутов и др. // Проблемы лесоведения и лесоводства: сб. науч. тр. ИЛ НАН Беларуси Институт леса НАН Беларуси. – 2008. – Вып. 68. – С. 239–244.
2. Шестибратов, К.А. Лесная биотехнология: методы, технологии, перспективы / К.А. Шестибратов, В.Г. Лебедев, А.И. Мирошников // Биотехнология. – 2008. – № 5. – С. 3–22.
3. Bosela M. J., Michler C. H. Media effects on black walnut (*Juglans nigra*) shoot growth *in vitro*: Evaluation of multiple nutrient formulations and cytokinin types // *In Vitro Cellular and Developmental Biology-Plant*, 2008. – V. 44. – P. 316–329.
4. Du N., Pijut P.M. Regeneration of plants from *Fraxinus pennsylvanica* hypocotyls and cotyledons // *Scientia Horticulturae*, 2008. – V. 118. – P. 74–79.
5. Hammatt N., Ridout M.S. Micropropagation of common ash (*Fraxinus excelsior*) // *Plant Cell Tiss. Org. Cult.*, 1992. – V.13. – P. 67–74.
6. Huetteman C.A., Preece J.E. Thidiazuron: a potent cytokinin for woody plant tissue culture // *Plant Cell Tiss. Org. Cult.*, 1993. – V. 33. – P. 105–119.
7. Kim M.-S., Klopfenstein N.B., Cregg B.M.. *In vitro* and *ex vitro* rooting of micropropagated shoots using three green ash (*Fraxinus pennsylvanica*) clones // *New Forests*, 1998. – V. 16. – P. 43–57.
8. Kim M.-S., Schumann C.M., Klopfenstein N.B. Effects of thidiazuron and benzyladenine on axillary shoot proliferation of three green ash (*Fraxinus pennsylvanica* Marsh.) clones // *Plant Cell Tiss. Org. Cult.*, 1997. – V. 48. – P. 45–52.
9. Navarrete N.E., Van Sambeek J.W., Preece J.E., Gaffeny G.R. Improved micropropagation of white ash (*Fraxinus americana* L.) // *Proc. Seventh Central Hardwood Conf. Carbondale, USA 5-8 March 1989*. P. 146–149.
10. Perez-Paron M.A., Gonzalez-Benito M.E., Perez C. Micropropagation of *Fraxinus angustifolia* from mature and juvenile plant material // *Plant Cell Tiss. Org. Cult.*, 1994. – V. 37. – P. 297–302.
11. Silveira C.A., Cottignies A. Period of harvest, sprouting ability of cuttings, and *in vitro* plant regeneration in *Fraxinus excelsior* // *Can. J. Bot.*, 1993. – V. 72. – P. 261–267.
12. Tonon G., Capuana M., Di Marco A. Plant regeneration of *Fraxinus angustifolia* Vahl by *in vitro* shoot organogenesis // *Scientia Horticulturae*, 2001. – V. 87. – P. 291–301.
13. Van Sambeek J.W., Preece J.E. *In vitro* propagation of *Fraxinus* species // *Protocols for micropropagation of woody trees and fruits*. 2007. Dordrecht, The Netherlands. P. 179–192.

УСТОЙЧИВОСТЬ ВСХОДОВ *PINUS SYLVESTRIS* И *PICEA ABIES* К СОЛЕВОМУ СТРЕССУ

Ю.В. ИВАНОВ, н. с. Института физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН, канд. биол. наук,
А.В. КАРТАШОВ, м. н. с. Института физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН,
Ю.В. САВОЧКИН, асп., м. н. с. Института физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН

ivanovinfo@mail.ru; botanius@yandex.ru; savochkinmail@mail.ru

Усиление антропогенной деятельности и увеличение техногенной нагрузки на экосистемы приводит к существенной модификации фитоценозов, проявляющейся как в частичной потере определенных видов растений, так и полной замене на виды, не свойственные данным условиям. Наиболее значимым является изменение состава древесно-кустарниковой растительности, способное на долгие годы изменить направление развития фитоценоза.

Древесные растения в связи с высокой продолжительностью онтогенеза являются наиболее уязвимыми компонентами фитоценоза. В свою очередь, среди древесно-кустарниковой растительности представители отдела хвойные (Pinophyta) характеризуются наименьшей устойчивостью к антропогенному и техногенному воздействиям.

Среди факторов, негативно влияющих на рост и продуктивность растений, особое

место занимает засоление почв. Исторически почвы с повышенным содержанием засаливающих агентов формировались в особых геохимических провинциях, в условиях аридного климата и прибрежных зонах Мирового океана. Четкая географическая приуроченность данных почв и определила специфику состава произрастающей на них растительности, ярким примером которой являются мангровые леса. Среди эндемичных видов растений, произрастающих на территории Австралии, насчитывается по меньшей мере 49 видов, устойчивых к действию засоления, из них 8 видов, выдерживающих концентрации 150–440 мМ NaCl в корнеобитаемом слое почвы [4].

Интенсивная антропогенная деятельность (оросительное земледелие и применение минеральных удобрений в сельском хозяйстве) привела к стремительному увеличению площадей, подверженных засолению. Повышение солености почв отмечается вдоль автомагистралей, на площадях, занятых под нефте-газо- и горнодобывающими производствами.

Засоление как мощный абиотический фактор среды вызывает не только снижение продуктивности, но и приводит к деградации естественных биогеоценозов. Уже более полувека одним из прямых путей поступления засаливающих агентов в окружающую среду является применение противогололедных средств, состоящих в основном из смесей галита (NaCl), сильвина (KCl), ангидрита (CaSO₄) и глауберита (NaSO₄·CaSO₄). Эти соединения в составе талых вод и воздушных аэрозолей способны распространяться на большие расстояния от полотна автомагистралей, вызывая засоление почв и повреждение растительности, особенно в придорожных лесных полосах.

Усиление действия засоления на лесные фитоценозы обуславливает необходимость изучения физиологического действия повышенных концентраций засаливающих агентов на рост и продуктивность древесных растений. В отличие от травянистых растений подобного рода исследования чрезвычайно фрагментарны и малочисленны [6, 8].

Анализ литературных сведений показал, что основными объектами исследования действия засоления на различные физиологи-

ческие параметры были представители рода *Pinus* (сосна приморская (*Pinus pinaster* Ait), сосна лучистая (*Pinus radiata* D. Don), сосна скрученная (*Pinus contorta* Dougl. ex Loud) и сосна ладанная (*Pinus taeda* L.)). Установлено, что все эти виды являются умеренно устойчивыми к действию засоления [9]. Однако данные виды растений для большей части лесопокрываемой территории России не свойственны.

В связи с этим нами начаты исследования воздействия засоления на формирование всходов сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и ели европейской (*Picea abies* (L.) Karst) с целью прогнозирования их состояния в будущем и оценки возможности лесовозобновления на землях, подвергающихся засолению.

Было исследовано влияние различных концентраций хлорида натрия (NaCl) на всхожесть семян и функционирование защитных систем всходов на стадии образования первичной хвои.

В качестве биохимических маркеров степени воздействия нами изучалась активность основных компонентов антиоксидантной защиты (супероксиддисмутаза (СОД), каталаза, гваяколзависимые пероксидазы (ПО)), содержание низкомолекулярных антиоксидантов (пролин), содержание ионов (Na⁺, K⁺, Cl⁻), содержание малонового диальдегида (МДА) и перекиси водорода (H₂O₂).

На данном этапе работ исследованы концентрации NaCl: 10 мМ (соответствует содержанию 0,06 % легкорастворимых солей в почвенном растворе), 50 (0,29 %), 100 (0,58 %), 200 (1,17 %) и 300 мМ (1,8 %). По принятой в почвоведении классификации, к засоленным относят почвы с содержанием легкорастворимых солей более 0,25 %. Почвы с содержанием легкорастворимых солей более 1 % относят к солончакам.

В работе использованы семена ели европейской 2 класса качества (чистота партии семян – 92,5 %, всхожесть – 77 %) и семена сосны обыкновенной 2 класса качества (чистота – 97,5 %, всхожесть – 78 %) (ГОСТ 14161-86 «Семена хвойных древесных пород. Посевные качества»). Семена проращивали в условиях водной культуры с различным содержанием хлорида натрия. По достижении возраста 6-ти недель всходы фиксировали жидким азотом и

хранили в замороженном состоянии (-70°C) до проведения экспериментов.

Воздействие 10 и 50 мМ NaCl не вызвало снижения всхожести семян сосны обыкновенной и ели европейской. Напротив, в обоих случаях наблюдался незначительный (1–5 %) эффект стимуляции прорастания. Ингибирование прорастания наблюдалось при более сильном засолении. Так, при действии 100 мМ NaCl оно составляло 4–7 % от контроля, при 200 мМ – 55–58 % и при 300 мМ – 96–99 %. Поэтому дальнейшие исследования влияния засоления на всходы проводились при концентрациях хлорида натрия не более 100 мМ.

Действие всех исследованных концентраций приводило к ингибированию роста и развития корневой системы. Высокие концентрации NaCl (более 100 мМ) вызывали значительные нарушения в развитии всходов. Наблюдалось практически полное ингибирование роста корневой системы, ненормальное развитие семядолей и первичной хвои. Действие засоления приводило к снижению биомассы растений. В отличие от экспериментов Loustau на сосне приморской [9], нами отмечались изменения в соотношении биомассы корня/хвоя у обоих исследуемых видов в сторону доминирования надземной части.

При концентрациях 50 мМ NaCl и более отмечалось значительное потемнение корней растений. Вероятно, это связано с интенсивными процессами лигнификации. В пользу данного предположения свидетельствуют работы, в которых показано торможение развития кончиков корней сосны приморской при действии засоления и увеличение процента лигнифицированных корней [9].

Одним из первичных последствий воздействия хлорида натрия является нарушение ионного баланса, проявляющееся в накоплении ионов Na и/или Cl. В наших экспериментах воздействие NaCl в концентрации 10 мМ не вызывало изменения содержания ионов хлора, тогда как повышение концентрации более 50 мМ приводило к их аккумуляции (в 1,49 и 1,66 раз соответственно для ели и сосны). С другой стороны, накопление Na^+ наблюдалось во всех вариантах опыта и носило более интенсивный характер. В вариантах опыта 10 мМ (в 1,91/2,08 раз, соответственно ель/

сосна), 50 мМ (3,57/4,15) и 100 мМ (5,12/5,70 раз по сравнению с контролем). При этом у растений не наблюдалось потери ионов калия, что может объясняться высоким потенциалом к накоплению неорганических ионов или функционированием специфических механизмов, поддерживающих гомеостаз калия.

Французскими исследователями было установлено, что длительное воздействие засоления (67 дней) приводит к значительному увеличению содержания ионов натрия (в 6–19 раз) в хвое сеянцев сосны приморской [9]. В то же время, в работе Sands and Clarke (1977) показано, что сосна приморская более успешно избегает засоления, нежели противостоит накоплению ионов натрия и хлора в хвое. Резкое увеличение солености корнеобитаемого слоя приводит к столь же значительному росту содержания ионов натрия и хлора в хвое растений и в итоге приводит к гибели растений [11].

В работе Bois[7] отмечается, что, несмотря на наблюдающуюся аккумуляцию ионов натрия, повышение солености почвенного раствора до 50 и 100 мМ NaCl приводит к развитию фотохимического стресса во всходах. Однако при данных концентрациях токсический эффект засоления мог быть значительно снижен благодаря вакуализации избыточного содержания ионов и созданию высоких концентраций органических осмолитов в тканях.

Прогрессирующее засоление корнеобитаемого слоя сопровождается симптомами, очень сходными с действием засухи. Происходит постепенное снижение интенсивности транспирации, водного потенциала, осмотического потенциала хвои, двукратное и более снижение поступления минеральных анионов и катионов [4, 9]. В этих условиях восстановление нормального функционирования клеток и тканей возможно при изменении осмотического потенциала самого растения, компенсирующего высокую концентрацию засаливающих агентов во внешней среде. Распространенным путем восстановления осмотического баланса в растениях становится синтез совместимых осмолитов, одним из которых является пролин.

В наших экспериментах незначительное увеличение содержания пролина отмечалось лишь при концентрации 100 мМ (в

1,23/1,34 раза по сравнению с контролем, ель/сосна соответственно). Как нами установлено ранее, подобное воздействие вызывает у травянистых растений (*Thellungiella halophila* Mey., *Arabidopsis thaliana* L., *Plantago major* L., *Geum urbanum* L., *Thalictrum aquilegifolium* L., *Artemisia lerchiana* L.) более существенное увеличение содержания пролина [1–3]. Однако, учитывая степень аккумуляции ионов натрия и хлора, можно предположить, что токсической концентрации в тканях всходов сосны обыкновенной и ели европейской они не достигли и, следовательно, не вызвали сильного осмотического шока, являющегося сигналом для аккумуляции пролина. В работах канадских исследователей, проведенных на сосне Банкса (*Pinus banksiana* L.) и ели канадской (*Picea glauca* (Moench) Voss), при увеличении концентрации NaCl в питательной среде показано увеличение содержания пролина и общих сахаров в побегах. Наибольшее содержание пролина и общих сахаров выявлено при концентрации 200 мМ NaCl. В то же время содержание осмолитов в корнях оставалось неизменным или изменялось незначительно [7].

Общим негативным вторичным последствием действия на растения большинства стрессоров, в том числе засоления, является развитие окислительного стресса, при котором происходит комплексное нарушение важнейших процессов – дыхания и фотосинтеза. Причиной этого становится повреждение мембранных структур клетки, а также многих ферментов, обеспечивающих протекание многих окислительно-восстановительных реакций. Итогом развития окислительного стресса является высвобождение значительного количества свободных радикалов и активных форм кислорода, оказывающих токсическое действие на остальные компоненты клетки.

Основным признаком формирующегося окислительного стресса является усиление перекисного окисления липидов мембран, накопление перекиси водорода (H_2O_2), супероксид-анион радикала ($O^{\cdot-}$) и других активных форм кислорода, повреждающих клеточные структуры. В ответ на это изменение окислительно-восстановительного баланса клетки растений происходит индукция антиоксидантных защитных систем.

В наших исследованиях в условиях засоления не отмечено повышения содержания H_2O_2 и малонового диальдегида (продукта перекисного окисления липидов мембран). Это может объясняться значительным снижением процессов метаболизма во всходах еще на ранних этапах воздействия засоления, что выражалось в замедлении развития корневой системы и в низких темпах прироста биомассы. Такое избегание организмом нежелательных последствий действия стресса может рассматриваться как кратковременное и малоэффективное приспособление к неблагоприятным условиям.

Антиоксидантные защитные системы в растениях представлены ферментами, нейтрализующими активные формы кислорода (супероксид-анион радикал, перекись водорода и др.), а также низкомолекулярными антиоксидантами. В условиях засоления не происходило существенного изменения активности супероксиддисмутазы, фермента первой линии защиты клетки от супероксид-анион радикала. Методами нативного гель-электрофореза были обнаружены три изоформы СОД в хвое, а также было показано отсутствие изменения в их соотношении при действии засоления. Ранее проведенные исследования позволяют предположить, что были обнаружены Mn, Fe, Cu/Zn изоформы СОД [1, 3]. Одним из объяснений отсутствия заметной индукции супероксиддисмутазы при засолении можно считать описанное выше замедление роста и развития всходов хвойных, что вызывало снижение интенсивности метаболизма и темпов накопления активных форм кислорода.

В активности других антиоксидантных ферментов, разрушающих H_2O_2 (каталаза, пероксидазы), отмечаются лишь незначительные изменения. Активность каталазы снижается по сравнению с контролем во всех исследованных случаях. Сходная картина наблюдается и в активности свободной пероксидазы. Лишь у ковалентно связанной пероксидазы отмечено наиболее значительное увеличение активности, что может свидетельствовать об интенсивно протекающих процессах лигнификации клеточных стенок. Косвенно это также подтверждается потем-

нением корешков всходов. Доказано, что лигнификация клеточных стенок древесных растений является общим механизмом защитной реакции в ответ на действие стрессоров биотической и абиотической природы [5, 10].

Проведенные исследования показали, что при концентрации хлорида натрия до 100 мМ включительно признаков развития окислительного стресса не наблюдается. Индукция антиоксидантной защитной системы незначительна. Это может объясняться значительным снижением метаболизма всходов в условиях засоления (снижение всхожести семян и замедление развития всходов). Одним из факторов, препятствующих развитию всходов на засоленных землях, может стать ингибирование роста корневой системы и, как следствие, неспособность проростков к дальнейшему развитию.

Библиографический список

1. Карташов, А.В. Роль систем антиоксидантной защиты при адаптации дикорастущих видов растений к солевому стрессу / А.В. Карташов, Н.Л. Радюкина, Ю.В. Иванов и др. // Физиология растений. – 2008. – Т. 55. – № 4. – С. 516–522.
2. Радюкина, Н.Л. Изучение индуцибельных и конститутивных механизмов устойчивости к солевому стрессу у гравилата городского / Н.Л. Радюкина, Ю.В. Иванов, А.В. Карташов и др. // Физиология растений. – 2007. – Т. 54. – № 5. – С. 692–698.
3. Радюкина, Н.Л. Сравнительный анализ функционирования защитных систем у представителей га-лофитной и гликофитной флоры в условиях засоления / Н.Л. Радюкина, А.В. Карташов, Ю.В. Иванов и др. // Физиология растений. – 2007. – Т. 54. – № 6. – С. 902–912.
4. Allen J.A., Chambers J.L. and Stine M. Prospects for increasing the salt tolerance of forest trees: a review // Tree Physiology, 1994, 14, 843–853.
5. Beom-Goo Lee Roger M. Rowell. Removal of Heavy Metal Ions from Aqueous Solutions Using Lignocellulosic Fibers // Journal of Natural Fibers, 2004, Vol. 1(1), 97–107.
6. Bogemans J., Neirinckx L., Stassart J.M. Effect of deicing chloride salts on ion accumulation in spruce (*Picea abies* (L.) sp.). // Plant and Soil, 1989, 113, 3–11.
7. Bois G., Bigras F.J., Bertrand A., Piche Y., Fung M.Y. and Khasa D.P. Ectomycorrhizal fungi affect the physiological responses of *Picea glauca* and *Pinus banksiana* seedlings exposed to an NaCl gradient // Tree Physiology, 26, 1185–1196.
8. Fostad O., Pedersen P.A. Container-grown tree seedling responses to sodium chloride applications in different substrates // Environmental Pollution, 2000, 109, 203–210.
9. Loustau D., Crepeau S., Guye M.G., Sartore M. and Saur E. Growth and water relations of three geographically separate origins of maritime pine (*Pinus pinaster*) under saline conditions // Tree Physiology, 1995, 15, 569–576.
10. Mandre M. Stress induced changes in the lignin content of the needles of Norway spruce and Scots pine. Forestry Studies // Metsanduslikud uurimused XXXVI, lk. 2002. 72–81.
11. Sands R. and Clarke A.R.P. Response of radiata pine to salt stress. I. Water relations, osmotic adjustment and salt uptake. Aust. J. Plant Physiol. 4:637–646.

ОПЫТ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА ПИХТЫ СИБИРСКОЙ ПРИ ИНТРОДУКЦИИ

А.А.КОЖЕНКОВА, доц. каф. лесных культур МГУЛ, канд. с.-х. наук,

А.А.ЗАХАРОВА, асп. кафедры лесных культур МГУЛ

zaharova@mgul.ac.ru

Пихта сибирская (*Abies sibirica* Ldb.) является одной из распространенных древесных пород северо-востока европейской части России и таежной зоны Сибири. Она имеет самый обширный ареал и признана наиболее широко разводимой древесной породой из рода пихт.

Благодаря многочисленным ценным хозяйственным свойствам и высоким декоративным качествам эту породу искусственно

выращивают как в естественном ареале, так и за его пределами.

Как интродуцент пихта сибирская успешно произрастает в лесной и лесостепной зонах европейской части страны, где встречается в парках, дендросадах, лесных культурах [1, 2, 3, 6]. Оптимальными для произрастания пихты сибирской считаются районы, характеризующиеся следующими макроклиматическими условиями: суммой эффективных

температур 1800 °С и гидротермическим коэффициентом 0,9 и выше. В пределах этого ареала пихта оказывается на 15–45 % продуктивнее ели европейской [4]. Для получения высокопродуктивных насаждений вне ее ареала необходимы хорошо дренированные богатые гумусом супесчаные почвы [1].

Размножают пихту сибирскую преимущественно семенным путем, хотя не исключено и вегетативное размножение (черенкование и прививка). Рядом авторов [2, 7] отмечается медленный рост этой породы в молодом возрасте, но в целом вопросы выращивания посадочного материала изучены недостаточно.

В связи с этим нами проводилась оценка успешности роста сеянцев и саженцев пихты сибирской в Гребневском питомнике Щелковского учебно-опытного лесхоза.

В посевном отделении изучались сеянцы пихты, выращенные из семян происхождения из Кемеровской области (Пермяковский район Чекмаревское лесничество). На протяжении четырех лет проводились замеры высот, диаметров корневой шейки и текущих приростов по высоте, выполнялась статистическая обработка материалов. Для сравнения аналогичные исследования проводились для сеянцев ели европейской.

Показатели средних высот сеянцев пихты и ели в разном возрасте представлены на рис. 1.

В однолетнем возрасте сеянцы пихты, хотя и имели большую высоту, незначительно отличались от сеянцев ели. С двухлетнего возраста ель начала обгонять пихту, и со временем это преимущество увеличивалось.

Анализ текущих приростов у сеянцев показал, что у пихты приросты имели достаточно стабильные значения по годам, тогда как у ели наблюдался значительный скачок в трехлетнем возрасте (рис. 2).

Для оценки качества сеянцев в трех- и четырехлетнем возрасте показатели их высот и диаметров сравнивали со стандартными. Согласно ОСТ 56-98-93 [5] в возрасте 3-х лет сеянцы пихты сибирской в зоне смешанных лесов должны иметь высоту стволика не менее 12 см и диаметр корневой шейки не менее 2 мм.

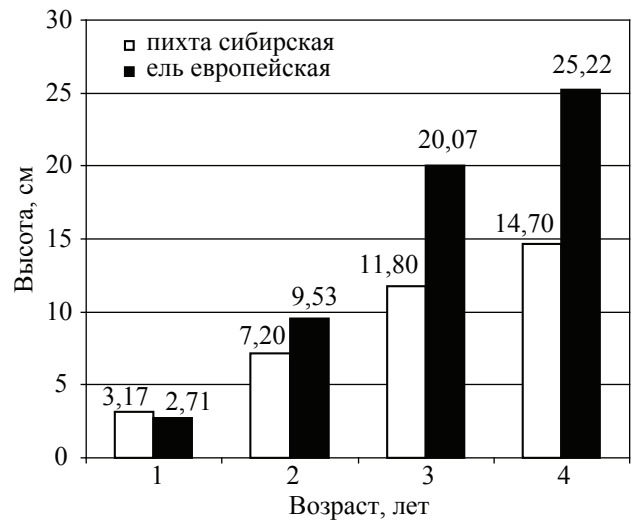


Рис. 1. Средние высоты сеянцев пихты и ели

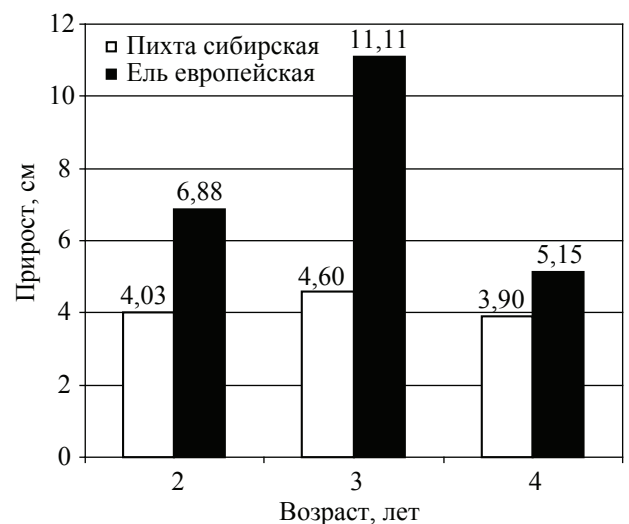


Рис. 2. Текущие приросты сеянцев пихты и ели

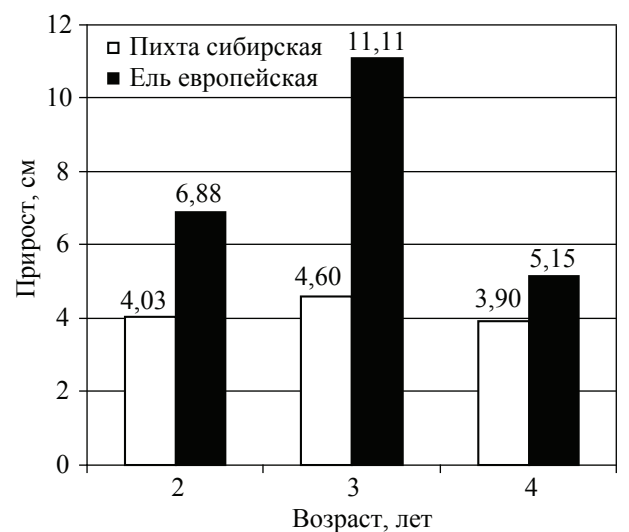


Рис. 3. Процент стандартных сеянцев пихты сибирской

Как видно из рис. 3, в трехлетнем возрасте стандартных параметров по диаметру корневой шейки достигло 100 % растений, тогда как по высоте – всего лишь 36 %. В возрасте четырех лет стандартными по высоте стали уже 86 % сеянцев пихты сибирской.

В возрасте четырех лет сеянцы были пересажены в древесную школу. Посадка выполнялась по трехрядной схеме с расстоянием между рядами 40 см и шагом посадки 20 см. В течение двух лет проводились замеры параметров саженцев. Результаты статистической обработки представлены в табл. 1.

В 6–8 летнем возрасте согласно ОСТ 56-98-93 высота саженцев должна быть не менее 20 см, а диаметр корневой шейки не менее 6 мм. В данном случае в 6-летнем возрасте 94 % растений по диаметру являлись стандартным, а по высоте только 66 % соответствовали нормативам.

Изменение текущих приростов в результате пересадки сеянцев в школьное отделение представлены на рис. 4.

Из рис. 4 видно, что в год пересадки растения приживались и их текущий прирост значительно снизился. На следующий год в шестилетнем возрасте адаптация закончилась, о чем свидетельствует текущий прирост саженцев, который в 4 раза превысил прирост предыдущего года и составил 4,8 см, а по сравнению с годом, предшествующим пересадке, увеличился в 1,2 раза.

В школьном отделении Гребневского питомника имеется еще один участок саженцев пихты сибирской, который был заложен весной 2005 г. четырехлетними сеянцами с трехрядной схемой посадки. Параметры этих саженцев в 6–9 летнем возрасте представлены в табл. 2.

Если сравнить показатели роста в 6-летнем возрасте на 1 и 2 участках (табл. 1, 2), то можно отметить достоверные различия как по высоте, так и по диаметру в пользу растений на первом участке. Объясняется это сильным задернением почвы между саженцами на втором участке и меньшим количеством агротехнических уходов.

Динамика текущих приростов пихты сибирской представлена на рис. 5.

Т а б л и ц а 1

Параметры саженцев пихты сибирской на участке № 1

Возраст, лет	Высота, см	Диаметр корневой шейки, мм
5 (4+1)	16,0±0,4	4,4±0,1
6 (4+2)	20,4±0,4	6,9±0,2

Т а б л и ц а 2

Параметры саженцев пихты сибирской на участке № 2

Возраст, лет	Высота, см	Диаметр корневой шейки, мм
6 (4+2)	18,1±0,4	5,5±0,1
7 (4+3)	21,8±0,7	6,3±0,2
8 (4+4)	24,3±0,7	8,2 ±0,3
9 (4+5)	30,2±1,0	9,8±0,3

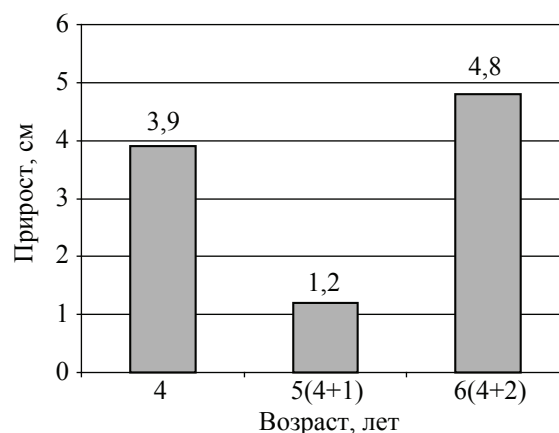


Рис. 4. Текущие приросты пихты сибирской на участке № 1

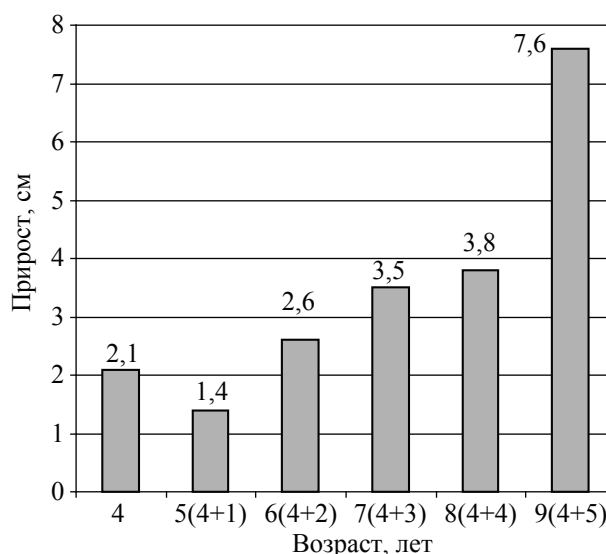


Рис. 5. Текущие приросты пихты сибирской на участке № 2

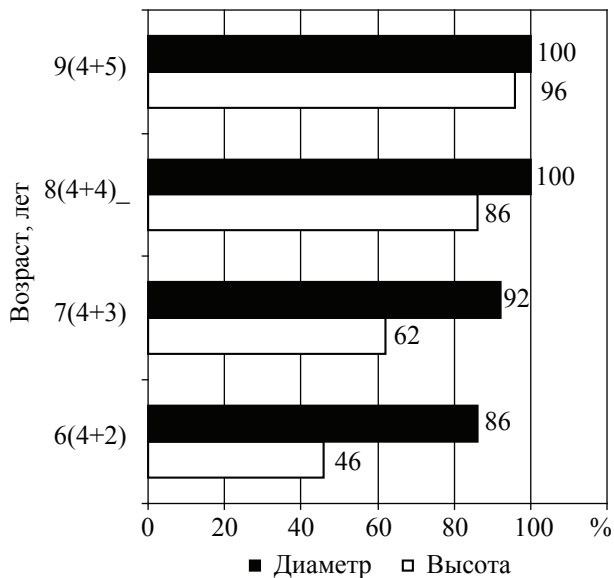


Рис. 6. Процент стандартных саженцев пихты сибирской

В год пересадки растения снизили прирост в 1,5 раза. Однако уже на следующий год значение приростов было уже несколько выше, чем у сеянцев до пересадки. С 6 по 8 год выращивания приросты у саженцев увеличивались постепенно, но незначительно, а в 9-летнем возрасте прирост по сравнению с предыдущим годом был в 2 раза. Процент стандартных саженцев в разном возрасте в соответствии с ОСТ 56-98-93 представлен на рис. 6.

Так же как и у сеянцев, по диаметру корневой шейки саженцы достигают стандартных параметров раньше, чем по высоте. Уже в 7-летнем возрасте этот показатель достаточно высок и составляет 92 %, а в 8 лет уже все растения соответствовали нормативу. По высоте высокий процент стандартных растений наблюдался лишь в 9-летнем возрасте.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

– изучение опыта выращивания посадочного материала пихты сибирской в Гребневском питомнике Щелковского учебно-опытного лесхоза показало, что сеянцы этой породы растут медленно, уступая со второго года жизни сеянцам ели европейской, причем разница в росте увеличивается с возрастом в пользу последних;

– пересадку в возрасте 4 лет сеянцы переносят хорошо и уже через год адаптируются и дают приросты больше, чем были до пересадки;

– учитывая то, что стандартных размеров по высоте как сеянцы, так и саженцы достигают в более старшем возрасте, чем предусмотрено ОСТ 56-98-93, то при их выращивании нужно рекомендовать более интенсивную агротехнику, способствующую повышению плодородия почв и улучшению ее структурного состояния, а также увеличение количества уходов.

Библиографический список

1. Гиргидов, Д.Я. Интродукция древесных пород на северо-западе СССР / Д.Я. Гиргидов. – М.-Л.: Гослесбумиздат, 1955. – 48 с.
2. Дроздов, И.И. Хвойные интродуценты в лесных культурах / И.И. Дроздов. – М.: МГУЛ, 1998. – 137 с.
3. Исаченко, Х.М. Опыт лесоразведения в центральных областях европейской части СССР. / Х.М. Исаченко. – М.-Л.: Гослесбумиздат, 1957. – 112 с.
4. Калуцкий, К.К. Древесные экзоты и их насаждения / К.К. Калуцкий, Н.А. Болотов, Д.М. Михайленко. – М.: Агропромиздат, 1986. – 271 с.
5. ОСТ 56-98-93 Сеянцы и саженцы основных древесных и кустарниковых пород. Технические условия, 1993. – 40 с.
6. Крылов, Г.В. Пихта / Г.В. Крылов, И.И. Марадудин, Н.И. Михеев, Н.Ф. Казаков. – М.: Агропромиздат, 1986. – 239 с.
7. Бородина, Н.А. Семенное размножение древесных растений / Н.А. Бородина, И.А. Комаров, П.И. Лапин и др. – М.: Наука, 1970. – 320 с.

ИНТРОДУКЦИЯ ЛЖЕТСУГИ МЕНЗИСА В СЕВЕРНОЙ ПОДЗОНЕ СМЕШАННЫХ ЛЕСОВ

Н.Ю. ГУСЕВА, *асп. каф. лесных культур МГУЛ*

gusnat@pochta.ru

Лесоводы издавна проявляют интерес к поиску древесных пород, которые в аналогичных почвенно-климатических условиях дают наибольший хозяйственный эффект. Вся

история лесокультурного дела, паркостроения, степного лесоразведения в нашей стране неразрывно связана с интродукцией древесных растений, которые проходили первичное

испытание в садах и парках, после чего использовались в лесных и озеленительных насаждениях.

Древесные породы родом из Северной Америки появились у нас в XVIII в. преимущественно из Западной Европы и только частично непосредственно из Америки. Большая роль в обогащении новыми видами флоры нашей страны принадлежит любителям садово-паркового строительства, передовым людям своего времени, которые по собственной инициативе занимались вопросами интродукции. Почти 200-летний опыт интродукции, изучение сохранившихся культур пород-экзотов дает основания сегодня считать, что из всех испытанных древесных пород Северной Америки наиболее перспективными для дальнейшей культуры в наших лесах являются псевдотсуга, сосна веймутова, туя гигантская и дуб красный.

Важной современной задачей лесного хозяйства России является расширение видового породного разнообразия лесных фитоценозов, особенно в зоне смешанных лесов. Одним из путей решения ряда аспектов этого направления является интродукция хозяйственно ценных лесообразователей, введение в лесные культуры экзотов.

Под интродукцией растений понимают перенесение растений в новые природно-климатические условия за пределы естественного ареала, а также при расширении площади искусственного выращивания растений из района их испытания в культуре [1].

Среди главных лесообразующих пород в практике искусственного лесовыращивания в нашей стране приоритет имеют хвойные породы. Интродукцию наиболее перспективных пород можно считать существенным дополнительным средством расширения площади хвойных лесов и повышения их продуктивности.

Лесоинтродукционная деятельность развивалась неравномерно, с заметными подъемами и спадами в зависимости от функционирования лесного хозяйства как отрасли. Возможности и перспективы интродукции древесных растений в разных лесорастительных зонах России достаточно широки. Но, к сожалению, древесные экзоты все еще недо-

статочно используются в лесном хозяйстве и озеленении, занимают небольшие площади и представлены ограниченным ассортиментом. Немало древесных экзотов встречается в старых лесных культурах, коллекциях лесоводов-любителей. Необходимо внести их в единую картотеку, наблюдать и использовать в качестве маточников для внедрения наиболее ценных форм, сфокусировать внимание ботаников и дендрологов, генетиков и селекционеров, фитоценологов, лесоводов на решении современных проблем лесной интродукции, в полной мере используя теоретическое наследие Н.И. Вавилова.

Весьма важным моментом является изучение и анализ опыта интродукции деревьев и кустарников, накопленного ботаническими садами, научно-исследовательскими учреждениями, дендропарками, предприятиями лесного хозяйства и другими организациями. При этом первоочередное внимание необходимо уделять изучению насаждений древесных экзотов.

Одной из таких пород является псевдотсуга Мензиса – вид дугласии (дугласия зеленая, или тисолистная), естественно произрастающая на западе Северной Америки, где находит место среди главных лесообразующих пород. Род дугласии имеет несколько синонимов: дугласова пихта, псевдотсуга, лжетсуга. В лесах Америки произрастают 3 вида дугласии: зеленая, серая и сизая. Все виды дугласии достаточно декоративны и могут быть широко использованы в зеленом строительстве. Несмотря на бесспорную декоративность псевдотсуги Мензиса, в садах и парках нашей страны она встречается редко, преимущественно в Крыму и на Кавказе, хотя некоторые формы этого вида и развиваются нормально даже на северо-западе России.

В Европе псевдотсугу культивируют с 1927 г. Здесь она успешно растет в лесных культурах и зеленых насаждениях. Псевдотсуга зеленая предпочитает влажный, теплый климат, в то время как псевдотсуга серая признана более устойчивой и может культивироваться до широты Санкт-Петербурга.

По данным Ивантеевского дендросада, псевдотсуга полностью акклиматизирована в зоне смешанных лесов. Она имеет в местных

условиях хорошие показатели роста, плодоносит и дает жизнеспособное потомство в виде подроста [1].

Псевдотсуга сравнительно медленно растет до 25...30 лет, затем постепенно увеличивает скорость роста и сохраняет ее длительное время, которое иногда превосходит срок жизни ели. Отдельные деревья в старых парках достигают крупных размеров, плодоносят, дают потомство в виде жизнеспособного подроста. Недооценка требовательности псевдотсуги к почвам в условиях интродукции нередко служит причиной ошибок при выборе площадей под лесные культуры. Для хорошего роста она нуждается в мощных, структурных, плодородных, хорошо дренированных почвах.

Агротехника семенного посадочного материала псевдотсуги принципиально не отличается от ели. Семена имеют вынужденный покой, однако подготовка их в течение 20...30 дней на холоде (под снегом, в подвале) заметно повышает всхожесть. Сеянцы можно выращивать как в открытом, так и в закрытом грунте. При этом сроки выращивания сеянцев лже-тсуги в условиях зарытого грунта сокращаются вдвое по сравнению с открытым грунтом. Срок выращивания сеянцев псевдотсуги – 2 года. Хорошо зарекомендовали себя 3...4-летние саженцы с закрытыми корнями [1, 2].

При размножении селекционно отобранных клонов успешно используют прививку. Подвойный материал выращивают в теплицах 2,5 года. Привитый материал доращивают еще 1,5 года и весной 5-го года высаживают на плантацию. Псевдотсуга успешно черенкуется. В условиях Переславского дендросада псевдотсуга плодоносит с 18 лет и дает жизнеспособный подрост [3].

Дугласию в нашей стране начали культивировать сравнительно недавно. В лесных культурах ее посадки известны с начала прошлого столетия, в парках и садах эта порода разводится со второй половины 19 века, где распространены главным образом ее подвиды и серая. Дугласия зеленая из-за ее несколько большего теплолюбия успешно растет в России на Черноморском побережье Кавказа, а также в Правобережной Украине, Западной Белоруссии, Литве, Латвии и Эстонии [1].

Широкому введению дугласии в лесные культуры нашей страны в значительной степени содействовали выдающиеся лесоводы. Так, М. Сиверс в 1911 г. на основании своего 20-летнего опыта по лесоразведению предлагал создавать насаждения из дугласии на европейской территории России до северной линии Петербург–Москва–Саратов, а из семян ее с горных плато Колорадо – на северо-восток до Казани. М. Сиверс был убежден, что дугласия у нас может вполне заменить по лесоводственным признакам и свойствам отечественные породы сосну и ель.

Выдающийся советский лесовод М.Е. Ткаченко в начале своей научной деятельности изучал леса Северной Америки и уделил много внимания дугласии как одной из самых быстрорастущих пород. Им описаны экология дугласии и ее продуктивность как на родине, так и в странах Европы. М.Е. Ткаченко (1952) считал районы юга Белоруссии, Украину, Крым и Закавказье наиболее подходящими для культуры дугласии на лучших почвах [5].

А.В. Тюрин также считал, что культура дугласии зеленой заслуживает пристального внимания лесоводов Украины и Белорусии. Он полагал, что в районах правобережной части Украины и отчасти в западных и юго-западных районах Белоруссии можно подыскивать местоположения, которые по климатическим условиям будут не хуже западноевропейских. А.В. Тюрин отмечал, что следует отказаться от получения семян дугласии зеленой из США, так как климатические условия районов обитания ее на родине менее близки к условиям Украины и Белорусии, нежели условия Калининградской области, где имеются ее старые плодоносящие насаждения с высокими запасами древесины [6].

Это подтвердили И.А. Виноградов и Е.А. Федоров (1977), отмечавшие хороший рост и высокие запасы древесины дугласии в Калининградской области [7].

Интродукционные опыты с дугласией сизой в Братцево под Москвой проводились 1925–1926 гг. Затем выращенный посадочный материал был перевезен и посажен в культурах Лесостепной опытной селекционной станции (Липецкая область), где дуг-

ласия растет и в настоящее время, а также в Минский ботанический сад.

В дендрарии Главного ботанического сада РАН выращивается более 160 деревьев дугласии зеленой. В возрасте 27 лет они достигают средней высоты 8 м, наибольшей – 12 м и 24,5 см в диаметре. Семеношение наступает с 27-летнего возраста, цветет в июне, семена созревают в сентябре. Зимостойкость переменная, в суровые зимы побеги обмерзают [2].

Наиболее удачные опыты по интродукции дугласии в средней полосе европейской части России проведены в Липецкой и соседних с нею областях. Все три вида дугласии (зеленая, серая и сизая) выращиваются на Лесостепной опытно-селекционной станции (ЛОСС) на выщелоченных черноземах и серых суглинках на лессе. Грунтовые воды 25–45 м, осадков 517 мм, средняя годовая температура 4,7° С, высота до 250 м над уровнем моря. По росту и продуктивности эти виды дугласии не различаются между собой. В молодом возрасте страдают от морозов в суровые зимы и от возврата морозов весной. Дугласия в этих условиях растет несколько медленнее местных хвойных пород – сосны обыкновенной, ели обыкновенной и лиственницы Сукачева. В 30-летнем возрасте достигает средней высоты 10 м и максимальной 14 м, среднего диаметра 21 см и максимального 32 см. В 50-летнем – соответственно 15,6 и 16,3 м, 27,8 и 33,2 см, запас древесины 820 м³ с 1 га. В плодоношение вступает с 17–20 лет, а из местных семян с 12 лет. Урожайными бывают каждые 3–4 года, на станции собирают до 20 кг семян. Семена обладают высокой всхожестью, всюду под деревьями легко появляется здоровый самосев.

По более поздним данным Е.М. Дудецкой и А.В. Лукина (1977), на ЛОСС дугласия в 26-летнем возрасте достигает высоты 9,1 м и 10,6 см в диаметре, а в 43-летнем соответственно 18,2 м, 21,7 см и запаса 262,3 м³. По данным этих же авторов, в Ботаническом саду Воронежского государственного университета на выщелоченном черноземе в 25-летнем возрасте средняя высота дугласии равна 9,4 м и средний диаметр 10,6 см. В тех же условиях, в дендропарке СХИ дугласия зеленая в возрасте 32 лет имеет высоту 13 м и диаметр 19 см. Аналогично растет она и на светло-серой

лесной средне-оподзоленной почве в Глушковском лесничестве Рыльского мехлесхоза Курской обл. В 26-летнем возрасте достигает высоты 9,1 м и 10,6 см в диаметре [4].

Лесные культуры дугласии были заложены в Брянском учебно-опытном лесхозе в 1914 г. в условиях С₂ (свежей сложной субори). Почва участка среднеподзолистая, песчаная, подстилаемая глауконитовыми песками с фосфоритами и гольскими глинами. Дугласия высаживалась 3-летними сеянцами до 20 см высоты в окна осиново-березового насаждения. Росла в дальнейшем в сильном угнетении верхним пологом и в возрасте 58 лет достигла только 14,1 м высоты и 13,5 см в диаметре, плодоносит с 35-летнего возраста. Молодые культуры дугласии из местных семян в 18-летнем возрасте имели высоту 3,6 м и диаметр 3,9 см [2].

В Карелии плодоносящие деревья дугласии растут только на Карельском перешейке в лесничестве Сайрала Лесогорского р-на. В 20-летнем возрасте достигают средней высоты 6 м и 14,5 см в диаметре. Лучшие деревья имеют высоту 7 м и 20 см в диаметре. В суровые зимы страдают от морозов. Под Петрозаводском дугласия растет медленно и обмерзает.

В Ломоносове (Ленинградская обл.) на территории парка растет 8 деревьев дугласии. В 45-летнем возрасте они достигали средней высоты 15,4 м и диаметра 25,5 см. Размеры лучших деревьев равнялись соответственно 18 м и 35,5 см. Деревья растут на буром гумусированном суглинке, плодоносят и дают всхожие семена [8].

В Верхнем дендрологическом саду Ленинградской лесотехнической академии растет 50 деревьев дугласии зеленой в возрасте 25–62 лет. Зимостойкость их оценивается 1 баллом по шкале Э.Л. Вольфа. Деревья достигают средней высоты 19,5 м; диаметр их 32 см, поперечник кроны 3,6 м [2].

Дендрологическое разнообразие в Ярославской области изучалось и обогащалось с середины XX в. Этот период тесно связан с именем С.Ф. Харитоновой, по инициативе которого был создан дендрологический сад в г. Переславль-Залесский. Давно замечено, что почвенные и климатические условия

этого региона благоприятны для произрастания многих лесообразующих, декоративных и плодовых видов и сортов древесно-кустарниковых пород.

Опыты по селекции и интродукции С.Ф. Харитонов начинал на собственном приусадебном участке, а в 1952 г. перенес первые интродуценты на выделенный лесничеству участок. В 1962 г. Переславский дендросад был зарегистрирован как опорный пункт по селекции и интродукции в Международном каталоге ботанических садов Карловского университета г. Праги. В настоящее время на территории дендросада произрастает более 600 видов растений. С ботанической точки зрения коллекции Переславского дендросада представляют очень большой интерес; по составу и разнообразию они вполне сопоставимы с коллекциями ботанических садов Центральной России. В пределах Ярославской области это наиболее богатый фонд древесно-кустарниковых видов [3].

Примером успешной интродукции являются искусственные насаждения лжетсуги Мензиса на территории Переславского дендросада, а также Борисоглебского и Ростовского лесхозов, расположенных в центральной и южной частях Ярославской области.

Все объекты наших исследований расположены в центральной части Русской равнины. Территория Переславского дендросада размещена на северо-восточном склоне Клинско-Дмитровской гряды. В соответствии с лесорастительным районированием, разработанным С.Ф. Курнаевым (1973 г.), территория объектов исследования относится к подзоне смешанных лесов зоны хвойно-широколиственных лесов. Основными лесообразующими породами являются ель, сосна, береза, осина, ольха черная, ольха серая. Климат района исследований умеренно-континентальный с умеренно-теплым и влажным летом, сравнительно холодной зимой и ярко выраженными сезонами весны и осени.

Наиболее распространенными почвами являются дерново-подзолистые супесчаные и легкосуглинистые на валунных и пылевато-суглинистых покровных породах. В южной части встречаются серые лесные почвы на лессовидных суглинках.

Для проведения исследований были выбраны участки лесосеменных плантаций (ЛСП) лжетсуги Мензиса, ели европейской и лиственницы Сукачева, расположенные на территории Борисоглебского лесхоза, аллеяная посадка на территории Ростовского лесхоза, а также аллеяная посадка на территории Переславского дендросада.

В Переславский дендросад лжетсуга поступила из Ивантеевского питомника четырёхлетними саженцами, которые послужили посадочным материалом для создания аллеяных и групповых посадок. Для изучения роста лжетсуги Мензиса в условиях интродукции нами были проведены исследования ее искусственных насаждений. Измерения высоты проводили с помощью высотомера, окружность измеряли сантиметровой лентой с последующим вычислением диаметра и проводили статистическую обработку полученных данных. В настоящее время это крупные деревья 30-ти лет, вступившие в фазу плодоношения. В те же годы, что и в Переславле-Залесском, на базе Борисоглебского лесхоза Ярославской области была создана лесосеменная плантация, где также представлена лжетсуга Мензиса. Сейчас это деревья 28 лет высотой 10–12 м и 20–24 см в диаметре. Ряд деревьев отличается многоствольностью, что повышает их декоративность и защитные свойства. На сегодняшний день плантация находится в хорошем состоянии, однако пока еще не выполняет своей функции. Аллеяная посадка в Ростовском лесхозе также является примером успешного введения экзота в насаждения. Сейчас это деревья 28 лет высотой 10–12 метров и 14–18 см в диаметре. В таблице представлены таксационные показатели исследованных насаждений.

Почти все экземпляры лжетсуги Мензиса, представленные на лесосеменной плантации, многоствольны, что объясняет более низкие таксационные показатели по сравнению с аллеяными посадками. Однако и в аллеяных посадках присутствуют многоствольные экземпляры. Полученные нами данные свидетельствуют об успешном росте этого интродуцента в условиях смешанных лесов. Лжетсуга в Переславском дендросаде дает жизнеспособный подрост, а на лесосеменной плантации подрост не дает и плодоносит слабо.

**Таксационная характеристика деревьев псевдотсуги Мензиса
в искусственных насаждениях Ярославской области**

Объект исследования	Возраст, лет	Таксационные показатели					
		Высота, м			Диаметр, см		
		мах	средняя		мах	средний	
			М ± м	V, %		М ± м	V, %
Переславский дендросад	30	12,6	11,0 ± 0,06	6,2	30	24,9 ± 0,23	11,5
Лесосеменная плантация, Борисоглебское лесничество	28	11,0	6,00 ± 0,17	30	26	15,2 ± 0,18	12,6
Лесной питомник, Ростовское лесничество	28	11,5	9,9 ± 0,21	9,6	18	15,2 ± 0,33	9,6

При выборе места посадки интродукта следует учитывать его требования к почвенно-климатическим условиям. Отставание таксационных характеристик на ЛСП может быть связано с несоответствием почвенно-климатических показателей требованиям породы. Посадки лжетсуги Мензиса расположены в понижении, где почва имеет повышенную влажность, несмотря на наличие дренажных канав. В качестве сравнения, в Переславском дендросаде многоствольность наблюдается редко и таксационные показатели выше. При учете того, что скорость роста псевдотсуги с возрастом увеличивается, можно прогнозировать лучшие таксационные характеристики по сравнению с коренными породами.

Для более широкого внедрения и планирования размещения дугласии прежде всего было необходимо изучить экологические условия в местах ее интродукции. Данная задача решалась в ходе проведенных нами исследований. Этими исследованиями были охвачены насаждения, почвенный покров под ними и климатические условия в местах произрастания искусственных насаждений лжетсуги Мензиса в Ярославской области.

Среди климатических показателей наибольшее отрицательное влияние на продуктивность оказывают осадки в зимний период и абсолютный минимум температур, положительное влияние оказывают осадки летних месяцев. В целом можно отметить, что лимитирующих факторов для произрастания лжетсуги Мензиса в зоне смешанных лесов

нет. Несмотря на бесспорную декоративность лжетсуги Мензиса, в садах и парках нашей страны она встречается редко, преимущественно в Крыму и на Кавказе.

Проведенные исследования показали, что псевдотсуга, обладая быстрым ростом, хозяйственной ценностью, декоративностью, а также устойчивостью к вредителям и неблагоприятным условиям среды, в северной подзоне смешанных лесов имеет достаточные возможности для внедрения в лесные насаждения, культуры, а также для использования в зеленом строительстве.

Библиографический список

1. Дроздов, И.И. Лесная интродукция / И.И. Дроздов, Ю.И. Дроздов. – М.: МГУЛ, 2003. – 135 с.
2. Щепотьев, Ф.Л. Дугласия / Ф.Л. Щепотьев. – М.: Лесная пром-сть, 1982. – 81 с.
3. Телегина, Л.И. Каталог древесных растений Переславского дендросада. / Л.И. Телегина. – М.: «Информпечать», 1998. – 191 с.
4. Дудецкая, Е.М. Лжетсуга Мензиса в Центрально-Черноземных областях РСФСР / Е.М. Дудецкая, А.В. Лукин // Бюллетень ГБС вып.106. – М.: Наука, 1977. – 116 с.
5. Ткаченко, М.Е. Общее лесоводство / М.Е. Ткаченко. – М.-Л.: Гослесбумиздат, 1952. – 598 с.
6. Тюрин, А.В. Основы хозяйства в сосновых лесах / А.В. Тюрин. – М.-Л.: Гослесбумиздат, 1952. – 112 с.
7. Виноградов, И.А. Роль интродуцентов в повышении продуктивности лесов / И.А. Виноградов, Е.А. Федоров. – Лесное хозяйство. – 1977. – № 7. – С. 85–86.
8. Гиргидов, Д.Я. Интродукция древесных пород на северо-западе СССР / Д.Я. Гиргидов. – М.-Л.: Гослесбумиздат, 1955.
9. Курнаев, С.Ф. Лесорастительное районирование СССР / С.Ф. Курнаев. – М.: Наука, 1973. – 205 с.

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ КУЛЬТУРЫ КЕДРА СИБИРСКОГО В ДМИТРОВСКОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

С.В. СЕМАЕВ, *асп. каф. лесных культур МГУЛ*

semaev19@list.ru

Кедр сибирский благодаря совокупности полезных свойств является объектом интродукции в европейской части России уже более пяти веков. Достойным примером успешного выращивания этого вида является многовековая кедровая роща в Толгском монастыре около города Ярославля [1].

В пределах своего естественного ареала кедр сибирский встречается в самых различных лесорастительных условиях, что дает основание считать его породой экологически достаточно пластичной. Это в полной мере дает основание для расширения ареала этого вида в европейской части России [2]. Примеры успешной акклиматизации (хороший рост и семеношение) кедра сибирского сейчас можно встретить в европейской части России от южной тайги (Устюженский семлесхоз Вологодской области) до зон смешанных и широколиственных лесов (Дмитровский, Луховицкий и другие лесхозы Московской области). Имеют место и другие свидетельства успешного роста и семеношения кедра при интродукции [2, 3, 5, 7].

И в настоящее время культуры кедра сибирского создаются не только в смежных с естественным ареалом областях, но и значительно западнее, в том числе и в Московской области. Здесь кедр не только успешно растет, но и семеносит, что свидетельствует о полном соответствии местных условий экологическим требованиям кедра [3].

На территории Дмитровского лесничества автором были исследованы 14 участков географических культур кедра сибирского, заложенных известным кедроведом М.В. Твеленевым в мае 1978 г.

Географические культуры кедра сибирского являются важным объектом для лесосеменного районирования кедра сибирского, в том числе и при его интродукции. В культурах представлены климатипы этого вида из различных регионов Сибири, их площадь составляет 3,6 га.

Исследования культур проводили по методике, разработанной кафедрой лесных культур МГУЛ [4], «Методические рекомендации по изучению лесных культур интродуцированных пород», которая позволяет достаточно полно характеризовать исследуемые культуры.

Дмитровское лесничество расположено в северной части Московской области. Природные условия лесничества благоприятны для произрастания кедра сибирского. Территория его расположена в зоне смешанных лесов. Культивируют кедр в этом лесничестве достаточно успешно уже несколько десятилетий.

Важное условие создания устойчивых и продуктивных насаждений при первичной интродукции кедра заключается в правильном выборе лесосеменных районов. Семена географических культур кедра сибирского были собраны осенью 1969 и 1970 гг. Сеянцы выращивали в теплицах Тихвинского семлесхоза Ленинградской области (2 года) и Солнечногорском ЛПХ Московской области (3 года). Дорастивались в школьном отделении Дмитровского лесничества соответственно (2+7) и (3+5). На участке, где было запланировано создание лесных культур кедра, был вырублен лес естественного происхождения, произведена сплошная раскорчевка вырубки и перепашка плантажным плугом. После двукратного дискования и выравнивания поверхности весной 1978 г. под лопату были высажены саженцы кедра с комом земли, размещение их 4 × 3,0 м. В междурядьях была посажена ель, которая в 1984–1985 гг. вырублена.

Семена для географических культур были получены из республик Хакасия, Бурятия, Коми; Иркутской, Свердловской и Томской областей.

Таксационные данные исследованных культур представлены в таблице. За контроль взято среднее значение из показателей по всем участкам.

**Таксационная характеристика 40 географических культур кедр
сибирского в Дмитровском лесничестве**

№ уч-ка	Происхождение	Таксационные характеристики			Состояние деревьев, %		
		высота, м	диаметр, см	поперечник кроны, м	хорошее	удовлетвори- тельное	слабое
		%	%	%			
1	Слюдянский р-он, Иркутской обл.	9,5±0,6	18 ± 0,17	1,8±0,1	35	49	16
		110,5	103	64,3			
2	Слюдянский р-он, Иркутской обл.	9,4±0,5	20,6±1	2,4±0,1	34	52	14
		109,3	117,7	85,7			
3	Слюдянский р-он, Иркутской обл.	9,1±0,3	19,2±0,8	3,4±0,2	38	47	15
		105,8	109,7	121,4			
4	Бичурский лесхоз, Республика Бурятия	9,6±0,2	18±0,6	1,9±0,1	48	43	9
		111,6	103	68			
5	Джидинский лесхоз, Республика Бурятия	8,4±0,3	15,7±0,8	1,9±0,1	49	39	12
		97,7	89,7	68			
6	Правдинское лес-во, Томская обл.	7,1±0,3	14,5±0,6	2,6±0,1	35	61	4
		82,6	83	93			
7	Нижне-Тагильский лесхоз, Синегорское лесничество, Свердловской обл.	7,4±0,2	16,3±0,3	2,9±0,1	26	53	21
		86	93,1	103,6			
8	Зырянский р-он, Томской обл.	7,8±0,05	16,6±0,6	2,8±0,1	7	88	5
		90,7	95	100			
9	Шуменский р-он, Республика Хакасия	9,2±0,25	18±0,7	3,7±0,16	57	31	12
		107	103	132,1			
10	Шуменский р-он, Республика Хакасия	10,4±0,3	20,9±0,6	4,1±0,15	55	31	14
		121	119,4	146,4			
11	Шуменский р-он, Республика Хакасия	8±0,17	17±0,6	3,7±0,16	26	63	11
		93	97,1	132,1			
12	Троицко-Печорский р- он, Республика Коми	7,8±0,2	15±0,5	2,2±0,077	31	57	12
		90,7	85,7	78,6			
Среднее значение		8,6	17,5	2,8	–	–	–

Примечание: контроль – среднее значение из показателей по всем участкам

Максимальные значения показателей характерны для климатипов из Иркутской области и Республики Хакасия (участки 2,3,9,10).

Определив среднее значение таксационных показателей и посчитав по каждому участку процент соответствия этим показателям, можно сказать, что максимальные показатели роста наблюдаются на участке 10, где высота на 21 %, диаметр на 19,4 % превышают средние значения, а поперечник кроны – на 46,4 %.

Средние показатели характерны для климатипов из Республики Бурятия, Хакасии и Иркутской, Томской областей (участки 1, 4, 5, 6, 8 и 11).

Заметно отстают в росте деревья климатипов из Республики Коми и Свердловской

области (участки 7 и 12) на западной границе ареала.

Следует обратить внимание на появление в составе березы, которая ввиду быстрого роста оказывает отрицательное влияние на формирование кроны и рост деревьев. Поэтому необходимо срочное проведение рубок ухода с полным удалением березы в этих опытных культурах кедр.

Из материалов исследования видно, что кедр успешно прошел акклиматизацию, о чем свидетельствует хороший рост, семеношения (при обследовании участка были обнаружены шишки) и нормальное формирование кроны.

Из всего вышесказанного можно судить об успешности произрастания и фор-

мирования кедра сибирского из различных районов Сибири в Московской области.

Библиографический список

1. Дроздов, И.И. Программа интродукции кедра сибирского в европейскую часть СССР / И.И. Дроздов. – М.: МЛТИ, 1991. – 56 с.
2. Дроздов, И.И. Искусственное выращивание кедра сибирского / И.И. Дроздов, А.И. Янгутов // Итоги науки и техн. ВИНТИ. Сер. Лесоведение и лесоводство. – 1989. – Вып. 5. – С. 3–59.
3. Дроздов, И.И. Лесная интродукция – 3-е изд. / И.И. Дроздов и др. – М.: МГУЛ, 2005. – 136 с.
4. Дроздов, И.И. Методические рекомендации по изучению лесных культур интродуцированных пород / И.И. Дроздов, А.И. Янгутов. – М.: ВАСХНИЛ, 1984. – 41 с.
5. Дроздов, И.И. Интродукция кедра сибирского в европейскую часть лесной зоны России: Обзорн. информ / И.И. Дроздов. – М.: ВНИИЦлесресурс, 1999. – 32 с.
6. Твеленев, М.И. Выращивание кедра сибирского вне естественного ареала / М.И. Твеленев. – М.: ЦЕНТИлесхоз, 1974. – Вып. 12. – 16 с.
7. Твеленев, М.В. Районы разведения кедра сибирского в европейской части СССР / М.В. Твеленев // Лесное хозяйство. – 1968. – № 7. – С. 5–6.

ВЛИЯНИЕ ТИПА АПОФИЗА ШИШЕК СОСНЫ КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ В НИХ СЕМЯН

С.М. ХАМИТОВА, асп. каф. лесного хозяйства Вологодской государственной молочнохозяйственной академии им. Н.В. Верещагина,

Р.С. ХАМИТОВ, доц. каф. лесного хозяйства Вологодской государственной молочнохозяйственной академии им. Н.В. Верещагина, канд. с.-х. наук

renatchamitov@yandex.ru

Сосна кедровая сибирская (*Pinus sibirica* Du Tour), не произрастающая в естественных условиях в Вологодской области, привлекает внимание местных лесоводов прежде всего как ценная орехоносная порода. Решая вопросы введения интродуцента в культуру, наряду с задачами совершенствования агротехники создания искусственных насаждений и лесоводственных приемов их выращивания, немаловажным является ведение работ по изучению особенностей репродукции в новых лесорастительных условиях, а также создание собственной лесосеменной базы на генетико-селекционной основе [1, 2]. В этом аспекте определенную актуальность приобретает вопрос выявления маркерных фенотипических признаков, позволяющих отселектировать ценные формы, отличающиеся высокой урожайностью и выходом семян из шишек.

Значительная изменчивость наблюдается у генеративных органов сосны сибирской. Шишки кедра сибирского различают по форме, окраске, типу апофиза, размерам, содержанию семян, диссиметрии навинчивания чешуй. Отмечается также вариабельность массы, размеров и цвета семян [3–6].

По строению апофиза отмечено наличие трех форм: плоский, бугорчатый и крючковатый [3]. По данным А.И. Ирошникова [4], для шишек с крючковатым апофизом характерно несколько большее число пустых семян.

Для выявления связи типа апофиза с семенной продуктивностью нами проведены исследования в кедровой роще близ с. Чагрино (Грязовецкий район), ежегодно продуцирующей кедровый орех, заготавливаемый местным населением. При этом мы исходили из того, что данная популяция является материнской для всех участков культур этого вида в Грязовецком районе и лесосеменной базы, созданной в Устюженском спецлесхозе, семена которой на сегодняшний день распространены во многие лесхозы области.

Чагринская кедровая роща – одна из старейших рощ на Европейском Севере (создана помещиком Н.А. Петровым в 1900–1901 гг.). По нашим исследованиям, сохранившиеся на ее территории деревья кедра имеют средний диаметр 54,1 см ± 7,0 см, при средней высоте 16,7 м, что позволяет отнести насаждение к IV классу бонитета. Почва на участке – дерново-подзолистая, тяжелосуглинистая.

Морфометрические показатели шишек и семян в зависимости от типа апофиза

Морфологический признак	Среднее значение показателя ($M \pm m$) в зависимости от формы апофиза чешуйки		
	плоский	бугорчатый	крючковатый
Шишки			
Длина, мм	49,40±1,78	53,98±1,03	53,84±0,99
Диаметр, мм	42,01±0,61	41,66±0,40	40,24±0,52
Масса, г	19,96±1,25	21,03±0,77	18,89±0,74
Семена			
Количество семян в шишке, шт.	43±4	46±3	37±5
Масса семян в шишке, г	11,30±1,13	11,94±1,01	8,53±1,08
Масса 1000 штук, г	270,42±15,03	258,82±12,07	237,04±16,47

В целях улучшения гидрологического режима в роще и на близлежащих сельскохозяйственных угодьях проведены гидромелиоративные работы. В напочвенном покрове господствует типичное луговое разнотравье.

Для проведения исследований в конце августа нами отобраны образцы шишек методом случайной выборки. Собранные экземпляры высушивались при комнатной температуре и влажности в течение двух месяцев. Затем их пронумеровывали, взвешивали и определяли линейные показатели (длину, ширину в средней части). После определения морфометрических показателей для каждой шишки определяли ее формовую принадлежность. Форму апофиза на них определяли глазомерно. При дроблении подсчитывали содержащиеся в них орешки, параллельно определяя количество односемянных и двусемянных фертильных чешуй.

Нами установлены все типы шишек по форме апофиза. Их распределение оказалось следующим: с плоским – 25 %, с бугорчатым – 53 %, с крючковатым – 22 %.

Морфометрические показатели шишек и семян в зависимости от типа апофиза приведены в таблице.

По длине образцы с плоским апофизом уступают бугорчатым и крючковатым в среднем на 8 % ($t_{\phi} > t_{st}$). Данный показатель в значительной степени коррелирует с количеством образующихся семян ($r = 0,58$) и их массой ($r = 0,51$). Наблюдается тенденция уменьшения диаметра от плоских (42,01±0,61 мм) к крючковатым экземплярам (40,24 ± 0,52 мм). Различие по этому показателю несуществен-

но только между плоскими и бугорчатыми формами ($t_{\phi} < t_{st}$). Отметим, что связь между диаметром шишек и количеством в них семян умеренная ($r = 0,41$).

По массе шишек достоверное различие на 5 % уровне значимости установлено между бугорчатыми и крючковатыми шишками ($t_{\phi} = 2,0 > t_{st} = 1,96$). Бугорчатые экземпляры в среднем весят 21,03±0,77 г, что на 11 % больше, чем крючковатых (18,89 ± 0,74 г). Соответственно ожидаемой оказалась достоверность (при уровне вероятности 0,95) различия по массе формирующихся в них орешков. В бугорчатых образцах содержится 11,94±1,01 г семян, а крючковатых – 8,53 ± 1,08 г ($t_{\phi} = 2,3 > t_{st} = 2,0$). Масса их 1000 штук также снижается от плоской (270,42 ± 15,03 г) к крючковатой форме (237,04 ± 16,47 г), однако существенность различия статистически не достоверна ($t_{\phi} < t_{st}$).

Количество семян в шишках функционально связано с полноценным развитием их под семенными чешуями. Если по какой-либо причине орешки под ними не образуются, то такие чешуи называют стерильными. В верхней и нижней частях любой шишки имеются стерильные чешуи. В средней части под так называемыми фертильными чешуями формируются два семени. Иногда их может образовываться и три. Однако очень часто под фертильными чешуями образуется одно нормально развитое семя. Довольно интересным является изучение данной изменчивости в разрезе внутривидовых форм.

Форма апофиза оказалась связанной с образованием двусемянных чешуек. В крючковатых шишках двусемянных чешуй 32 %, в

плоских – 43 %, а в бугорчатых – 50 %. Коэффициент корреляции рангов (г), вычисленный по формуле Спирмена, составил 0,50, что свидетельствует об умеренной связи между этими показателями.

Учитывая результаты исследований, следует заключить, что шишки с бугорчатым апофизом содержат больше семян за счет образования большего количества двусемянных чешуек.

Таким образом, при использовании типа апофиза как маркерного фена для селекционных работ в условиях Вологодской области необходимо признать некоторое преимущество бугорчатого типа. Однако учитывая многообразие типов условий местопроизрастания и предполагая возможность существования определенной взаимосвязи этого признака с принадлежностью особей к тому или иному экотипу, необходимо отнестись к данному суждению крайне осторожно, приняв его в качестве предварительного.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ХВОЙНО-ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ И ПИХТОВО-ЕЛОВЫХ ЛЕСОВ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА ДЛЯ ЗАГОТОВКИ ПИЩЕВЫХ ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ, СБОРА ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ И ВЕДЕНИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА (ПЧЕЛОВОДСТВО)

А.А. НЕЧАЕВ, *с. н. с. Дальневосточного НИИ лесного хозяйства, Хабаровск, канд. биол. наук*
dvniih@gmail.com

В соответствии с Лесным кодексом РФ к данным видам использования лесов относится заготовка дикорастущих плодов, ягод, орехов, грибов, березового сока, лекарственных растений, подобных лесных ресурсов, а также сбор меда.

В ареале хвойно-широколиственных лесов и их производных на Дальнем Востоке произрастают около 120 видов дикорастущих съедобных **ягодных** (плодово-ягодных) растений [4]. Заготовками в различной степени охвачены 17 наименований ягод: голубика, клюква, боярышник, малина, шиповник, калина, актинидия, лимонник, виноград, яблоня, жимолость, смородина, рябина, черемуха, груша, абрикос, земляника. Наиболее значимы голубика, боярышник, актинидия, калина, ли-

Библиографический список

1. Брынцев, В.А. Лесосеменные участки кедров сибирского в таежной зоне европейской части РСФСР / В.А. Брынцев, И.И. Дроздов // Проблемы лесовосстановления в таежной зоне СССР: Тезисы докладов Всесоюзной конференции 13–15 сентября 1988 г. – Красноярск: ИЛИД им. В.Н. Сукачева СО АН СССР, 1988. – С. 31–32.
2. Дроздов, И.И. Лесная интродукция: учебное пособие для студентов заочного обучения специальности 260400, аспирантов и специалистов лесного и лесопаркового хозяйства. – 2-е изд., стер. / И.И. Дроздов, Ю.И. Дроздов. – М.: МГУЛ, 2003. – 135 с.
3. Луганский, Н.А. К вопросу о внутривидовой изменчивости кедров сибирского на Среднем Урале / Н.А. Луганский // Тр. ин-та биологии УФ АН СССР, вып. 23. – Свердловск, 1961. – С. 89–96.
4. Ирошников, А.И. Плодоношение кедровников Лено-Илимского междуречья. / А.И. Ирошников, В.Ф. Лебков, Ю.С. Чередникова // Труды ИЛИД СО АН СССР. – М., 1963. – Т. 62. – С. 35–75.
5. Овсянкин, В.Н. Культуры кедровых сосен. Лекции / В.Н. Овсянкин. – Л.: РИО ЛТА, 1978. – 38 с.
6. Матвеева, Р.Н. Генетика, селекция, семеноводство кедров сибирского / Р.Н. Матвеева, О.Ф. Буторова. – Красноярск: СибГТУ, 2000. – 243 с.

монник, виноград. Среднегодовой биологический запас дикорастущих ягод ориентировочно оценивается, как минимум, в 200 тыс. т, в угодах производственного фонда – 40 тыс. т, а возможный сбор – 20 тыс. т. Среднегодовой объем организованных, промышленных заготовок дикорастущих ягод за последние годы (2000–2009 гг.) составляет 50 т, сбор населением для личных нужд – 250 т. Степень освоения от возможного сбора в производственном фонде составляет 1,5 % и сократилась в 4–5 раз по сравнению с дореформенными годами (1980–1990 гг.). Сократился и ассортимент заготавливаемых дикорастущих ягод. Организованными промышленными заготовками охвачены в последние годы (2000–2009 гг.) только 5 видов дикорастущих ягод: голубика, лимонник,

калина, шиповник и боярышник. Ранее (до 1980–1990 гг.) в этот перечень входили, помимо перечисленных виноград, актинидия. Населением для личных нужд и продажи на рынках заготавливается гораздо большее количество видов дикорастущих ягод, помимо вышеуказанных жимолость, черемуха, клюква, смородина, земляника, рябина, абрикос, груша, яблоня, малина.

Из **ореховых** в хвойно-широколиственных лесах растут 4 вида: кедр корейский, орех маньчжурский, лещина маньчжурская и лещина разнолистная. Особо ценным является кедр корейский. Хорошие урожаи кедровых орехов (семян) повторяются чаще всего через 3–4 года, остальные годы – слабо- или совсем неурожайные. Раз в десятилетие наблюдается особо обильное семяношение. В прошлые годы средние многолетние значения ореховой продуктивности кедра корейского составляли 50 кг/га. Большую часть орехов поедают звери и птицы, меньшая часть идет на воспроизводство кедровых древостоев. Поэтому продуктивность, возможная для сбора орехов кедра корейского, составляла 17 кг/га. В 70–90 гг. XX в. в результате промышленных рубок участие кедра в древостоях уменьшилось, а семяношение снизилось почти в 2 раза. Поэтому продуктивность, возможная для сбора орехов кедра корейского, в настоящее время составляет 5 кг/га [3, 7, 8].

Площадь кедровников неуклонно и повсеместно сокращается. На начало 60-х годов XX в. кедр корейский занимал на Дальнем Востоке 3931 тыс. га, а в 2003 г. – 2872 тыс. га, в т.ч. в Приморском крае – 2162,5, Хабаровском крае – 524,4, Еврейской автономной области – 177,4, Амурской области – 7,9 тыс. га. Биологический запас орехов кедра корейского оценивается в 61,1 тыс. т, в угодьях производственного фонда – 32,5 тыс. т, возможный сбор равен 9,6 тыс. т [3, 8]. Среднегодовой объем организованных, промышленных заготовок орехов кедра за последние годы (с 2000 г.) составляет 150 т, сбор населением для личных нужд – 600 т. Степень освоения от возможного сбора в производственном фонде составляет 7,8 %.

В Приморье и Приамурье в хвойно-широколиственных лесах растут орех маньчжур-

ский, лещины разнолистная и маньчжурская. Биологический запас ореха маньчжурского оценивается в 40 тыс. т, лещины – 30 тыс. т. В угодьях производственного фонда среднегодовой урожай ореха маньчжурского – около 20 тыс. т, лещины – 15 тыс. т; расчетный сбор составляет соответственно 15 и 5 тыс. т [8]. Организованные промышленные заготовки орехов этих видов не ведутся. Заготавливаются орехи населением только для личных нужд. Среднегодовой фактический сбор неизвестен.

В хвойно-широколиственных лесах и их производных известно свыше 300 видов дикорастущих **овощных** растений, употребляемых людьми в качестве овощей, корнеплодов, пищевой зелени, приправы, заварки, ароматизаторов и др. Подавляющая их часть имеет лишь номинальное значение и является предметом любительских сборов для разового потребления. Для длительного хранения заготавливаются населением всего 5–6 видов овощных растений. В настоящее время в существенных количествах заготавливаются лишь папоротники – орляк обыкновенный и чистоустник азиатский, имеющие большой спрос не только у населения Дальнего Востока, но и на внешнем рынке – в Японии, Китае, Корее.

Общий биологический запас дикорастущих овощных растений на Дальнем Востоке исчисляется ориентировочно в 270 тыс. т, в т.ч. в угодьях производственного фонда – 90 тыс. т. Эксплуатационный запас в производственном фонде оценен в 50–55 тыс. т, а размер ежегодного расчетного сбора – в 43–45 тыс. т [8]. Важнейшим видом среди овощных растений, освоенных промышленной заготовкой, является папоротник орляк. Общая площадь угодий с участием орляка определяется на Дальнем Востоке как минимум в 2 млн га [7]. Биологический запас его в угодьях производственного фонда определяется в 30 тыс. т, а размер возможного сбора – 12 тыс. т, в т.ч. в ареале хвойно-широколиственных лесов – 4 тыс. т. Среднегодовой объем организованных, промышленных заготовок папоротника орляка в хвойно-широколиственных лесах за последние годы (с 2000 г.) составляет 50 т. Сбор населением для личных нужд – 250 т. Степень освоения от возможного сбора в производственном фонде составляет 7,5 %. Ресурсные

характеристики чистоустника азиатского (биологический запас, возможный сбор) неизвестны. В 2001–2005 гг. в определенных объемах чистоустник (осмунда) поставлялся на экспорт в Японию. В эти годы среднегодовой объем заготовок в Хабаровском крае составлял 20 т, в Приморском крае – 100 т.

Сбор различных видов папоротника для пищевых целей в Китае, Корее и Японии проводится уже многие столетия. На российском Дальнем Востоке заготовкой папоротника орляка впервые начали заниматься в 1969 г. В первые годы вся продукция шла в Японию. Объем заготовок в 1990 г. достиг 3,3 тыс. т, а общий сбор превысил 4 тыс. т [5]. В производственном фонде освоено более 50 % расчетного сбора, но из-за истощительного пользования ресурсы орляка в ряде мест оказались исчерпаны. Объем заготовок орляка резко сократился с 1993 г.

В хвойно-широколиственных лесах произрастают более 1000 видов **лекарственных** растений, известных в медицинской практике народов России и ряда стран Восточной Азии. Из них около 60 видов растений относятся к официальным видам, т.е. разрешенным к применению в медицинской практике России. Они либо официально включены в Государственную фармакопею либо на них имеются ГОСТы, МРТУ, ВТУ, а их сырье используется для получения препаратов, применяемых для профилактики и лечения различных заболеваний. Однако реальное промысловое значение из них имеют не более 35 дальневосточных видов. Кроме официальных видов растений произрастают 70 викарирующих видов, которые заменяют на Дальнем Востоке широко распространенные в других регионах России известные лекарственные растения (например, ландыш Кейске, адонис амурский, калина Саржента, багульник подбел, диоскорея ниппонская и др.). Однако формально для сбора и заготовки их сырья нужна нормативная документация, утвержденная в установленном порядке. Большая часть видов лекарственных растений, произрастающих в фитоценозах, малочисленны и не имеют промыслового значения. Но есть и такие, которые растут массово на больших площадях, имеют большие запасы сырья

и определенную рыночную перспективность: лимонник китайский, аир обыкновенный, багульник подбел, бадан тихоокеанский, бархат амурский, вахта трехлистная, горец перечный, диоскорея ниппонская, иван-чай узколистный, крапива узколистная, ландыш Кейске, леспедеца двуцветная, горец птичий, тысячелистник азиатский, чистотел азиатский, череда трехраздельная, шиповник, малина, смородина, боярышник, рябина и многие другие растения, включая ягодные, овощные, медоносные, соковые, ореховые, а также гриб чага.

В настоящее время наибольшее значение имеют аралия высокая (маньчжурская) и элеутерококк колючий. Аралия растет в ареале хвойно-широколиственных лесов на юге Приамурья и в Приморье. Производственный фонд ее составляет 1,6 млн га, биологический урожай корней – 11,6 тыс. т, а расчетный размер ежегодного пользования – около 400 т. Среднегодовой объем промышленных заготовок корней аралии в Приморском крае за последние годы (с 2000 г.) составляет 20 т, в Хабаровском крае – 3 т. Сбор корней населением для личных нужд незначителен. Степень освоения от возможного сбора в производственном фонде 5–6 %. Элеутерококк широко распространен в Приморье, Приамурье и на юге Сахалина. Заросли его занимают около 16 млн га и продуцируют 83,2 тыс. т корней, что позволяет ежегодно изымать 2,9 тыс. т сырья [8]. Среднегодовой объем промышленных заготовок корней элеутерококка в Приморском крае за последние годы (с 2000 г.) составляет 150 т, в Хабаровском крае – 70 т. Сбор населением для личных нужд незначителен. Степень освоения от возможного сбора в производственном фонде составляет 5–7 %.

Некоторые виды лекарственных растений, имеющие ограниченные природные запасы сырья, включены в «Красные книги»: тис остроконечный, заманиха высокая, женьшень, пион обратно яйцевидный, родиола розовая и другие. Природные промысловые популяции таких видов нуждаются в постоянном контроле – заготовку сырья необходимо допускать только на отдельных участках, строго ее лимитировать и лицензировать, вести с учетом научно обоснованных рекомендаций. Для отдельных видов необходимо более

широкое введение их в культуру и окультуривание дикорастущих зарослей.

Наиболее остро в Приморском крае стоит вопрос об использовании ресурсов женьшеня. Официальные заготовки корня женьшеня проводились до 1999 г., а с 2000 г. полностью запрещены. Введение полного запрета на заготовку женьшеня никоим образом не повлияло на фактические объемы сбора населением, но привело к тому, что весь торговый оборот дикорастущего корня ушел в тень, т.е. стал на 100 % нелегальным.

На юге Дальнего Востока в зоне хвойно-широколиственных лесов произрастают свыше 300 видов дикорастущих **медоносных** и перганосных растений, из них основных – 25–30 видов [6–8]. Сроки цветения медоносов в течение вегетационного сезона различны. На Дальнем Востоке выделяются четыре основные фенологические группы медоносных растений: ранневесенние, весенние, летние и позднелетние [6].

Главные медоносные растения летнего периода, на базе которых развивается дальневосточное пчеловодство: липа амурская, липа Таке, липа маньчжурская, бархат амурский и клен мелколистный. За время цветения липы, бархата амурского и клена мелколистного пчелы собирают до 90 % общего объема меда, в т.ч. 70–80 % липового меда.

Площадь лесов с преобладанием главного медоноса липы составляет 789,8 тыс. га [8]. Однако липа входит в состав практически всех типов леса хвойно-широколиственной зоны и их производных, а это значит, что площадь с ее участием составляет не менее 7–8 млн га. Каждые 100 га такого леса в медоносные годы могут дать до 4 т меда. Почти половина насаждений с участием липы в Приморье и Приамурье может быть использована для развития пчеловодства. На всей площади массивов липы можно содержать до 500–600 тыс., а по всему ареалу липы – до 1 млн пчелиных семей и получать до 40–50 тыс. т товарного меда за сезон. Однако это уникальное природное богатство используется крайне недостаточно. Так, в Приморье в отдельные прежние годы заготавливали не более 8–9 тыс. т меда [6]. В настоящее время заготавливают значительно меньше, темпы развития пчеловодства

не отвечают возрастающим потребностям общества. В Приморском и Хабаровском краях насчитывается около 200–300 тысяч пчелиных семей и многие пчеловодные хозяйства пока остаются нерентабельными. В последние годы идет интенсивная рубка липы, что может очень резко сократить местную кормовую базу пчеловодства. На состояние хвойно-широколиственных лесов весьма негативное влияние оказывают также лесные пожары.

На юге Дальнего Востока в зоне хвойно-широколиственных лесов произрастают более 400 видов съедобных **грибов**, из них около 40 видов неизвестны в других регионах страны [2]. Биологический запас грибов ориентировочно оценивается в 500 тыс. т. Производственный урожай их составляет 150 тыс. т, из которых расчетный сбор составляет 60 тыс. т, степень освоения от расчетного сбора не более 1 %. Грибы распространены повсеместно, но их распространение и ресурсы изучены слабо. Среднегодовые заготовки в 80-е годы составляли около 1 тыс. т, из них на Приморский край и Сахалинскую область приходилось более половины. В 90-е годы промысловые заготовки грибов упали до 170 т, в настоящее время – до 10 т. Для собственных нужд население собирает грибы во много раз больше. Наибольшее экономическое значение имеют общеизвестные грибы: белые, грузди, подгруздки, волнушки, белянки, маслята, подосиновики, подберезовики, вешенки, ильмаки, рыжики, опята, шампиньоны, моховики и другие.

Многие грибы обладают лекарственными свойствами и высоко ценятся в странах Восточной Азии. В лечебных целях там используется около 272 видов съедобных грибов, около 200 видов изучаются как перспективные для лечения только онкологических заболеваний [1]. Больших успехов в этой области достигли ученые Японии, Китая, Кореи, Франции, Германии, Швейцарии, Англии и США. В этих странах из 24 видов грибов уже получают лекарственные препараты для лечения многих заболеваний. В России проводятся лишь испытания лечебных свойств чаги и препаратов, полученных из нее.

В ареале пихтово-еловых лесов и их производных произрастают около 100 видов дикорастущих съедобных **ягодных** (плодово-

ягодных) растений. Заготовками в различной степени охвачены 19 наименований ягод: брусника, голубика, клюква, боярышник, малина, шиповник, яблоня, черника, смородина, жимолость, калина, актинидия, рябина, черемуха, лимонник, шикша, виноград, морошка, красника. Наиболее значимы и широко распространены брусника, голубика, клюква, боярышник, малина, шиповник, черника, жимолость, актинидия, рябина. Среднегодовой биологический запас дикорастущих ягод ориентировочно оценивается, как минимум в 400 тыс. т, в угодьях производственного фонда – 80 тыс. т, а возможный сбор – 40 тыс. т. Среднегодовой объем организованных, промышленных заготовок дикорастущих ягод за последние годы (2000–2009 гг.) составляет 100 т, сбор населением для личных нужд 500 т. Степень освоения от возможного сбора в производственном фонде составляет 1,5 % и сократилась в 4–5 раз по сравнению с дореформенными годами (1980–1990 гг.). Сократился и ассортимент заготавливаемых дикорастущих ягод. Организованными промышленными заготовками охвачены в последние годы (2000–2009 гг.) только 3 вида дикорастущих ягод: брусника, голубика и черника. Ранее (до 1980–1990 гг.) в этот перечень входили, помимо перечисленных: клюква, рябина, шиповник. Населением для личных нужд и продажи на рынках заготавливают гораздо большее количество видов дикорастущих ягод, помимо вышеуказанных: актинидия, жимолость, красника, черемуха, боярышник, смородина, малина, морошка, яблоня, калина, лимонник, шикша, виноград.

Из **ореховых** в ареале пихтово-еловых лесов в верхнем горном, подгольцовом и гольцовом поясах широко распространен кедровый стланик.

Урожайи орехов кедрового стланика повторяются через 2–4 года, но бывает иногда через год и даже два года подряд. Средняя биологическая продуктивность орехов – около 10 кг/га, в урожайные годы и в густых зарослях она может достигать 100 кг/га и более. Биологический запас орехов кедрового стланика ориентировочно оценивается в 330,4 тыс. т. К угодьям производственного фонда можно отнести лишь десятую часть общей площади, т.е. 3225,8 тыс. га. Здесь среднегодовой урожай

орехов составляет 32,3 тыс. т, а размер возможного сбора – 9,7 тыс. т (30 % урожая) [8]. Организованные промышленные заготовки орехов кедрового стланика не ведутся. Заготавливают орехи только населением для личных нужд. Среднегодовой фактический сбор неизвестен.

Из **овощных** растений в ареале пихтово-еловых лесов и их производных широко распространены папоротники – орляк обыкновенный и чистоустник азиатский, а также лук охотский (черемша). Важнейшим среди них, освоенным промышленной заготовкой, является папоротник орляк. Размер возможного сбора в производственном фонде в ареале елово-пихтовых лесов составляет 8 тыс. т. Среднегодовой объем промышленных заготовок за последние годы (2000–2009 гг.) составляет 150 т. Сбор населением для личных нужд – 750 т. Степень освоения от возможного сбора в производственном фонде составляет 10 %. Ресурсные характеристики чистоустника азиатского и лука охотского (биологические запасы на всей территории и в производственном фонде, возможный сбор) неизвестны.

Из **лекарственных** растений в ареале пихтово-еловых лесов и их производных широко распространены багульник подбел, брусника, бадан тихоокеанский, вахта трехлистная, иван-чай узколистный, ландыш Кейске, тысячелистник азиатский, череда трехраздельная, рябина бузинолистная, шиповник, малина, боярышник и многие другие, а также гриб чага. Промышленная заготовка этих видов растений не ведется. Сбор населением для личных нужд незначителен. Среднегодовой объем промышленных заготовок гриба чаги в Хабаровском крае за последние (2001–2006 гг.) составляет 10 т.

В ареале пихтово-еловых лесов и их производных произрастает много дикорастущих **медоносных** растений: разные виды ив, иван-чай узколистный, малина сахалинская, жимолость съедобная, рябина сибирская, рябина бузинолистная, брусника, голубика, клюква, шиповник, клевер белый (ползучий) и многие другие. Анализ медоносных растений показывает, что они вполне обеспечивают обильный медосбор. Однако повышение продуктивности пасек и улучшение использования кормовой базы возможны при правиль-

ной кочевой системе пчеловодного хозяйства. При этом необходимо создавать сильные семьи, поддерживать их в нероевом состоянии и своевременно подвозить к источникам обильного медосбора с малины, иван-чая, клевера белого. Кочевки позволяют собирать сотни тонн качественного меда.

В ареале пихтово-еловых лесов и их производных широко распространены такие же виды **грибов**, как и в хвойно-широколиственных лесах: белые, грузди, подгруздки, волнушки, белянки, маслята, подосиновики, подберезовики, моховики, сыроежки. Промышленные заготовки грибов за последние годы (2001–2009 гг.) в Хабаровском крае составляют 6 т. Заготовки грибов населением для личных нужд проводятся в гораздо больших количествах.

В ареале хвойно-широколиственных и пихтово-еловых лесов произрастают 14 видов лиственных деревьев, устойчиво выделяющих **сок**: 8 видов берез, 4 вида клена, 2 вида ореха. В последние десятилетия резко возрос интерес к березовому соку, запасы которого огромны. Площадь березовых лесов составляет 9 млн га. Главные лесобразующие породы хвойно-широколиственных лесов: береза плосколистная, береза ребристая (желтая) и береза даурская (черная); пихтово-еловых лесов – береза плосколистная и береза шерстистая (каменная). При использовании только сотовой части березовых древостоев ежегодно можно получать 2 млн т березового сока [8]. Современная промышленная подсочка берез на Дальнем Востоке началась в 1973 г. В последующее десятилетие, в период плановой экономики, среднегодовой объем заготовок

сока в регионе составлял 4,1 тыс. т, максимальным он был в 1988 г. – 5,4 тыс. т. В 90-е годы, по экономическим причинам перестроечного периода, объем заготовок сока резко упал и не превышал 1,5 тыс. т. С прилавков магазинов он практически исчез, хотя потребность в нем огромна. В последние годы (2000–2009 гг.) стала возрождаться подсочка берез для промышленных заготовок. С 2004 г. березовый сок поставляется на экспорт в Японию в замороженном виде.

Библиографический список

1. Булах, Е.М. Грибы – источник жизненной силы / Е.М. Булах. – Владивосток: «Русский остров», 2001. – 64 с.
2. Васильева, Л.Н. Съедобные грибы Дальнего Востока / Л.Н. Васильева. – Владивосток: Дальневост. кн. изд-во, 1978. – 240 с.
3. Лесной комплекс Дальнего Востока России: аналитический обзор / под ред. А.С. Шейнгауза. – Владивосток–Хабаровск: ДВО РАН, 2005. – 160 с..
4. Нечаев, А.А. Ресурсы дикорастущих ягодных растений Хабаровского и Приморского краев и их освоение / А.А. Нечаев // Леса российского Дальнего Востока: 150 изучения: мат. всерос. конф. – Владивосток: Дальнаука, 2009. – С. 352–355.
5. Природопользование российского Дальнего Востока и Северо-Восточная Азия / под ред. А.С. Шейнгауза. – Хабаровск: РИОТИП, 1997. – 124 с.
6. Прогунков, В.В. Ресурсы медоносных растений юга Дальнего Востока / В.В. Прогунков. – Хабаровск: ФГУ «ДальНИИЛХ», 2004. – 253 с.
7. Сухомиров, Г.И. Что может дать наша тайга / Г.И. Сухомиров. – Хабаровск: Кн. изд-во, 1986. – 284 с.
8. Сухомиров, Г.И. Использование недревесных растительных ресурсов Дальнего Востока / Г.И. Сухомиров // Современное состояние недревесных растительных ресурсов России – Киров: ВНИИ-ОЗ, 2003. – С. 113–120.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ИССЛЕДОВАНИЮ СТРУКТУРЫ ЕЛЬНИКОВ И ОБОСНОВАНИЕ ИХ ВОЗРАСТА СПЕЛОСТИ

Л.В. СТОНОЖЕНКО, доц. каф. лесоустройства и охраны леса МГУЛ,

С.А. КОРОТКОВ, доц. каф. лесоводства и подсочки леса МГУЛ, канд. биол. наук

korsar-71@newmail.ru

Важнейшая задача лесоправления – установление возраста максимальной продуктивности леса. И.С. Мелехов [1] выделил древесную, биологическую экологическую и

комплексную продуктивность леса. Возраст максимальной продуктивности и есть возраст спелости леса. В различных условиях ведения лесного хозяйства приоритет имеют различные

требования к лесопользованию. В связи с этим используются различные виды спелостей, из которых наиболее употребимы естественная, количественная и техническая [2, 3].

В современных условиях в лесах Московской области сложилась противоречивая ситуация. С одной стороны, область обладает значительными лесными ресурсами, а с другой стороны, перерабатывающие предприятия Московской области вынуждены завозить лесоматериалы из других областей. В течение долгого времени для лесов Московской области характерно накопление спелой и перестойной древесины при недоиспользовании расчетной лесосеки. С 2008 г. приостановлены рубки спелых и перестойных насаждений. Все это сопряжено с интенсивным рекреационным лесопользованием и другими видами антропогенного воздействия на лес.

Основная цель исследований заключалась в выявлении закономерностей в структуре еловых древостоев для обоснования возрастов спелости.

При установлении критерия возраста спелости леса использовалось два методических подхода:

1. Исходя из задачи получения древесины высокого качества.
2. С применением количественного критерия строения древостоев, для оценки уровня испытываемой ими антропогенной нагрузки.

При решении первой части проблемы особое внимание уделялось факторам, влияющим на качество выращиваемой древесины. На состояние еловых насаждений влияет пораженность их патогенами, вызывающими гнили, что сказывается на структуре древостоя, на его устойчивости к неблагоприятным факторам и на выходе деловой древесины при лесозаготовках [4, 5].

Казалось бы, оценить влияние гнилевых поражений на выход деловой древесины в современных условиях можно, используя методы промышленной сортиментации леса на корню – методы товарных и сортиментных таблиц [6].

Однако при ближайшем рассмотрении оказывается, что данные таблицы составлены с ориентацией в оценке качества сырья

на действующий ГОСТ 9463-88 – «Лесоматериалы круглые хвойных пород. Технические условия», требования к качеству сырья в котором чрезвычайно либеральны. Так, деловой древесиной по данному ГОСТу считается древесина, имеющая ядровую гниль (или дупло) от 1/5 до 1/2 диаметра одного из торцов, а в отдельных случаях допускается выход гнили и на второй торец (табл. 1).

Таким образом, данная «не вполне деловая» древесина оказывается деловой и в сортиментных и в товарных таблицах. Оценить ее процент в общем выходе деловой древесины древостоя не представляется возможным.

Следует отметить, что, к примеру, европейские стандарты на круглые лесоматериалы [7] имеют гораздо более жесткие требования к допускам такого порока, как гниль в деловой древесине (табл. 2)

Вопрос, что считать деловой древесиной, влияет на весь процесс лесовыращивания, в том числе и на установление возраста рубки. В традиционном варианте возраст рубки эксплуатационных древостоев устанавливается по возрасту технической спелости, расчет которой ведут по таблицам хода роста и товарным таблицам.

Данный подход при значительном проценте древесины, пораженной гнилями в насаждениях региона, может приводить к выращиванию и накоплению на корню низкосортной древесины.

В нашей работе при определении возраста технической спелости использовался метод пробных площадей [6,8].

Были подобраны ельники разного возраста в различных условиях местопроизрастания. Основными критериями выбора выделов служили состав и полнота (доля ели более 60 %, полнота 0,6 и выше), было заложено 24 ППП, в зеленомошной группе типов леса, I–I а классов бонитета в возрасте от 40 до 115 лет.

Проведен сплошной пересчет. Особое внимание уделялось индивидуальному подеревному описанию под сортиментацию. Производили сплошной отбор кернов на наличие и распространенность гнилей и определения возрастной структуры деревьев.

Т а б л и ц а 1

Допустимые размеры гнилевых поражений по сортам (по ГОСТ 9463-88)

Порок древесины	Норма ограничения пороков древесины для сортов		
	1-го	2-го	3-го
Ядровая гниль и дупло	В мелких лесоматериалах не допускаются. Допускаются укладываемые во вписанную в торец полосу (вырезку) размером не более: в средних лесоматериалах		
	Не допускаются	$\frac{1}{5} \frac{1}{3}$ диаметра соответствующего торца с выходом на 1 торец	
	В лесоматериалах толщиной от 26 до 38 см.		
	$\frac{1}{4}$ диаметра соответствующего торца с выходом на один торец	$\frac{1}{3}$ диаметра соответствующего торца с выходом на один торец; в лесоматериалах длиной до 3 м $\frac{1}{2}$ диаметра соответствующего торца с выходом на 2-й торец не более $\frac{1}{4}$ его диаметра	
	В лесоматериалах толщиной от 40 см и более		
	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$
	диаметра соответствующего торца с выходом на один торец	диаметра соответствующего торца с выходом на 2-й торец не более $\frac{1}{4}$ диаметра	

Т а б л и ц а 2

Допуски пороков древесины по сортам (Европейский стандарт)

Порок древесины	Класс			
	A	B	C	D
Твердая гниль	не доп.	не доп.	не доп.	допуск.
Гниль	не доп.	не доп.	не доп.	не доп.
Сучки, диаметр, см	не допускаются		допускаются	
– сросшиеся здоровые		≤ 4		
– сухие		≤ 3	≤ 6	допускаются
– гнилые		не допускаются		
Прирост, мм	≤ 4	≤ 7	Не нормируется	

По данным отбора кернов методом пропорционально-ступенчатого представительства был произведен отбор модельных деревьев на 11 пробных площадях по 12–15 шт. на пробе (из пораженных гнилями). Путем раскряжевки находили диаметры гнилей по стволу и ее протяженность, определяли возбудителя гнили.

По таблицам сбегали проводили сортировку остальных деревьев на пробных площадях с учетом пороков, описанных при индивидуальной подеревной сортировки. Данные, полученные с каждой пробной площади, приводились к нормальному насаждению.

По результатам исследования выявлено, что наиболее сильно на еловые насаждения воздействует корневая губка. При этом доволь-

но часто она встречается совместно с другими патогенами, в частности опенком. При рубке визиров отмечено поражение корневой губкой подроста в возрасте 20–30 лет.

Доля стволов, пораженных гнилями, изменяется от 9,6 % до 48 %. Протяженность гнили по стволу изменяется от 0,5 м до 15,5 м.

Не выявлено зависимости процента поражения гнилями от возраста древостоя. В то же время выход крупной и средней древесины без гнилей изменяется с возрастом.

Выход деловой древесины в зависимости от возраста характеризуется следующими уравнениями:

$$Y = -0,0469x^2 + 10,152x - 307,42;$$

$$R^2 = 0,9125;$$

средней древесины
 $Y = -0,0809x^2 + 13,662x - 289,42;$
 $R^2 = 0,8085,$

где Y – запас m^3 ;
 X – возраст лет.

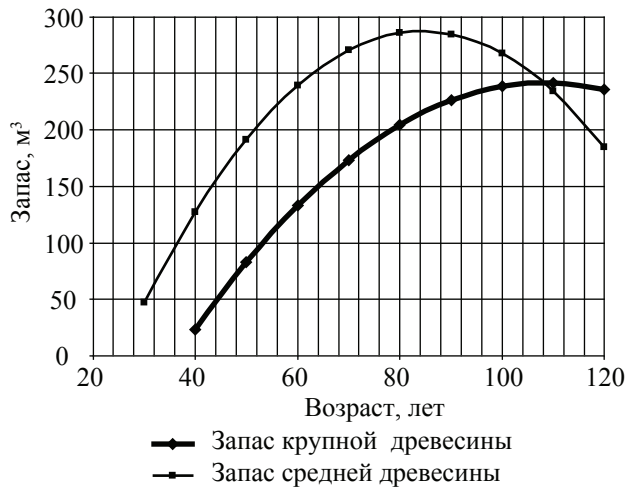


Рис. 1. Изменение запаса крупной и средней древесины (приведены к древостоям с полнотой 1,0)

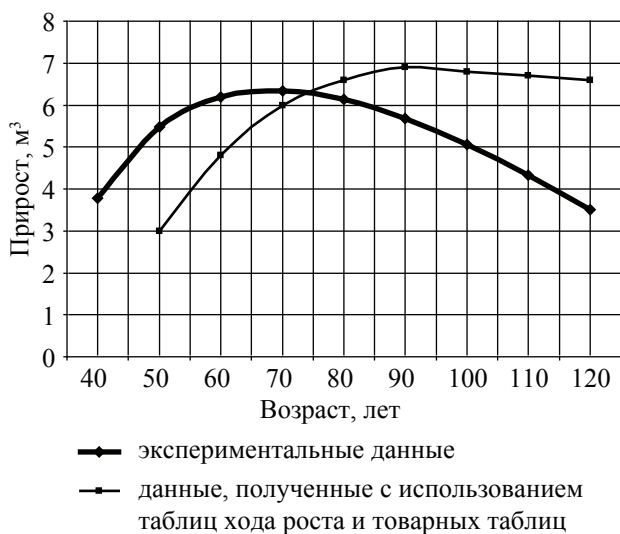


Рис. 2. Прирост крупной и средней древесины

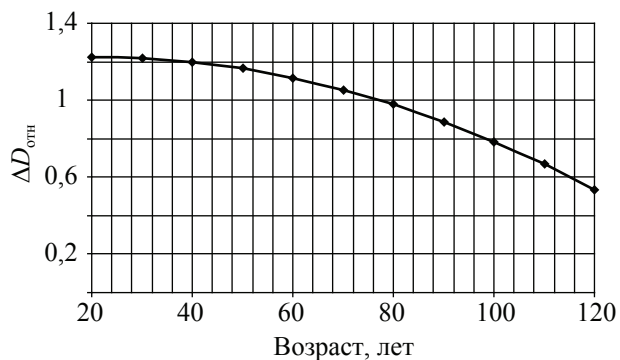


Рис. 3. Изменение структуры древостоя с возрастом (по показателю $\Delta D_{отн}$)

На основе полученных уравнений нами произведен расчет среднего прироста, крупной и средней древесины, не пораженной гнилями. На рис. 2 полученные результаты сравниваются с данными, рассчитанными с использованием таблиц хода роста А.В.Тюрина и товарных таблиц Н.П.Анучина.

Максимальный прирост древесины без гнили наблюдается в 70 лет. Увеличение возраста рубки, по нашим данным, ведет к потерям деловой древесины, не пораженной гнилями.

Таким образом, в высокобонитетных насаждениях возможно сокращение оборота рубки на 20 лет, что позволит выращивать древесину более высокого качества.

Для решения второй задачи нами использовался один из важнейших показателей структуры древостоев – распределение деревьев по диаметру. Использовались методические положения Н.В.Третьякова [9] К.К.Высоцкого [10] с показателем ранговой структуры $\Delta D_{отн}$.

При этом методе ранжированный ряд по диаметрам разбивается на 10 классов с одинаковым числом деревьев в классе. Для каждого класса устанавливается $D_{ср}$. В каждом классе определяют $D_{отн}$ как отношение $D_{ср}$ класса к $D_{ср}$ 6-го класса (где находится среднее дерево). Расчет показателя $\Delta D_{отн}$ производят как разницу между $D_{отн}$ 10-го класса и $D_{отн}$ 1-го класса.

В процессе формирования насаждений отпад, как правило, идет за счет угнетенных стволов. По достижении определенного возраста и структуры древостоя в отпад начинают поступать господствующие деревья. Одним из критериев отпада господствующих деревьев является уменьшения показателя структуры древостоя $\Delta D_{отн}$. Изменения структуры древостоя с возрастом в зависимости от $\Delta D_{отн}$ представлены на графике (рис. 3) и характеризуются уравнением

$$Y = -0,00007x^2 + 0,0029x + 1,1946.$$

$$R^2 = 0,4037$$

где Y – $\Delta D_{отн}$
 X – возраст лет.

С возрастом $\Delta D_{отн}$ уменьшается. На этот процесс могут накладываться антропогенные нагрузки, приводя его к ускорению.

В нашем случае насаждения подобраны как среднетипичные для Московской области по антропогенному воздействию (загрязнения атмосферного воздуха, рекреационные нагрузки). Испытывающие сильные нагрузки насаждения лесопарков или насаждения, находящиеся на значительном удалении от населенных пунктов, могут иметь другие сценарии развития. Однако для всех сценариев можно использовать $\Delta D_{отн.}$ как критерий естественной спелости. По нашему мнению, это гибкий и в то же время достаточно информативный критерий, позволяющий учитывать условия, в которых существует и развивается насаждение. В настоящее время установление возраста естественной спелости ельников в возрасте 150–200 лет, встречающееся в учебной, научной и справочной литературе, в большей степени подходят для условий с низкой антропогенной нагрузкой.

Рассмотренные в статье критерии продуктивности и устойчивости еловых древостоев, по нашему мнению, могут служить для принятия решений при лесоправлении.

Библиографический список

1. Мелехов, И.С. Лесоведение: учебник. 3-е. изд. / И.С. Мелехов. – М.: МГУЛ, 2005. – 372 с.
2. Анучин, Н.П. Лесоустройство / Н.П. Анучин. – М.: Сельхозиздат, 1962. – 568 с.
3. Орлов, М.М. Лесоустройство. Т. 1. Элементы лесного хозяйства / М.М. Орлов. – Л., 1927. – 428 с.
4. Гусев, И.И. Продуктивность ельников Севера / И.И. Гусев. – Л., 1978. – 232 с.
5. Мошкалев, А. Г. Таксация товарной структуры древостоев / А.Г. Мошкалев. – М.: Лесная промышленность, 1982.
6. Анучин, Н.П. Лесная таксация: учебник для вузов. – 6-е изд. / Н.П. Анучин. – М.: ВНИИЛМ, 2004. – 552 с.
7. Европейские стандарты на круглые лесоматериалы и пиломатериалы. Справочник. – М.: ООО «Лесэксперт», 2005. – 141 с.
8. Анучин, Н.П. Теория и практика организации лесного хозяйства / Н.П. Анучин. – М.: Лесная промышленность, 1977.
9. Третьяков, Н.В. Закон единства в строении насаждений / Н.В. Третьяков. – М.–Л.: Новая деревня, 1927. – 114 с.
10. Высоцкий, К.К. Закономерности строения смешанных древостоев / К.К. Высоцкий. – М., 1962. – 178 с.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ БИОГРУПП ЕЛИ НА ВЫРУБКАХ

А.В. ТИБУКОВ, доц. каф. геодезии и строительного дела МГУЛ

tibukov_av@mail.ru

При изучении последующего возобновления леса на вырубке большое внимание было уделено пространственному размещению подроста ели. Однородность в размещении самосева Г.Ф. Морозов [1] считал редким явлением в лесу.

Отмечая это, он говорил, что неодинаковая возобновительная спелость лесной почвы и связанная с этим неравномерность размещения подроста были подчеркнуты немецкими лесоводами, требовавшими на основании этого неравномерных рубок. М.Е. Ткаченко считал, что групповое размещение подроста древесных пород по площади – явление закономерное, связанное с микроповышениями. Им было показано, что в северных лесах на гниющей древесине размещается 95 % елового подроста [2]. В.Ф. Цветков приводит данные, показывающие, что в био-

группах, независимо от густоты, возраста и состава пород, сосредоточено от 86 до 92 % деревьев [3].

И.С. Мелехов [4] указывал на резкие различия естественного возобновления леса под пологом и на открытом месте, при изучении которых необходимо учитывать пространственную структуру каждой категории в отдельности. И далее он пишет, что без понимания этой структуры не могут быть раскрыты изменения и во времени, т.е. «пространственная неравномерность возобновления означает и неравномерность в смысле времени». Н.В. Дылис в своих работах [5], посвященных парцеллярной структуре лесных биогеоценозов, заложил первооснову изучения парцеллярной структуры типов леса, а затем и классификации типов леса с учетом их парцеллярного состава.

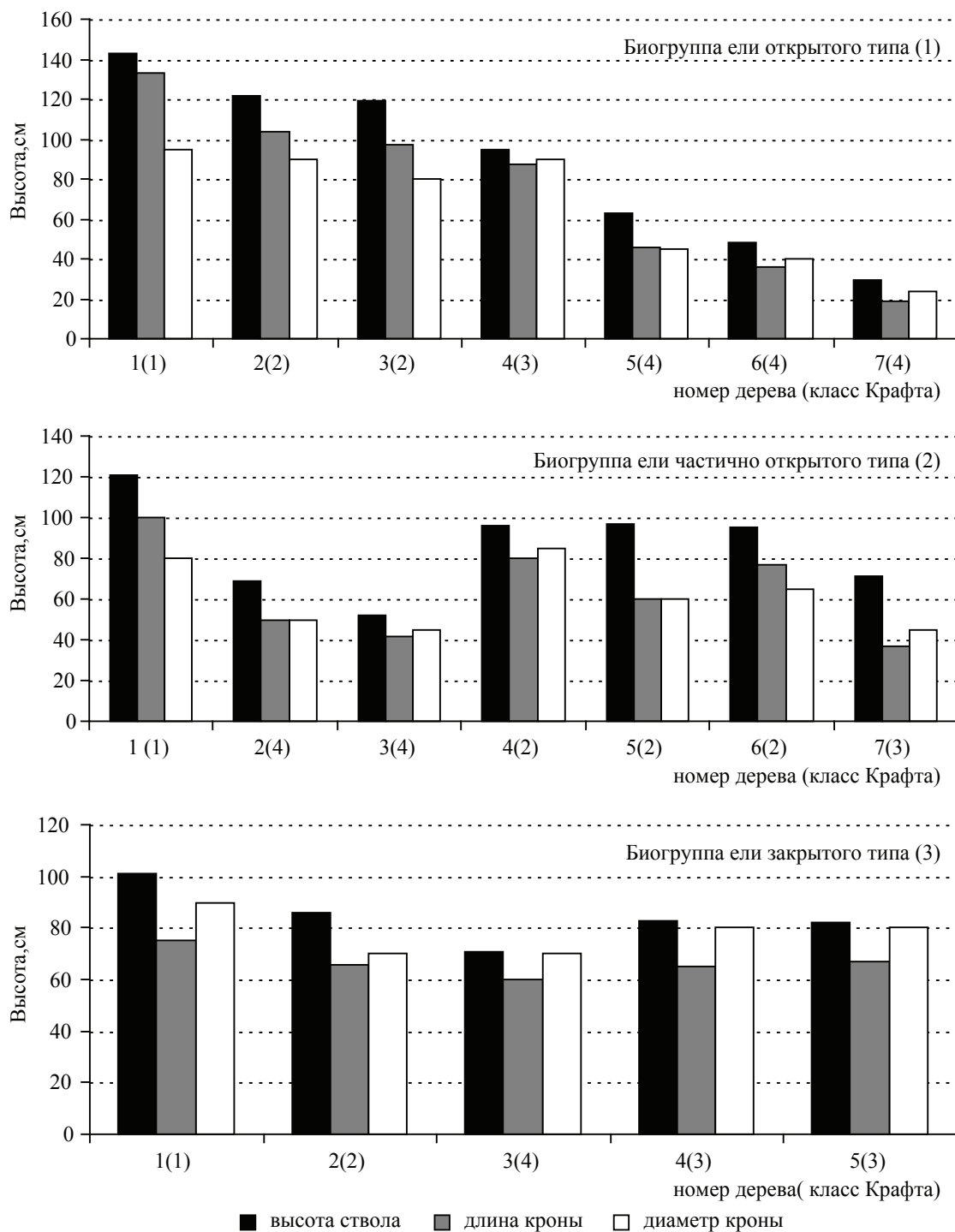


Рис. 1. Соотношение высоты ствола, протяженности кроны и диаметра кроны в биогруппах ели различного типа (Щелковский УОЛХ)

Т а б л и ц а 1

Соотношение параметров кроны ели в биогруппах различных категорий (Щелковский УОЛХ)

Категория биогруппы	Соотношение протяженности и диаметра кроны ели (№) в биогруппе							среднее
	1	2	3	4	5	6	7	
I	1,4	1,15	1,21	0,97	1,02	0,9	0,79	1,12
II	1,25	1	0,93	0,94	1	1,18	0,82	1,03
III	0,83	0,94	0,85	0,81	0,83	—	—	0,85

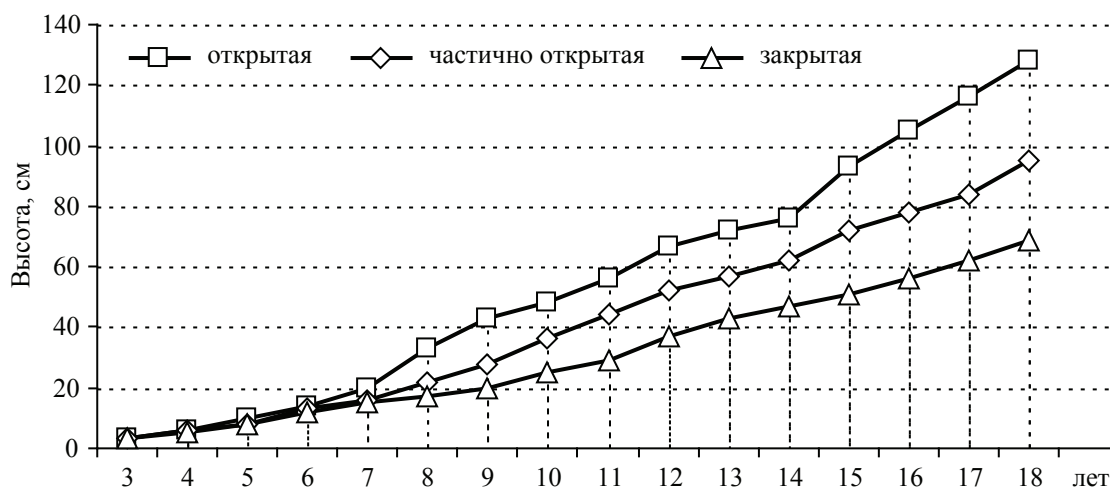


Рис. 2. Динамика средних высот ели в био группах различных категорий (тип леса – ельник черничный свежий, Щелковский УОЛХ)

Т а б л и ц а 2

Достоверность различия средней высоты доминирующих особей ели различных категорий био групп

Категория био группы	Средняя высота, $M \pm m$	Критерий Стьюдента	
		$t_{\text{факт}}$	$t_{\text{табл}}$
Открытая	$0,93 \pm 0,11$		
Частично открытая	$0,73 \pm 0,08$	9,5	2,2
Закрытая	$0,62 \pm 0,05$	5,6	2,2

Любая био группа древесных растений представляет собой элементарную систему, имеет иерархическую структуру и может быть выделена по типу взаимоотношений с другими типами или видами растительности. Для начального этапа формирования насаждения можно выделить три основные категории био групп ели: открытая (I), частично открытая (II) и закрытая (III) [6].

Для био группы характерно явление, на которое указывал Г.Ф. Морозов [1]. Это взаимное покровительство и взаимное приспособление в начальный период становления древостоя. Значительный интерес вызывает концепция Ю.В. Титова [7], который благоприятное взаимодействие в группах растений при отсутствии конкуренции и перенаселенности назвал эффектом группы. Этот эффект проявляется в устойчивости, стабилизации и активном росте и развитии всей группы. Растения, поселившиеся в био группе позднее, не попадают в общий ритм роста и со временем отмирают. Ю.В. Титов выделяет и другой эффект взаимодействия растений в группе – эффект плотности, который возни-

кает при достаточно большом числе растений на единице площади и проявляется в снижении продуктивности, хотя этому противоречат исследования В.Б. Ларина и Ю.А. Паутова, изучавших сосновые био группы в лесных культурах [8].

Диагностические признаки рангового положения каждого члена био группы определяются их функциональной значимостью. Как указывал Г.Ф. Морозов [1], «в пределах каждой группы происходит свое расчленение по классам господства».

Для анализа роста и развития каждой древесной особи использовались следующие основные биометрические параметры: высота ствола, диаметры на уровне корневой шейки и на высоте 1,3 м, протяженность и диаметр кроны, протяженность бессучковой зоны ствола, годичный прирост по высоте и по диаметру ствола. Важнейшей характеристикой деревьев ели в био группе является соотношение высоты ствола и параметров кроны (рис. 1), показывающее ранговое положение (по Крафту) и перспективу развития дерева (табл. 1).

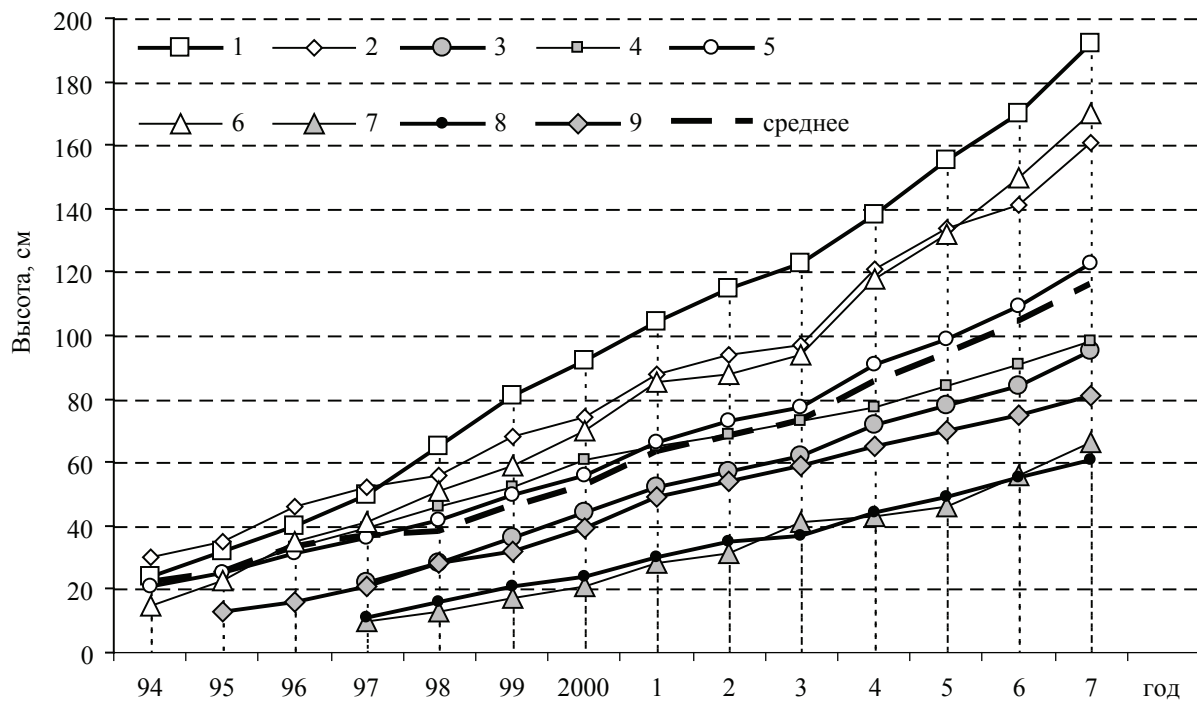


Рис. 3. Ход роста ели по высоте в био группе частично открытого типа (тип леса – ельник черничный свежий, Щелковский УОЛХ)

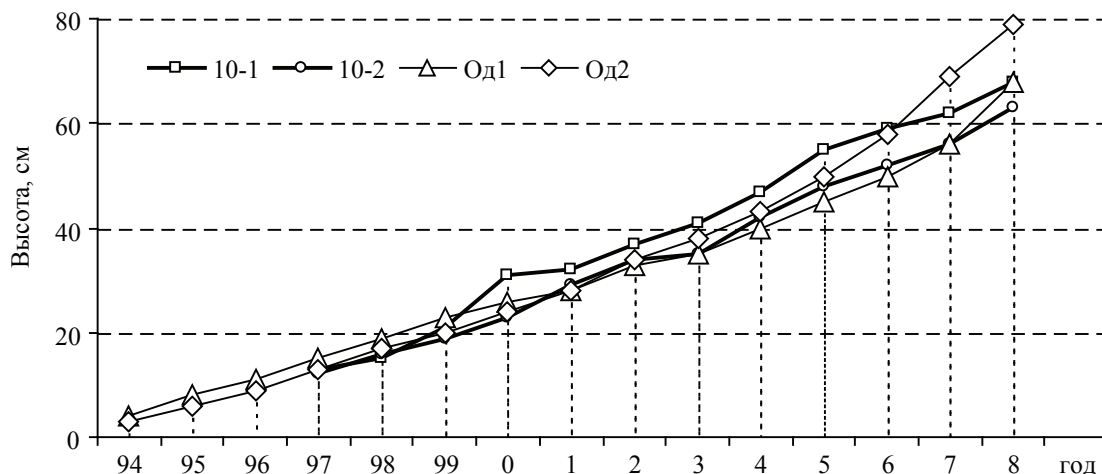


Рис. 4. Рост одиночной и групповой ели по высоте (Щелковский УОЛХ)

Анализ хода роста ели в био группе показывает, что дифференциация деревьев в био группах особенно четко начинает проявляться с 6–10 лет (рис.2). Именно в это время у ели отмирает главный корень и формируется система боковых корней [9, 10].

При сравнении высот ели по био группам использовались деревья первого и второго классов как наиболее показательные в отношении роста и развития. Различие высот определялось по критерию Стьюдента (табл. 2).

Различия в росте и развитии подроста увеличиваются со временем не только меж-

ду типами био групп, но и в самой био группе. Наиболее наглядно это можно наблюдать в био группе частично открытого типа (рис. 3). Анализируя ход роста подростка ели, достаточно четко определить ранговое положение каждого дерева, которое зависит от возраста, т.е. времени появления или подселения в био группе. В этом плане био группу можно разделить на две части: основную («ядро») – самую старшую по возрасту– и дополнительную («спутники») – более молодые древесные растения. Ядро группы образуется в первые десять лет после рубки.

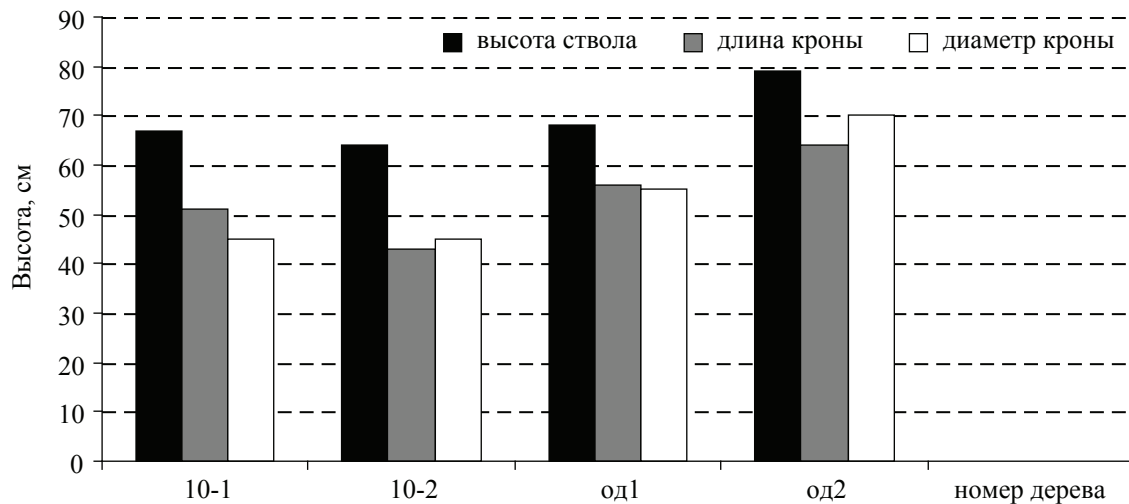


Рис. 5. Соотношение основных биометрических параметров группового и одиночного подроста ели

В основной части группы доминирует самое развитое дерево, которое является эдификатором микроусловий и контролирует рост остальных членов группы.

Таким образом, биогруппа частично открытого типа объединяет черты биогрупп открытого и закрытого типов.

Помимо значения группового сложения подроста в формировании будущего древостоя необходимо рассмотреть роль одиночного подроста ели. Сравнение хода роста отдельных деревьев ели и растущих в группе (рис. 4) показывает практически полное сходство в начальном развитии. Для сравнения были выбраны древесные растения ели в одном возрасте (14 лет) и произрастающие в одинаковых условиях и вне влияния лиственных пород.

Соотношение высоты ствола и параметров кроны, состояние хвои, прирост в высоту исследуемых деревьев ели не показало значительных различий, кроме таких характеристик ствола, как очищаемость от сучьев и диаметр корневой шейки. В биогруппе очищаемость ствола составила 24–32 %, при этом сухие сучья отсутствовали полностью, т.е. сформировалась бессучковая зона ствола; у одиночно растущих деревьев ели зона отмерших ветвей составила 16–18 % и сухие веточки сохранились на стволе. Диаметры корневой шейки в группе составили 8 и 11 мм, у одиночных деревьев – 15 и 18 мм (рис. 5).

Таким образом, количественные характеристики одиночных и групповых де-

ревьев ели в основном совпадают, но параметры, влияющие на качество древесины ствола, различаются, и это различие увеличивается с возрастом деревьев. Соответственно деревья, выросшие в тесном взаимодействии друг с другом, будут отличаться от одиночных деревьев лучшим качеством ствола.

Библиографический список

1. Морозов, Г.Ф. Учение о лесе / Г.Ф. Морозов. – М.-Л.: Сельколхозгиз, 1931. – 438 с.
2. Ткаченко, М.Е. Концентрированные рубки, эксплуатация и возобновление леса / М.Е. Ткаченко. – М.-Л.: Госиздат сельхоз- и колхозно-кооперативной литературы, 1931. – 173 с.
3. Цветков, В.Ф. Лесной биогеоценоз / В.Ф. Цветков. – Архангельск, 2004. – 267 с.
4. Мелехов, И.С. Лесная типология / И.С. Мелехов. – М.: МЛТИ, 1976. – 72 с.
5. Дылис, Н.В. Структура лесного биогеоценоза / Н.В. Дылис. – М.: Наука, 1969. – 56 с.
6. Тибуков, А.В. Формирование леса после сплошной рубки агрегатной техникой в ельнике черничном / А.В. Тибуков // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2009. – № 3. – С. 48–53.
7. Титов, Ю.В. Эффект группы у растений / Ю.В. Титов. – Л., 1978. – 151 с.
8. Ларин, В.Б. Формирование хвойных молодняков на вырубках северо-востока европейской части СССР / В.Б. Ларин, Ю.А. Паутов. – Л.: Наука, 1989. – 144 с.
9. Булыгин, Н.Е. Дендрология / Н.Е. Булыгин. – М.: Агропромиздат, 1985. – 280 с.
10. Калинин, М.И. Формирование корневой системы деревьев / М.И. Калинин. – М.: Лесная пром-сть, 1983. – 152 с.

ЕСТЕСТВЕННОЕ ЛЕСОВОЗОБНОВЛЕНИЕ В СОСНЯКАХ ЧЕРНИЧНЫХ, ПРОЙДЕННЫХ ПРОХОДНЫМИ РУБКАМИ УХОДА

П.А. ФЕКЛИСТОВ *проф. каф. экологии и защиты леса Архангельского ГТУ, д-р с.-х. наук,*
Н.П. ШАНЬГИНА, *асп. каф. экологии и защиты леса Архангельского ГТУ,*
Д.Н. ТОРБИК, *асп. каф. экологии и защиты леса Архангельского ГТУ*

pfeklistov@yandex.ru

Лес обладает способностью самовозобновления. Это свойство проявляется в виде произвольного возникновения новых сообществ на месте вырубленных или погибших насаждений. Естественное лесовозобновление – комплекс процессов естественного зарастания обезлесенных участков древесной растительностью или площадей под пологом леса [7]. Для быстрого восстановления вырубленных лесов хозяйственно-ценными породами важное значение имеет предварительное возобновление, то есть подрост, появившийся под пологом до рубки. Основным направлением лесовосстановления в Архангельском регионе является воспроизводство лесных ресурсов с учетом их способности к самовозобновлению. В основном это мероприятия, связанные с содействием естественному возобновлению. Этот способ содержит набор приемов и методов, основывающихся на реализации потенциала естественного лесовозобновления (самовозобновления). Для реализации этого необходимо знать породный состав, количество и качество имеющегося под пологом назначаемых в рубку насаждений подроста, его распределение по площади пазек, влиянием на этот процесс волоков. Перечисленные вопросы остаются неизученными, несмотря на то что проходные рубки широко распространены на Севере, для чего есть предпосылки в виде насаждений подходящего возраста. В связи с этим нами были проведены такие исследования в Исакогорском участковом лесничестве (Архангельское лесничество).

В качестве объектов исследования были выбраны сосновые насаждения, пройденные проходными рубками ухода, которые широко распространены в пригородных лесах. Для их проведения в лесных массивах были прорублены волока, между которыми в пазеках производилась выборка древесины. Образовавшиеся технологические коридоры

следует рассматривать не только как пути транспорта вырубленной древесины, но и как метод ухода. Известна их роль в изменении освещенности, термического режима воздуха и почвы в прилегающих полосах [1]. Пробные площади закладывались в насаждениях, где волока были проложены в разных направлениях (север–юг и восток–запад). Рубка проводилась в 1994–1995 гг. Ширина волоков 4–6 м, ширина пазек 30–40 м. Насаждения в высокополнотных, низкобонитетных сосняках черничных. Лесоводственно-таксационная характеристика древостоев на пробных площадях приведена в табл. 1.

Почва в исследованных сосняках черничных – подзол маломощный легкосуглинистый на легком суглинке, подстилаемый глиной. Имеется подлесок, представленный можжевельником, шиповником, ивой.

Для изучения естественного возобновления в связи с рубками ухода на различных расстояниях от границы пазека–волока закладывали учетные ленты размерами 2×10 м (на пазеке) и 1×20 м (на волоке). На пазеке ленты закладывались параллельно волокам на расстояниях 6 м, 8 м, 12 м, 16 м от границы пазека–волока и в центре пазеки (18 м); на волоках – в центре и по краям. Все эти работы были выполнены в двукратной повторности. Они дали возможность проследить «последовательно», как изменяется количество и качество подроста на площади пазек по отношению к волокам. Всего в исследуемом ельнике было заложено 52 учетные площадки.

Исследование напочвенного покрова проводилось на площадках 1×1 м, которые так же, как и ленты для исследования подроста, располагались параллельно волокам и на разном расстоянии от них.

Для обработки данных использовались корреляционный и регрессионный анализ и математическое моделирование [2, 5].

Лесоводственно-таксационная характеристика древостоев на пробных площадях

Направление волоков	Номер ПП	Тип леса	Состав древостоя	Порода	Средний диаметр, см	Средняя высота, м	Сумма площадей сечен., м ² /га	Полнота относительная	Класс бонитета	Возраст, лет	Запас, м ³ /га
Север-юг	1	С.чер.	8С1Ос1Б+Е	С	19,7	20,3	28,9	0,80	III	88	281
				Е	9,1	8,5	2,2	0,12	–	–	10
				Б	12,4	16,0	3,2	0,13	–	–	25
				Ос	23,3	19,8	3,5	0,10	–	–	33
	2	С.чер.	8С1Ос1Б+Е	С	18,1	19,8	25,5	0,71	IV	93	242
				Е	8,9	11,0	1,4	0,06	–	–	8
				Б	12,8	20,5	2,0	0,06	–	–	20
				Ос	26,3	23,3	4,2	0,68	–	–	46
	3	С.чер.	8С1Ос1Б+Е	С	17,1	19,8	26,0	0,72	IV	98	247
				Е	8,5	9,0	1,7	0,09	–	–	8
				Б	10,1	18,3	2,2	0,08	–	–	20
				Ос	22,1	20,7	3,4	0,09	–	–	34
Восток-запад	4	С.чер.	9С1Б+Е,ед.Ос.	С	17,4	18,4	33,4	0,98	IV	94	298
				Е	7,6	8,8	0,9	0,05	–	–	4
				Б	11,2	12,7	2,2	0,10	–	–	14
				Ос	9,0	14,5	0,1	0,00	–	–	1
	5	С.чер.	9С+Б,Ос,ед.Е	С	16,5	20,0	34,3	0,95	IV	93	329
				Е	8,7	6,5	0,7	0,05	–	–	3
				Б	13,1	16,8	1,9	0,07	–	–	16
				Ос	17,7	19,3	1,0	0,03	–	–	9
	6	С.чер.	9С+Ос,Б,Е	С	16,3	18,2	29,0	0,86	IV	86	257
				Е	8,6	7,7	0,8	0,05	–	–	4
				Б	9,9	17,2	1,3	0,07	–	–	11
				Ос	19,0	16,2	1,6	0,05	–	–	13

Огромное значение для жизни леса имеет живой напочвенный покров: от него зависят жизненные процессы древесных растений на ранней стадии их развития – прорастание семян, формирование и развитие всходов и др. [4]. Живой напочвенный покров, как подлесок и подрост, участвует в малом биоциркуляторе, сохраняет почвенное плодородие, предохраняет почву от выщелачивания и засоления. Проходные рубки ухода оказывают непосредственное влияние на напочвенный покров. Изменение освещенности, влажности, теплового режима воздуха и верхних горизонтов почвы отражается на видовом составе, жизненности травяно-кустарничкового яруса, а также на морфобиологических особенностях типичных лесных растений. Происходит внедрение и разрастание новых нелесных видов [6].

В случае проходных рубок изменения затрагивают напочвенный покров как на во-

локах, так и на пасаках. Исследования показывают следующее. В сосняках черничных с направлением волоков север-юг отмечено 14 видов растений травяно-кустарничкового яруса и 7 видов – мохово-лишайникового яруса. В напочвенном покрове преобладают типичные лесные виды (черника, брусника, марьянник лесной, линнея северная, майник двулистный, седмичник европейский, золотарник обыкновенный, гилокомиум блестящий, плеуроциум Шребера и т.д.).

Сравнение видового богатства растений напочвенного покрова пасек и волоков показало, что вследствие проходных рубок ухода происходит изменение видовой структуры напочвенного покрова. Наибольшее количество видов травяно-кустарничкового яруса произрастает по краям волоков (8–9 видов). В центральной части волоков видовое богатство яруса сокращается на 2–3 вида.

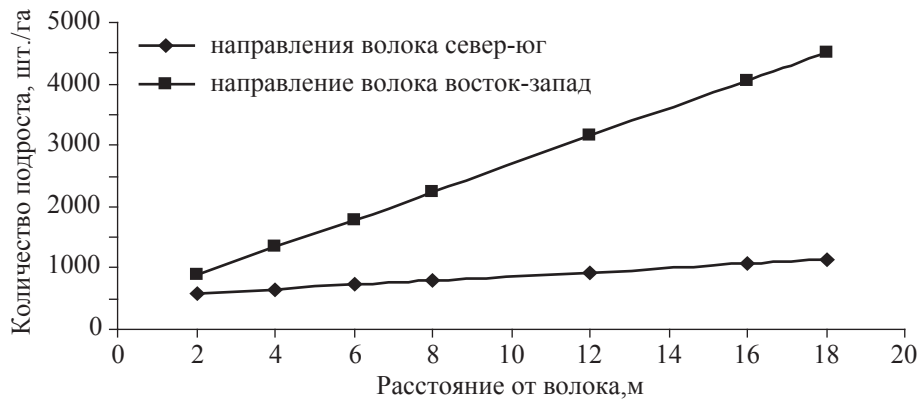


Рис. 1. Зависимость количества елового подроста от расстояния от волока: север-юг: $y = 516,62 + 34,60 \cdot x$; восток-запад: $y = 425,77 + 227,19 \cdot x$

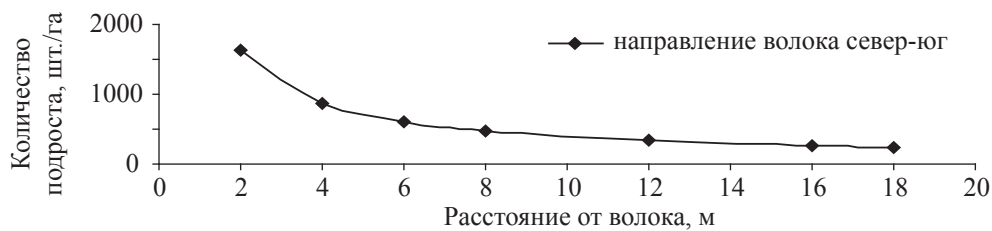


Рис. 2. Зависимость количества соснового подроста от расстояния от волока: север – юг: $y = 74,67 + 3135,57 / x$

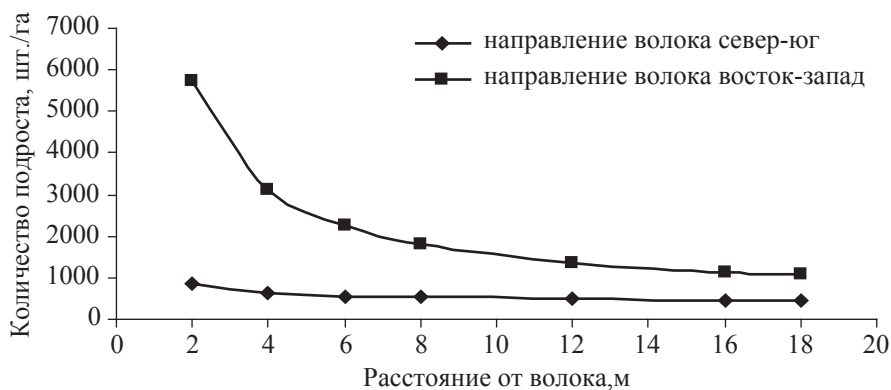


Рис. 3. Зависимость количества подроста березы от расстояния от волока: север-юг: $y = 411,47 + 900,75 / x$; восток-запад: $y = 496,04 + 10462,02 / x$

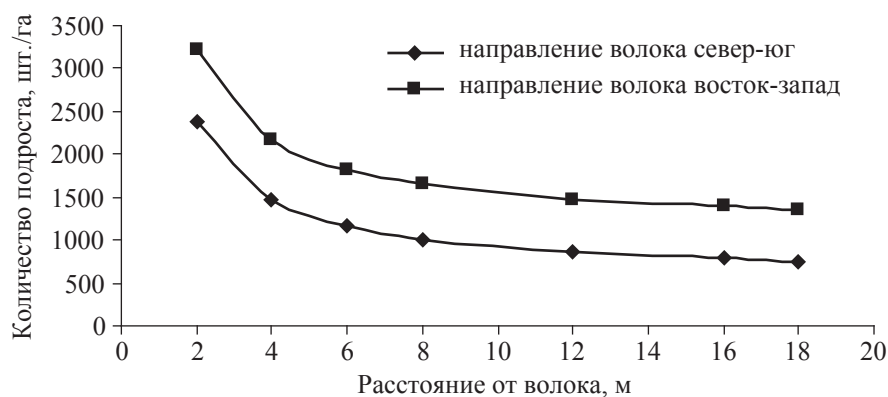


Рис. 4. Зависимость количества подроста осины от расстояния от волока: север-юг: $y = 553,59 + 3660,22 / x$; восток-запад: $y = 1132,68 + 4180,21 / x$

Зависимость количества подроста (шт./га) от расстояния от волока (м)

Порода	Направление	Коэффициент корреляции, $r \pm mr^*$	Достоверность, tr	Корреляционное отношение, $\eta \pm m\eta^{**}$	Достоверность, $t\eta$
сосна	сю	$-0,79 \pm 0,08$	9,63	$0,88 \pm 0,04$	18,81
ель	сю	$0,66 \pm 0,12$	5,47	$0,95 \pm 0,02$	44,27
	вз	$0,92 \pm 0,03$	28,68	$0,95 \pm 0,02$	42,17
осина	сю	$-0,84 \pm 0,06$	13,06	$0,94 \pm 0,03$	34,29
	вз	$-0,84 \pm 0,06$	13,20	$0,99 \pm 0,00$	–
береза	сю	$-0,54 \pm 0,15$	3,54	$0,79 \pm 0,08$	9,73
	вз	$-0,80 \pm 0,08$	10,02	$0,99 \pm 0,01$	225,49

* mr – ошибка коэффициента корреляции; ** $m\eta$ – ошибка корреляционного отношения

На пасеке видовой состав растений травяно-кустарничкового яруса изменяется в зависимости от расстояния границы пасека–волока. Больше всего видов встречается на краях пасеки: на западном краю 8 видов, а на восточном 9 видов. Увеличение видового богатства на восточном краю пасеки по сравнению с западным обусловлено созданием на этом краю наилучших условий для прорастания и развития светолюбивых видов. По мере удаления от волоков количество видов на пасеке несколько уменьшается и на расстоянии 8 м (по схеме опыта) от восточного края волока достигает минимальной величины – 6 видов. В восточной части пасеки на этом расстоянии от волока видовой состав травяно-кустарничкового яруса представлен 7 видами. В центральной части пасеки видовой состав практически не изменяется и представлен в основном 7 видами растений.

Несколько другие закономерности в изменении видового состава напочвенного покрова по площади лесосеки отмечены в сосняках черничных с волоками в направлении восток–запад. Всего на этом объекте учтено 16 видов растений травяно-кустарничкового яруса и 9 видов растений мохово-лишайникового яруса. На волоках на этом объекте встречается больше видов растений травяно-кустарничкового яруса (15), чем на пасеках (12), из них 10 общих.

Количество подроста 1900–2000 шт./га.

Естественное возобновление в исследованных сосняках представлено сосной, елью, березой и осинкой.

Из данных табл. 2 следует, что распределение количества подроста по площади но-

сит закономерный характер. Его густота зависит от места расположения по отношению к волоку. Для ели связь между расстоянием от волока и густотой криволинейная очень высокая и для направления север–юг $r = 0,66 \pm 0,12$, а $\eta = 0,95 \pm 0,02$, и для направления восток–запад $r = 0,92 \pm 0,03$, а $\eta = 0,95 \pm 0,02$. Для других древесных пород связи также очень высокие.

Регрессионный анализ позволил уточнить выявленные закономерности. Для ели характерно увеличение количества подроста по мере удаления от волока к центру пасеки. При направлении волоков с севера на юг эта закономерность выражена слабее, а при направлении восток–запад более четко (рис. 1.) В центре пасеки 5000 шт./га подроста, что считается удовлетворительным, а на волоке в обоих случаях около 1000 шт./га.

Для других древесных пород (сосна, осина, береза) наблюдается противоположная закономерность. Наибольшее количество подроста сосредоточено на волоках, а по мере удаления от них вглубь пасеки количество подроста уменьшается (рис. 2, 3, 4). Причем, так же как и для ели при направлении волоков с севера на юг эти закономерности выражены слабее. Внутри пасеки соснового подроста около 200 шт./га, лиственных пород около 1000 шт./га.

В соответствии со шкалой для оценки естественного возобновления для северо-таежного подрайона [3] лесовозобновление в исследуемом сосняке черничном является удовлетворительным только для ели в центре пасек (около 5000 шт./га). Лесовозобновление сосной – неудовлетворительное.

Таким образом, можно сделать выводы о том, что существует зависимость количества подроста различных древесных пород от расстояния от волока и обусловлена она различными экологическими условиями и биологическими особенностями пород. На количество подроста влияет направление волока, оптимальным является направление восток – запад. Требуется содействие естественному возобновлению на пасажах.

Библиографический список

1. Бурова, Н.В. Влияние рубок ухода на рост подроста ели / Н.В. Бурова // Экологические проблемы севера: межвузовский сборник научных трудов. – Архангельск: Изд-во АГТУ, 2008. – С. 31–32.
2. Гусев, И.И. Моделирование экосистем: учебное пособие / И.И. Гусев. – Архангельск: Изд-во АГТУ, 2002. – 113 с.
3. Лесотаксационный справочник для северо-востока европейской части СССР. – Архангельск: Архангельский институт леса и химии, 1986. – 364 с.
4. Мелехов, И.С. Лесоводство: учебник для вузов / И.С. Мелехов. – М.: МГУЛ, 2002. – 399 с.
5. Никитин, К.Е. Методы и техника обработки лесоводственной информации / К.Е. Никитин, А.З. Швиденко. – М.: Изд-во Лесная пром-сть, 1978. – 276 с.
6. Сеннов, С.Н. Современная проблема рубок ухода / С.Н. Сеннов // Лесное хозяйство. – 2005. – № 6 – С. 18–19.
7. Цветков, В.Ф. Самовозобновление леса / В.Ф. Цветков. – Архангельск: Изд-во АГТУ, 2008. – 95 с.

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА КУЛЬТИВИРУЕМОЙ ПОРОДЫ ПРИ ЦЕЛЕВОМ ВЫРАЩИВАНИИ БАЛАНСОВОЙ ДРЕВЕСИНЫ

С.А. КОРЧАГОВ, доц. каф. лесного хозяйства Вологодской государственной молочнохозяйственной академии им. Н.В. Верещагина, канд. с.-х. наук,
С.Е. ГРИБОВ, доц. каф. лесного хозяйства Вологодской государственной молочнохозяйственной академии им. Н.В. Верещагина, канд. с.-х. наук,
Н.Н. СТРЕБКОВ, ст. преподаватель каф. технологии и оборудования лесопромышленных производств Вологодского института права и экономики Федеральной службы исполнения наказаний Российской Федерации

kaf_leshoz@mail.ru

Исторически ель является основной древесной породой для целлюлозно-бумажной промышленности (ЦБП). Ее отличительная особенность – незначительная смолистость древесины, благоприятно отражается на процессе варки и качестве целлюлозы. Однако значительный удельный вес предприятий – потребителей еловой древесины – предопределил дефицит такого древесного сырья, что вызвало сокращение варки целлюлозы сульфитным методом с использованием древесины ели и внедрение сульфатного метода с применением сосны и ели. Эти древесные породы занимают приоритетное место при искусственном лесовыращивании в условиях Европейского Севера. Анализ состояния и развития ЦБП позволяет признать, что основными видами древесного сырья для производства целлюлозы в ближайшей перспективе останется древесина сосны и ели.

Как известно, сосна при произрастании в характерных для нее условиях роста, в силу наследуемости признаков в потомстве, сохраняет преимущество над елью по основным техническим характеристикам древесины. В нашем случае предпринята попытка решения традиционной проблемы «сосна – ель» на основе экономико-квалиметрического подхода применительно к выращиванию древесного сырья для ЦБП. В качестве конечной продукции выбрана сульфатная целлюлоза как наиболее важный и распространенный вид волокнистых полуфабрикатов.

Основы экономико-квалиметрической оценки древесного сырья заложены проф. О.И. Полубояриновым. При таком подходе вопросы квалиметрии находятся в центре внимания. При экономическом обосновании принципиально важным является то, что сравнительная оценка производится не по стоимости выращиваемого древесного сырья,

а по стоимости конечного продукта (целлюлозы), получаемого с 1 га лесной площади.

Нами предложено использовать инновационный термин «балансовая продуктивность» насаждений (M_o), показывающий выход целлюлозы (т) из деловой части древесных стволов, произрастающих на площади 1 га. Формула для расчета балансовой продуктивности имеет вид

$$M_o = V / H,$$

где V – выход балансовой древесины, м³/га;

H – норма расхода древесины на производство одной тонны целлюлозы, м³/т.

Норма расхода древесины на производство одной тонны целлюлозы по варке вычисляется с учетом рекомендаций Л.Н. Ерофеева [1] как

$$H = \frac{880}{P_{\text{баз.}} \cdot \Pi} \cdot \frac{100}{K},$$

где 880 – содержание абсолютно сухого вещества в одной тонне древесного сырья при влажности 12 %, кг/т;

$P_{\text{баз.}}$ – базисная плотность древесины, кг/м³;

Π – выход целлюлозы, % от древесины, загружаемой в котел.

K – коэффициент полезного использования технологической древесины, в долях единицы от неокоренной древесины.

Базисная плотность древесины ($P_{\text{баз.}}$) определена по кернам, отобраным с 15 средних деревьев каждой породы с учетом методических указаний О.И. Полубояринова [3]. Коэффициент полезного использования технологической древесины (K) рассчитан путем перемножения коэффициентов выхода технологической древесины по отдельным стадиям производственного процесса ее подготовки по формуле

$$K = K_p \cdot K_o \cdot K_{p.c.},$$

где K_p – коэффициент выхода древесины при распиловке;

K_o – коэффициент выхода древесины при окорке;

$K_{p.c.}$ – коэффициент выхода древесины при рубке, дезинтегрировании и сортировке щепы.

$$K_{p.o.p.c.} = \frac{100 - P_{p.o.p.c.}}{100},$$

где P_p – процент потерь и отходов древесины при распиловке (исключен из расчета

с учетом поступления на ЦБК сырья необходимого размера);

P_o – процент потерь и отходов древесины при барабанной окорке (1,2 %);

$P_{p.c.}$ – процент потерь и отходов древесины при рубке, дезинтегрировании и сортировке щепы (6,0 %).

Проценты потерь и отходов древесины P_p , P_o , $P_{p.c.}$ и выход сульфатной целлюлозы по варке (Π , %) приняты по данным Л.Н. Ерофеева [1].

Стоимость 1 т целлюлозы (включая стоимость попутных полуфабрикатов) принята по данным Р.Б. Федорова, О.И. Полубояринова [4] для условий Вологодской области и насаждений соответствующего класса бонитета. Очевидно, что используемые нами ценовые значения, действовавшие ранее, не в полной мере отражают настоящую действительность. Постоянные изменения в экономике страны, несомненно, требуют корректировки стоимости целлюлозы. Однако полагаем, что в настоящее время корректно использование соотношения указанных значений, не претерпевшее существенных изменений.

Изложенные ниже результаты получены на основании исследований культур сосны и ели на территории южной подзоны тайги (Вологодская область). Культуры созданы посадкой сеянцев, первоначальная густота 3,0 тыс. шт./га. Уходы за культурами ранее не проводились.

Анализируя таксационные показатели культур (табл. 1), следует указать на преимущество сосны над елью по среднему диаметру и высоте древостоя на данном этапе онтогенеза в 1,3 и 1,4 раза соответственно. Однако за счет лучшей сохранности культур ели отмечается их преимущество в 1,2 раза по запасу стволовой древесины культивируемой породы.

На основании данных перечета деревьев и товарных таблиц для древостоев северных районов европейской части СССР [3] выполнен расчет выхода балансовой древесины в культурах сосны и ели. Результаты свидетельствуют о том, что в возрасте, близком к технической спелости на балансы, преимущество по выходу балансовой древесины в культурах ели достигает 50 м³/га (табл. 2).

Т а б л и ц а 1

**Таксационная характеристика посадок сосны и ели
(А – 48 лет, тип лесорастительных условий – кисличный)**

Номер участка	Состав	Средние		Класс бонитета	Относительная полнота	Запас, м ³ /га
		диаметр, см	высота, м			
Культуры сосны						
1А	8С	21,8	22,8	I _a	0,80	337
	2Е	14,6	14,6		0,45	94
Итого					1,25	431
1В	9С	20,3	25,0	I _a	0,65	313
	1Е	14,3	14,0		0,22	43
Итого					0,87	356
В среднем для сосны		21,1	23,9	I_a	1,06	325
Культуры ели						
2А	10Е	17,3	17,8	II	1,49	436
	Ед.С	12,0	18,3		0,02	6
Итого					1,51	442
2В	9Е	15,3	17,0	II	1,30	348
	1С	21,0	22,6		0,09	37
Итого					1,39	385
В среднем для ели		16,3	17,4	II	1,39	392

Т а б л и ц а 2

Выход балансов в средневозрастных культурах сосны и ели

Культивируемая порода	Запас древесины культивируемой породы, м ³ /га	Выход балансов	
		%	м ³ /га
Сосна	325	86	280
Ель	392	84	330

Т а б л и ц а 3

Результаты расчета балансовой продуктивности культур сосны и ели

Культуры	$P_{\text{баз}}$, кг/м ³	II, %	K	H, м ³ /т	Выход с 1 га	
					балансовой древесины, м ³	сульфатной целлюлозы, т
сосна (I _a бонитет)	365	45,04	0,929	5,78	280	48,4
ель (II бонитет)	347	49,04		5,60	330	58,9

Т а б л и ц а 4

Расчет стоимости сульфатной целлюлозы, получаемой с 1 га культур сосны и ели

Культуры	Выход целлюлозы, т/га	Стоимость целлюлозы,	
		руб./т	тыс. руб./га
сосна (I _a бонитет)	48,4	228,0	11,0
ель (II бонитет)	58,9	222,0	13,1

Расчет балансовой продуктивности древостоев сосны и ели позволяет сделать выводы о возможности получения соответственно до 48,4 и 58,9 т целлюлозы с 1 га культур. Следовательно, целевое выращивание древесины в условиях кисличного типа леса южной подзоны тайги к возрасту технической спелости на балансы позволяет в 1,2 раза

повысить выход целлюлозы с единицы лесокультурной площади в сравнении с культивированием сосны в аналогичных условиях (табл. 3).

Сделанные расчеты позволяют судить о возможности получения из деловой части стволов сосны и ели сульфатной целлюлозы общей стоимостью 11,0 и 13,1 тыс. руб. со-

ответственно. Выбор ели в конечном итоге обеспечивает получение с 1 га культур готового полуфабриката (сульфатной целлюлозы) на 20 % большей стоимости (табл. 4).

К изложенному необходимо добавить, что древесина ели отличается относительно однородным строением, что положительно влияет на процесс производства целлюлозы и повышает ее качество. Следует также учитывать меньшую смолистость еловой древесины в сравнении с сосновой, что создает приоритет в использовании ели для производства целлюлозы. Все это в конечном итоге позволяет рекомендовать ель для целевого выращивания древесного сырья на балансы за относительно короткий (50 лет) оборот рубки в рассматриваемых лесорастительных условиях.

ОСОБЕННОСТИ ПОВРЕЖДЕНИЯ СНЕГОЛОМОМ ДРЕВОСТОЕВ СОСНЫ И ЕЛИ

Д.К. НИКОЛАЕВ, *науч. сотр. Института лесоведения РАН,*

Ю.Б. ГЛАЗУНОВ, *науч. сотр. Института лесоведения РАН, канд. с.-х. наук*

dnicko@yandex.ru

Развитие лесных фитоценозов обусловлено комплексом природных факторов, которые можно разделить на две группы по характеру влияния на рост деревьев. К первой относятся свет, тепло, влага и почвенные условия, относительно предсказуемые и непрерывно, а точнее, с некоторой закономерной периодичностью действующие на растения в течение всей жизни. Вторую группу факторов можно характеризовать как природные аномалии, наступление и конкретные характеристики которых невозможно точно предсказать. Тем не менее, они могут оказывать значительное, иногда фатальное влияние на развитие биогеоценоза. К ним можно отнести лесные пожары, ветровал, бурелом, снеголом, морозные бури, вспышки размножения вредителей и др. В экстремальных случаях такие явления (например ураган) способны полностью уничтожить фитоценоз и положить начало новой сукцессии [16]. Аномальные природные факторы умеренной интенсивности зачастую объединяются эффектом стабилизирующего отбора, который отсекает крайние по проявлению основных признаков особи в

Библиографический список

1. Ерофеев, Л.Н. Нормирование расхода древесины и волокна в целлюлозно-бумажной промышленности / Л.Н. Ерофеев. – М.: Лесная пром-сть, 1971. – 158 с.
2. Лесотаксационный справочник для северо-востока европейской части СССР (нормативные материалы для Архангельской, Вологодской областей и Коми АССР). – Архангельск: Изд-во Правда Севера, 1986. – 358 с.
3. Полубояринов, О.И. Плотность древесины / О.И. Полубояринов. – М.: Лесная пром-сть, 1976. – 160 с.
4. Полубояринов, О.И. Обоснование выбора древесных пород при выращивании древесины как сырья для целлюлозно-бумажной промышленности / О.И. Полубояринов, Р.Б. Федоров // Лесоводство, лесные культуры и почвоведение. Межв. сб. научн. тр. – Л.: ЛТА, 1990. – С. 63–67.

популяции [6]. Причем, если экстремальные природные аномалии происходят относительно редко и, как правило, локализованы в определенных регионах, то такие явления, как снеговал и снеголом, широко распространены и могут неоднократно повторяться.

Повреждения снегом характерны не только для арктических и горных районов, но и для лесов умеренного климата. Они приводят как к потерям и снижению качества древесины, так и к нарушениям экологического равновесия в лесных фитоценозах [1, 4, 12, 15]. Например, в странах Евросоюза повреждение снегом ежегодно затрагивает приблизительно 4 млн м³ древесины каждый год, приводя к существенным, до нескольких сотен миллионов евро в год, экономическим потерям для лесных владельцев [12, 13].

Литературные сведения по этому вопросу зачастую противоречивы. В значительной мере это объясняется тем, что характер снеголомов и снеговалов в лесу может сильно варьировать в зависимости от погодных условий и строения древостоев. Кроме того, регулярные наблюдения за данным явлением

могут оказаться весьма затруднительными в силу непредсказуемости и спонтанности.

Известно, что значительные повреждения могут встречаться как в хвойных, так и лиственных древостоях. Наиболее подвержены снеголому молодняки и средневозрастные насаждения. Характер повреждений отдельных деревьев и древостоев снегом во многом зависит от особенностей ведения лесного хозяйства. Различия в характере слома ствола зависят от породы и возраста. Например, слом в пределах кроны типичен для ели европейской (*Picea abies* L.). У сосны обыкновенной (*Pinus silvestris* L.) и березы (*Betula* sp.) ствол может сломаться в середине кроны, ниже кроны, а также вблизи основания. Точное место слома будет зависеть от сбегса ствола, механических свойств древесины и наличия дефектов (гниль, свилеватость и т.п.). В значительной степени вероятность снеголома обусловлена формой кроны, прежде всего ее асимметричностью [4, 5, 13, 14]. В настоящее время нет отчетливого понимания степени относительного влияния этих факторов на механизм слома дерева, хотя общие тенденции и характер влияния отдельных факторов известны [4, 14].

От места, в котором происходит перелом ствола, зависят долговременные последствия повреждения. Если ствол сломался ниже кроны, дерево погибнет. При переломе в пределах живой кроны происходит потеря господства в пологе и последующее снижение приростов. Деревья, которые потеряли больше половины кроны, с высокой вероятностью будут подвержены нападению насекомых-вредителей. Это может привести к снижению темпов роста и качества древесины, насекомые могут также распространиться на неповрежденные деревья. Грибковые заболевания после снеголомов больше характерны для ели и березы, чем для сосны. Характер грибковых поражений зависит от возраста дерева, диаметра слома и размеров оставшейся кроны. Деревья, пораженные грибковыми заболеваниями после снеголомов, могут оказаться более склонными к дальнейшим повреждениям снегом и ветром [13].

По некоторым данным, снеголом наступает при накоплении снега приблизительно 50 кг/м² для хвойных пород и 25 кг/м² – для

лиственных [13]. Это очень грубые оценки, критические значения снегонакопления могут сильно варьировать в зависимости от породы, возраста, размеров дерева и пропорций ствола, а также сопутствующих погодных факторов, например, ветра. Значительные повреждения лесных насаждений снегом могут происходить и при существенно меньшем количестве осадков и накоплении снега кронами [12]. Самые благоприятные условия для накопления снега – небольшие ветры, снижающаяся температура воздуха и отсутствие солнечного освещения. Налипание снега является самым значительным при температурах ниже 0°. Большие объемы снега имеют тенденцию быстро и равномерно накапливаться на кронах при температурах в диапазоне от +0.6 до –3° С, когда размер и форма хлопьев снега являются самыми подходящими для накопления [13]. Исключительно благоприятные условия для налипания значительных масс снега создаются, когда при низкой температуре вблизи земли в верхних слоях атмосферы проходит теплое воздушное течение. В таких случаях падающий влажный снег, соприкасаясь с холодными ветвями, прочно примерзает к ним, при этом даже сильный ветер не в состоянии сбросить оледенелые снежные массы. Если при таких условиях снегопад бывает длительным, то накопление снега кронами может быть настолько значительным, что приведет к повреждению не только жердняков, но и приспевающих и спелых древостоев [4].

Многие исследователи отмечают, что повреждаемость снегом увеличивается при повышении густоты насаждения [4, 12]. Плотные насаждения лучше накапливают снег, кроме того, в густых древостоях возрастает вероятность формирования асимметричных крон. Тем не менее, есть предположения, что самыми уязвимыми для повреждения снегом являются насаждения промежуточной плотности, потому что деревья могут получить взаимную поддержку в более плотных насаждениях [13].

Лесоводственные рекомендации по предотвращению снеголома сводятся, в основном, к необходимости своевременного и равномерного изреживания молодых и средневозрастных древостоев, направленного на формирование хорошо развитых ствола и

кроны [2–4, 7, 10, 11]. Вместе с тем, есть мнение, что повышение степени устойчивости деревьев к повреждению снегом приводит к снижению товарности древесины, поскольку наиболее устойчивыми к снеголому являются деревья с сильно сбежистыми стволами и большой протяженностью кроны [14].

Некоторые авторы считают, что прежде всего снегом повреждаются лидирующие деревья, тогда как другие утверждают, что в большей степени уязвимы угнетенные деревья [4, 10, 11, 13]. Помимо слома стволов, снег может приводить также к обламыванию ветвей, что особенно характерно для ожеледи [4]. Повреждение ветвей при сильных снегопадах может быть более массовым, чем повреждения стволов и вывалы деревьев [12].

Краткий анализ публикаций свидетельствует о недостаточной изученности особенностей повреждения снегом деревьев и влияния снеголома на состояние древостоев.

14 октября 2007 г. в Можайском районе Московской области при температуре $+0,8^{\circ}$ выпало 26,8 мм осадков в виде мокрого снега, что при его налипании на ветви деревьев эквивалентно нагрузке 26,8 кг/м². Факт массового повреждения деревьев снегом установлен одним из авторов, находившимся в этот день в Порецком лесничестве Можайского района. Летние обследования насаждений в этом лесничестве показали, что снеголомом было повреждено значительное число деревьев.

Задача нашей работы – проведение сравнительного анализа влияния снеголома на деревья и насаждения сосны и ели. С этой целью на двух пробных площадях (ПП), заложенных в 67-летних культурах сосны (*Pinus silvestris* L.) (ПП 208, площадью 1,08 га) и 52-летнем ельнике (*Picea abies* L.) естественного происхождения (ПП 1М, площадью 0,36 га) выполнена инструментальная таксация всех деревьев. У всех деревьев определяли диаметр и высоту, кроме того, у поврежденных деревьев измеряли высоту сохранившейся части ствола, длину отломанной части ствола, диаметр в месте слома, ежегодный прирост в высоту на отломанной части, измеряемый по расстоянию между мутовками. Деревья, полностью утратившие крону, считались погибшими. Для характеристики состояния древостоя до снеголо-

ма все поврежденные деревья учитывались как здоровые, то есть им приписывалась высота, рассчитанная как сумма длин сохранившейся части ствола и отломанной вершины. Измерения высот проводилось высотомером Vertex III с точностью до 0,1 м, длин отломанных частей – рулеткой с точностью 1 см. Окружность деревьев на высоте 1,3 м и в местах его сломов определялась рулеткой с точностью 1 см, что эквивалентно точности определения среднего диаметра 0,3 см.

Кроме непосредственного обламывания вершин деревьев налипшим снегом отмечалось и косвенное негативное воздействие снеголома, вызванное падением отломившихся частей деревьев, что приводило к выворотам, придавливаниям, ошмыгам в их непосредственном окружении. Как правило, такие повреждения наблюдались у деревьев второго яруса и встречались значительно реже, чем непосредственное обламывание вершин снегом. В целом повреждение деревьев второго яруса было незначительным и составило менее 3 % от общего количества деревьев яруса. Поэтому при дальнейшем анализе нами учитывались только характеристики первых ярусов древостоев и их изменение в результате повреждения снегом.

Средние таксационные показатели первых ярусов насаждений до снеголома, а также характеристики совокупности поврежденных и неповрежденных деревьев приводятся в табл. 1. Оба насаждения отличаются высокой производительностью, при этом еловый древостой превосходит сосновый как по бонитету, так и по полноте. Запасы первого яруса до снеголома составили 439 м³/га на ПП 208 и 552 м³/га на ПП 1М, число деревьев – соответственно 600 и 1341 экз/га. В результате снеголома запас соснового древостоя снизился на 9,3 %, а количество деревьев в насаждении – на 11,5 %. Для ельника это снижение составило 15,6 % и 14,5 % соответственно. Средний объем поврежденного дерева в сосняке составил 0,601 м³ и уступал среднему объему дерева в неповрежденном насаждении. Напротив, в ельнике средний объем поврежденных деревьев составил 0,445 м³ и заметно превосходил таковой до снеголома – 0,412 м³.

Т а б л и ц а 1

Характеристики насаждений до повреждения снеголомом

ПП	Ярус	Возраст	Порода, состав	Число стволов, экз./Га ⁻¹	Диаметр, см	Высота, м	Запас, м ³	Бонитет
208	1	67	89 С	600	28,7	26,8	446	Ia
		60–70	4 Е	20	33,4	25,5	21	Ia
		60–70	7 Б	44	24,5	26,6	33	Ia
			Итого	664			500	
	2	30–60	96 Е	1019	10,8	10,3	56	II
		40	2 Б	20	9,6	12,7	1	III
		40	2 Яс	35	10	9,5	1	III
		40		4	13,4	11,7	–	III
		Итого	1078			58		
	Всего			1642			658	
1М	1	50–55	100 Е	1341	21,6	23,8	552	Iб
	2	50–55	100 Е	251	10,9	12,7	15	II
	Всего			1592			567	

Т а б л и ц а 2

Характеристики поврежденных снеголомом деревьев в первом ярусе древостоев

Характеристики повреждений деревьев	Сосна	Ель
1. Высота места слома ствола (h)		
– средняя (h_{cp}), м	16,5	20,2
– диапазон ($h_{min} - h_{max}$), м	3,5–25,1	15,4–23,5
– относительная (h_{cp} / H_n)	0,60	0,81
2. Длина отломанной части ствола (l)		
– средняя (l_{cp}), м	10,8	4,6
– диапазон ($l_{min} - l_{max}$), м	3,5–20,5	2,0–8,5
– относительно высоты полога (l_{cp} / H_n)	0,4	0,2
– относительно длины кроны (l_{cp} / L)	1,6	0,4
3. Диаметр ствола в месте его слома (d)		
– средний (d_{cp}), см	13,3	7,0
– диапазон ($d_{max} - d_{min}$), см	3,8–21,0	3,2–12,7
4. Общий сбег поврежденных деревьев ($s_1 = D / H$)		
– средний (s_{1cp})	0,94	0,92
– диапазон ($s_{1min} - s_{1max}$)	0,72–1,27	0,65–1,25
5. Сбег отломанной части ствола ($s_2 = d / l$)		
– средний (s_{2cp})	1,32	1,65
– диапазон ($s_{2min} - s_{2max}$)	0,85–2,35	1,18–2,10
6. Сбег неповрежденной части ствола ($s_3 = (D - d) / h$)		
– средний (s_{3cp})	0,72	0,76
– диапазон ($s_{3min} - s_{3max}$)	0,41–1,59	0,49–1,18
7. Период роста отломанной части ствола (a)		
– средний (a_{cp}), лет	30	12
– диапазон ($a_{min} - a_{max}$), лет	13–50	6–22
8. Среднепериодический прирост в высоту отломанной части ствола (Z_h)		
– средний (Z_{hcp}), см·год ⁻¹	30,8	37,6
– диапазон ($Z_{hmin} - Z_{hmax}$), см·год ⁻¹	18,7 – 38,2	27,5–48,5

Примечание: D – диаметр, см; H – высота, м; $L_{кр}$ – длина кроны, измеренные у поврежденных деревьев; H_n – средняя высота 1 яруса, остальные обозначения приведены в тексте таблицы.

Полнота неповрежденной части древостоя оказалась значительно меньшей, чем полнота обоих насаждений до снеголома.

Вместе с тем необходимо отметить, что значительная часть повреждений не приводит к гибели, в особенности ели.

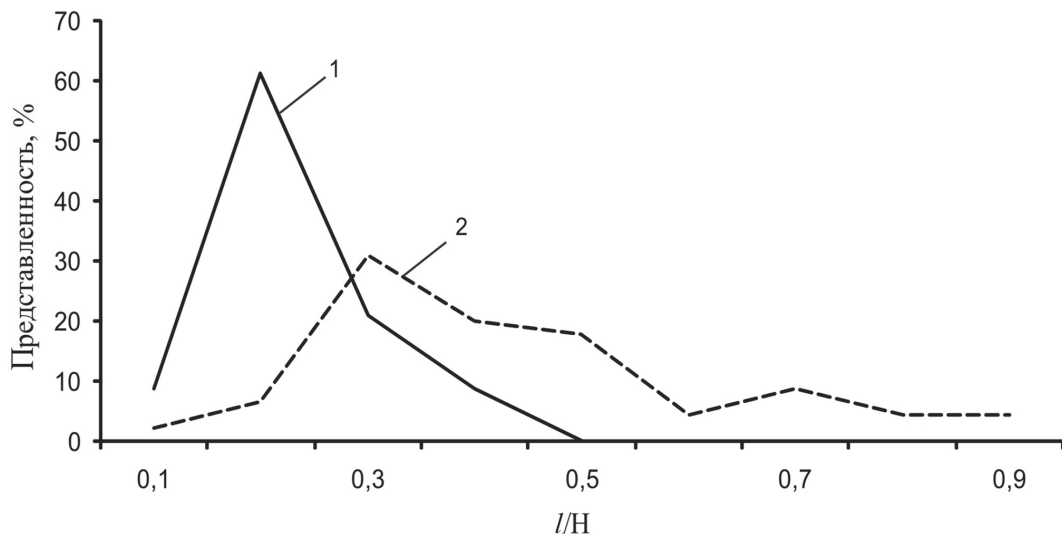


Рис. 1. Распределение деревьев ели (1) и сосны (2) по относительной длине отлома l/H , где l – длина отломанной части ствола, H – высота дерева

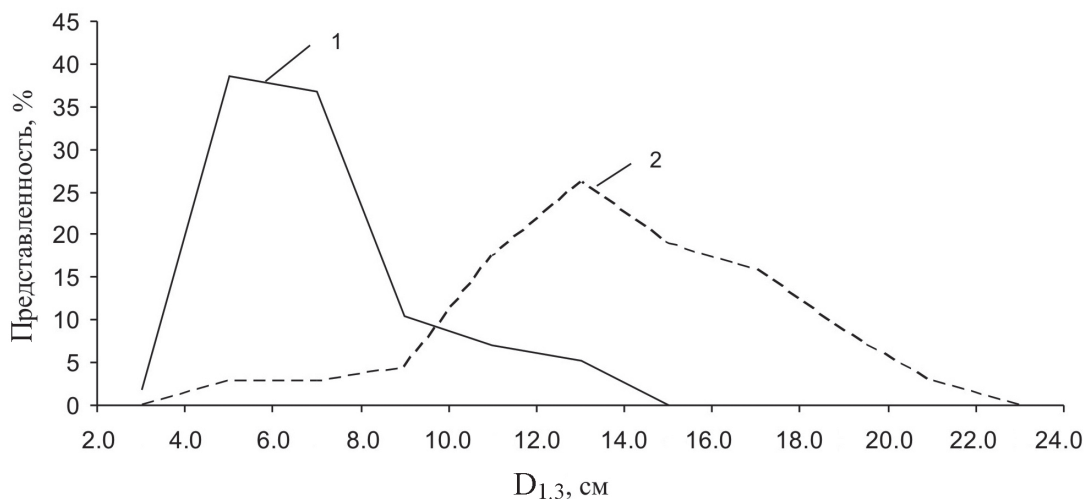


Рис. 2. Распределение деревьев ели (1) и сосны (2) по диаметрам в месте слома (d).

Характер повреждений деревьев сосны и ели существенно различается. У сосны, по большей части, слом ствола происходит ниже кроны, что приводит к гибели деревьев. Так, из 69 поврежденных деревьев сосны у 56 деревьев (81 %) обламывание ствола произошло ниже кроны, что привело к гибели этих деревьев, в то время как ни одно из поврежденных деревьев ели не утратило крону полностью. Длина отломанной части ствола (l) у сосны в среднем равна 10,8 м, тогда как у ели – 4,6 м. Высота оставшейся после снеголома части ствола (h) у сосны равна 16,5 м, а у ели 20,2 м (табл. 2), притом что средняя высота неповрежденного соснового древостоя была значительно большей, чем у елового, и составила соответственно 27,7 и 21,6 м

(табл. 1). В среднем у сосны длина отломанной части ствола превосходила длину кроны в 1,6 раза, тогда как у ели она составила 40 % от длины кроны. Диапазоны изменений l и h были значительными. Для сосны они составили соответственно 3,5–20,5 м и 3,5–25,1 м, а для ели 2,0–8,5 и 15,4–23,5. Отношение длины отломанной части ствола (l) к высоте древесного полога (H д) в среднем у ели составило 0,2, а у сосны – 0,4. Диапазон изменения относительной длины отлома (l/H) у сосны почти в два раза превосходит таковой у ели, то есть встречались случаи обламывания ствола дерева ближе к комлю (рис. 1). Можно отметить, что чаще всего это связано с наличием пороков ствола (сухобочины, боковые гнили и т.п.).

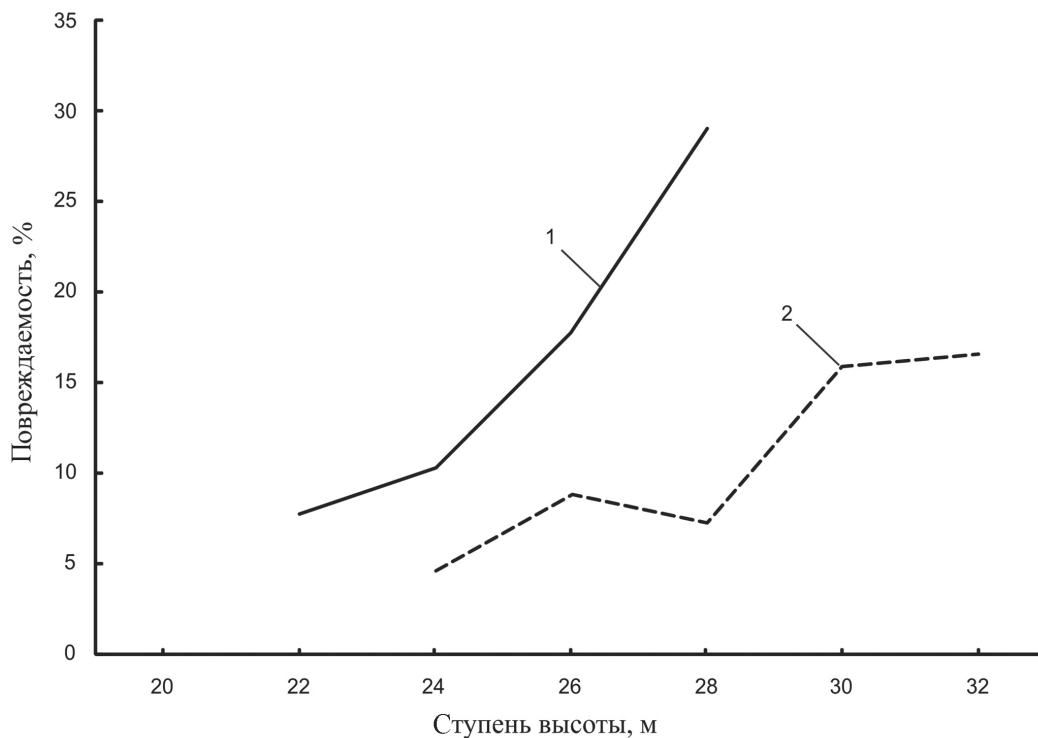


Рис. 3. Повреждаемость деревьев ели (1) и сосны (2) по ступеням высоты

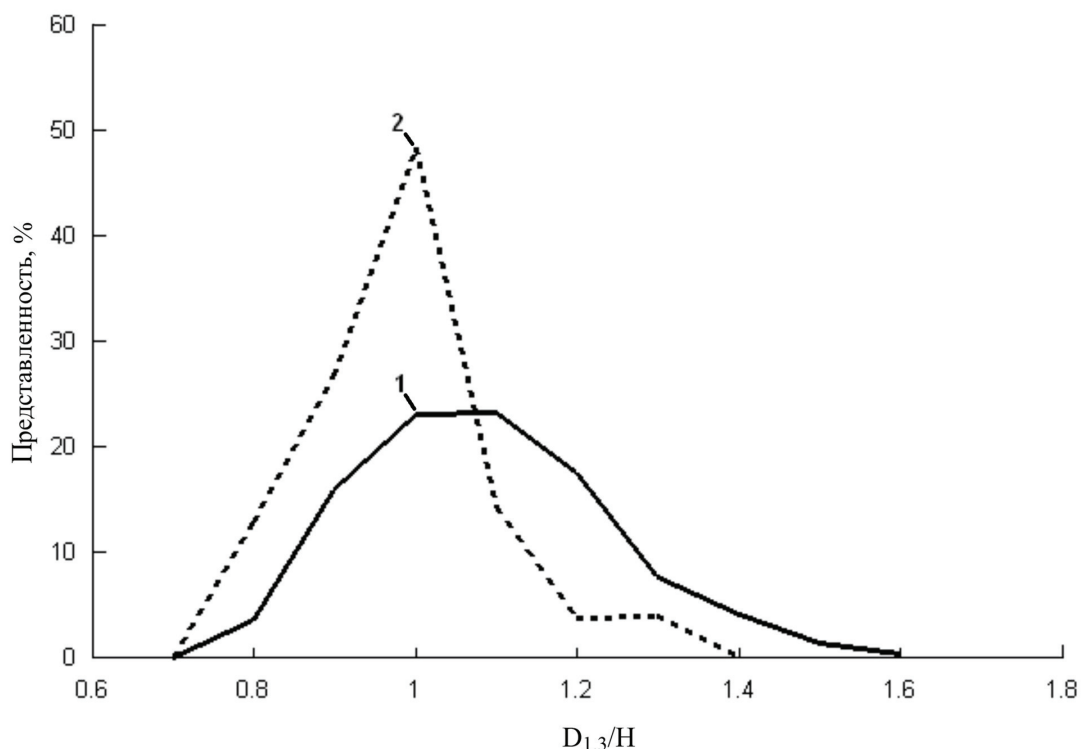


Рис. 4. Распределение деревьев сосны по отношению $D_{1,3}/H$: 1 – все деревья, 2 – поврежденные

Сосна и ель заметно различаются по распределению поврежденных деревьев по диаметрам в местах слома (рис. 2). В среднем этот показатель у сосны равен 13,3 см, а у ели – 7,0 см (табл. 2). При этом вариабельность диаметра в месте слома у сосны существенно

выше, что соответствует большему диапазону длины отломанной части ствола. Очевидно, что ствол дерева ломается в точке, где поперечная нагрузка, вызванная изгибом, уравнивается с прочностью древесины на изгиб. Этот процесс обусловлен многими фактора-

ми: размером и формой кроны, формой ствола, физико-механическими свойствами древесины, которые, в свою очередь, зависят от породы, величины приростов, распределения ядра и заболони, а также наличия повреждений [14]. Можно предполагать, что участки ствола ели с диаметром 6–8 см и сосны – с диаметром 11–15 см наименее устойчивы к поперечным нагрузкам и при этих диаметрах наблюдается наименьшее соотношение механической прочности ствола и действующего на него со стороны кроны изгибающего момента.

Средние таксационные показатели совокупности поврежденных елей выше, чем в целом по насаждению до снеголома (табл. 1, 2), при этом доля поврежденных деревьев ели (по количеству) увеличивается с высотой и для самых высоких деревьев достигает 28 % (рис. 3).

На рис. 3 представлен процент повреждаемости деревьев сосны и ели по ступеням высоты. Видно, чем выше ель, тем в большей степени она повреждается снеголомом. У сосны также отмечается рост повреждаемости с высотой, однако эта тенденция выражена слабее. Отметим, однако, что средняя высота поврежденных сосен несколько превышает высоту в целом по древостою, при меньшем среднем диаметре (табл. 1). Это свидетельствует о том, что повреждаются не просто высокие, а относительно тонкие сосны. Распределение соотношения диаметра ствола на высоте 1.3 м к общей высоте дерева до его повреждения снеголомом в целом характеризуется довольно широким диапазоном с максимумом в районе величин 1,0–1,1 (рис. 4). Однако в поврежденной части древостоя диапазон распределения деревьев по отношению $D_{1.3}/H$ существенно уже и максимум его смещен в сторону меньших величин, то есть повреждаются деревья с меньшим сбегом ствола. Для ели такой закономерности не отмечено.

Таким образом, характер повреждений сосны и ели существенно различается. Сосна повреждается преимущественно летально. Повреждения ели не летальны, но им подвержены наиболее развитые особи, занимавшие ранее лидирующее положение в древостое.

Возраст ствола в месте слома составлял у сосны в среднем 30 лет, у ели – 12 лет. Сохранившие жизнеспособность поврежденные ели теряли прирост последних 12 лет – наиболее активную и продуцирующую часть ассимиляционного аппарата, что неизбежно должно сказаться на дальнейшем росте поврежденных деревьев не только в высоту, но и по диаметру. При этом следует учитывать, что в приствольной части ели в местах сломов при возрасте 10–12 лет нет живых почек. Восстановление верхушечного побега возможно только за счет его формирования из одной или нескольких боковых ветвей дерева, ближайших к месту слома ствола. Это неизбежно приведет к кривоствольности, вильчатости и лирообразности. Кроме того, процесс формирования верхушечного побега за счет трансформации боковой ветви займет несколько лет, на протяжении которых поврежденное дерево не будет прирастать в высоту.

Следовательно, повреждение деревьев снегом приведет к существенному изменению пространственной структуры насаждения и светового режима под пологом верхнего яруса как в сосняках, так и в ельниках. В дальнейшем эти изменения могут еще усиливаться под влиянием вторичных факторов, таких как массовое размножение насекомых-вредителей. В частности, снижение сомкнутости верхнего полога и увеличение освещенности нижних ярусов древостоя приведет к заметному увеличению приростов подроста, тогда как приросты деревьев верхнего яруса снижаются из-за повреждения крон [9].

В районе проведения исследований природные аномалии умеренной интенсивности нельзя отнести к исключительным явлениям. Например, в 1987 г. здесь также наблюдался сильный снеголом, приведший к заметным изменениям в структуре лесных насаждений [8], а в 1998 г. к аналогичным по масштабам последствиям привел ураган (точнее штормовой ветер). Указанные явления, несмотря на их редкость, существенно влияют на сукцессии лесных биогеоценозов, вследствие чего их необходимо изучать и учитывать при ведении лесного хозяйства.

Встречающиеся в лесоводственной литературе рекомендации по изреживанию

молодых и средневозрастных древостоев с целью повышения их устойчивости к снеговому наму представляются практически неосуществимыми, во всяком случае для эксплуатационных лесов. Во-первых, формирование более сбежистых стволов деревьев не гарантирует от наступления снеголома, хотя при прочих равных условиях, может несколько смягчить его последствия. Во-вторых, подобная практика будет противоречить основным целям промышленного лесовыращивания, к которым относится получение высококачественных сортиментов, следовательно, малосбежистых и хорошо очищенных от сучьев. Разреживание насаждений с целью обеспечения их большей устойчивости к климатическим аномалиям возможно для лесов первой группы, относящихся к категориям защитности, не предполагающих рубки главного пользования.

На наш взгляд, в большинстве случаев можно рекомендовать лесоводственные мероприятия, направленные на ликвидацию негативных последствий снеголома. К ним следует отнести обязательную уборку захлаленности с целью понижения пожарной опасности и предотвращения вспышек массового размножения насекомых-вредителей, а также вырубку поврежденных деревьев. Прежде всего необходимо убирать погибшие деревья. В высокополнотных насаждениях целесообразно вырубать все сильно поврежденные деревья, в том числе и такие, которые сохранили жизнеспособность. Деревья с сильно поврежденной кроной навсегда теряют лидерство в насаждении и переходят в категорию отстающих в росте. Однако, поскольку прежде всего повреждаются лидирующие деревья с хорошо развитой кроной и корневой системой, они в течение долгого времени будут существенно ограничивать рост неповрежденной части древостоя, препятствуя формированию новых лидеров. Своевременная рубка поврежденных при снеголоме деревьев позволит также предотвратить потери древесины, которые, как показали наши исследования, могут быть значительными.

В любом случае при назначении лесохозяйственных мероприятий необходимо руководствоваться целевым назначением лесов.

Выводы

1. Деревья сосны обыкновенной (*Pinus silvestris* L.) и ели европейской (*Picea abies* L.) по-разному повреждаются снегом. У сосны ствол, как правило, обламывается ниже кроны, что приводит к гибели дерева. Для ели характерно обламывание ствола в пределах кроны, при этом теряется прирост последних 12–15 лет, однако дерево сохраняет жизнеспособность.

2. Различия в характере повреждений обусловлены прежде всего различием в строении крон деревьев. При этом для сосны принципиальное значение имеет сбеж ствола, характеризующийся отношением D/H: чем оно меньше, тем выше вероятность повреждения дерева. Для ели данный показатель принципиального значения не имеет, независимо от его величины чаще повреждаются лидирующие деревья.

3. В исследованных нами насаждениях были повреждены, в основном, деревья первого яруса. Количество поврежденных деревьев второго яруса было крайне незначительным.

4. Снеголом может затронуть значительную часть деревьев в насаждении. При этом изменяется пространственная структура и световой режим насаждения. Эти изменения могут впоследствии усиливаться под влиянием вторичных факторов, например вспышки размножения насекомых-вредителей.

5. В эксплуатационных лесах разреживание насаждений с целью повышения их устойчивости к снеголомам нецелесообразно, поскольку это приведет к снижению производительности древостоев и снижению качества древесины. Подобные меры возможны в лесах таких категорий защитности, которые не предполагают рубки главного пользования.

6. После снеголома необходимо проводить уборку захлаленности и рубку сильно поврежденных деревьев. В высокополнотных древостоях необходимо вырубать все сильно поврежденные деревья, в том числе сохранившие жизнеспособность.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (08-04-00124)

Библиографический список

1. Белов, С.В. Лесоводство / С.В. Белов. – М.: Лесная пром-сть, 1983. – 351 с.
2. Гаврилов, Б.И. Об устойчивости сосновых насаждений против снеголома и ожеледи / Б.И. Гаврилов // Лесной журнал. – 1969. – № 2. – С. 33–35.
3. Гринченко, В.В. Снеголом в сосновых культурах, пройденных рубками ухода по линейной технологии / В.В. Гринченко // Лесное хозяйство. – 1984. – № 3. – С. 29–32.
4. Давыдов, А.В. О снеговале и снеголоме в ельниках. Повреждение леса снегом и меры борьбы против вредного действия снежных навалов / А.В. Давыдов. – Л.: Кубуч, 1932. – 50 с.
5. Жежкун, А.Н. Повреждение березовых насаждений навалами снега / А.Н. Жежкун // Изв. вузов. Лес. журнал. – 2003. – № 5. – С. 36–43.
6. Лузганов, А.Г. Периодически действующие факторы как возможная причина флуктуаций интенсивности естественного отбора: Непрерыв. экол. образование / А.Г. Лузганов, Л.В. Буряк. – Красноярск, 1998. – С. 150–152.
7. Мелехов, И.С. Лесоведение / И.С. Мелехов. – М.: Лесная пром-сть, 1980. – 406 с.
8. Метеорологический ежемесячник. – Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, Ноябрь 1977. – Вып. 8. – Ч. II. – № 11.
9. Николаев, Д.К. Влияние снеголома на сопряженный рост культур сосны и естественного возобновления ели под их пологом / Д.К. Николаев, Д.Е. Румянцев // Строение, свойства и качество древесины – 2004 / СПб гос. лесотехн. акад., 2004. – Т. 1. – С. 93–95.
10. Рыжило, Л.Е. Повреждение ельников Карпат навалом снега / Л.Е. Рыжило // Лесоводство и агролесомелиорация. – 1972. – Вып. 31. – С. 72–77.
11. Староверов, Ю.В. Повреждение культур сосны снеголомом / Ю.В. Староверов, П.П. Попов // Лесное хозяйство. – 1983. – № 11. – С. 33–35.
12. Jiao-jun Zhu, Xiu-fen Li, Zu-gen Liu, Wei Cao, Gonda Y., Matsuzaki T. Factors affecting the snow and wind induced damage of a montane secondary forest in northeastern China // Silva fenn., 2006, Vol. 40, N 1. – P. 37–51.
13. Nykanen, M.L., Peltola, H., Quine, C., Kellomaki, S., Broadgate, M. Factors affecting snow damage of trees with particular reference to European conditions. // Silva Fennica, 1997, Vol. 31, N 2. – P. 193–213.
14. Petty, J.A. & Worrell, R. Stability of coniferous tree stems in relation to damage by snow. Forestry, 1981, Vol. 54, N 2. – P. 115–128.
15. Solantie, R. Effects of weather and climatological background on snow damage of forest in southern Finland in November 1991 // Silva Fenn., 1994. Vol. 28. – P. 203–211.
16. Whittaker R.H., 1975, Communities and ecosystems (2nd ed.), New York, Macmillan, 385 pp.

ДИНАМИКА РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ДОЛИН МАЛЫХ РЕК В РЕЗУЛЬТАТЕ СТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БОБРОВ

А.А. АЛЕЙНИКОВ, *асп. Центра по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН*

aaacastor@gmail.com

Всвязи с восстановлением бобров на большей части ареала появилось много работ, посвященных оценке его средообразующей деятельности [3–6, 8–10]. Однако дальнейшее развитие представлений о роли этих животных в преобразовании растительного покрова долин малых рек сдерживается из-за недостатка работ, количественно оценивающих эти процессы.

Цель работы – дать количественную оценку изменений растительного покрова днища долины модельного водотока в процессе восстановления популяции бобров на территории заповедника «Брянский лес».

Материалы и методы

На территории заповедника «Брянский лес» выбран модельный участок – днище доли-

ны малой реки Скютянка. Это река 4-го порядка протяженностью около 8 км, ширина русла – 1,0–1,5 м, площадь долины – 76 га. Исток реки – низинные болота у подножия морено-зандровых образований. Питание реки – смешанное. До восстановления популяции бобра европейского на территории заповедника растительный покров долины р. Скютянка был представлен влажными и свежими березняками, осинниками и черноольшаниками. Первые поселения бобров в заповеднике обнаружены в 1992 г. [7]. В 2004 г. описан и закартирован (с помощью GPS-прибора) 21 участок днища долины реки, преобразованный бобрами; разработана типология стадий развития участков и определены размеры и стадия развития каждого участка. Данные обработаны с помощью программ ArcGIS 9.3 и MapInfo Professional 8.5. Состояние каждого

участка повторно оценено в 2008 г. дистанционными методами с использованием космических снимков высокого разрешения ALOS/PRISM (панхроматический, пространственное разрешение 2,5 м) и ALOS/AVNIR (мульти-спектральный, пространственное разрешение 10 м); дата съемки – 13.07.2008 г. Визуальное дешифрирование этих снимков позволило оценить состояние растительного покрова долины р. Скутянка в 2008 г. Для оценки таксационных показателей участков, преобразованных бобрами, использованы материалы лесоустройства 1989 и 2004 гг. и собственные описания древесной растительности.

Результаты и обсуждение

Формирование участков растительного покрова разных типов в результате строительной деятельности бобров

Выделены участки растительности четырех типов (рис. 1), которые представляют собой разные стадии изменения растительного покрова, формирующегося в результате постройки плотин и их последующего разрушения после перемещения бобров на другие участки [2]. Участки растительного покрова развиваются по-разному в зависимости от высоты плотин и рельефа местности. При высоте плотин от 0,5 до 1,5 м уровень воды поднимается выше поверхности земли и затопливает днище

долины. В результате затопленный участок проходит последовательно стадии затопленного леса, пруда, болота травяного и болота лесного. При высоте плотин менее 0,5 м уровень воды поднимается незначительно, и в результате формируются заболоченные леса.

Затопленные леса (стадия 1а) формируются сразу после возведения бобрами плотины. Древесный ярус некоторое время (1–2 года) сохраняется, но его состояние постоянно ухудшается. Подрост деревьев всех видов погибает. В эти же годы одновременно формируются обводненные сообщества двух ассоциаций: сначала черноольшаник разнотравный, а затем черноольшаник рясково-тростниковый с преобладанием в сообществах водных и нитрофильных видов. Продолжительность стадии – до 5 лет.

После гибели древостоя формируется *пруд* (стадия 2) с водными и прибрежно-водными растениями. Длительность стадии определяется временем поддержания бобрами плотины в рабочем состоянии и составляет на исследованной территории около 5 лет.

После разрушения плотины пруд мелеет, наступает стадия *болота травяного* (стадия 3). На этой стадии формируется сообщество с доминированием водно-болотных, нитрофильных и влажнолуговых видов. Длительность стадии 3–5 лет.



Рис. 1. Схема стадий развития растительного покрова на участках, преобразованных бобрами. Пояснения к рисунку: 1–4 – стадии развития, стрелки показывают направление изменений. Сплошная – наблюдаемые смены стадий, пунктирная – вероятные

**Изменение растительного покрова долины р. Скютянка с 1989 по 2008 г.
в результате строительной деятельности бобров**

Показатели	До воздействия бобров		После воздействия бобров			
	1989 г.		2004 г.		2008 г.	
	площадь		площадь		площадь	
	га	%	Га	%	га	%
Общая площадь днища долины	76,0	100,0	76,0	100,0	76,0	100,0
Территории, не преобразованные бобрами	76,0	100,0	37,1	48,8	37,1	48,8
Территории, преобразованные бобрами, в том числе по стадиям:	–	–	38,9	51,2	38,9	51,2
1а) затопленные леса	–	–	3,9	5,1	–	–
1б) заболоченные леса	–	–	5,9	7,8	5,9	7,8
2) пруды	–	–	9,1	12,0	5,4	7,1
3) травяные болота	–	–	20,0	26,3	7,6	10,0
4) болота с подростом деревьев и кустарниками	–	–	–	–	20,0	26,3

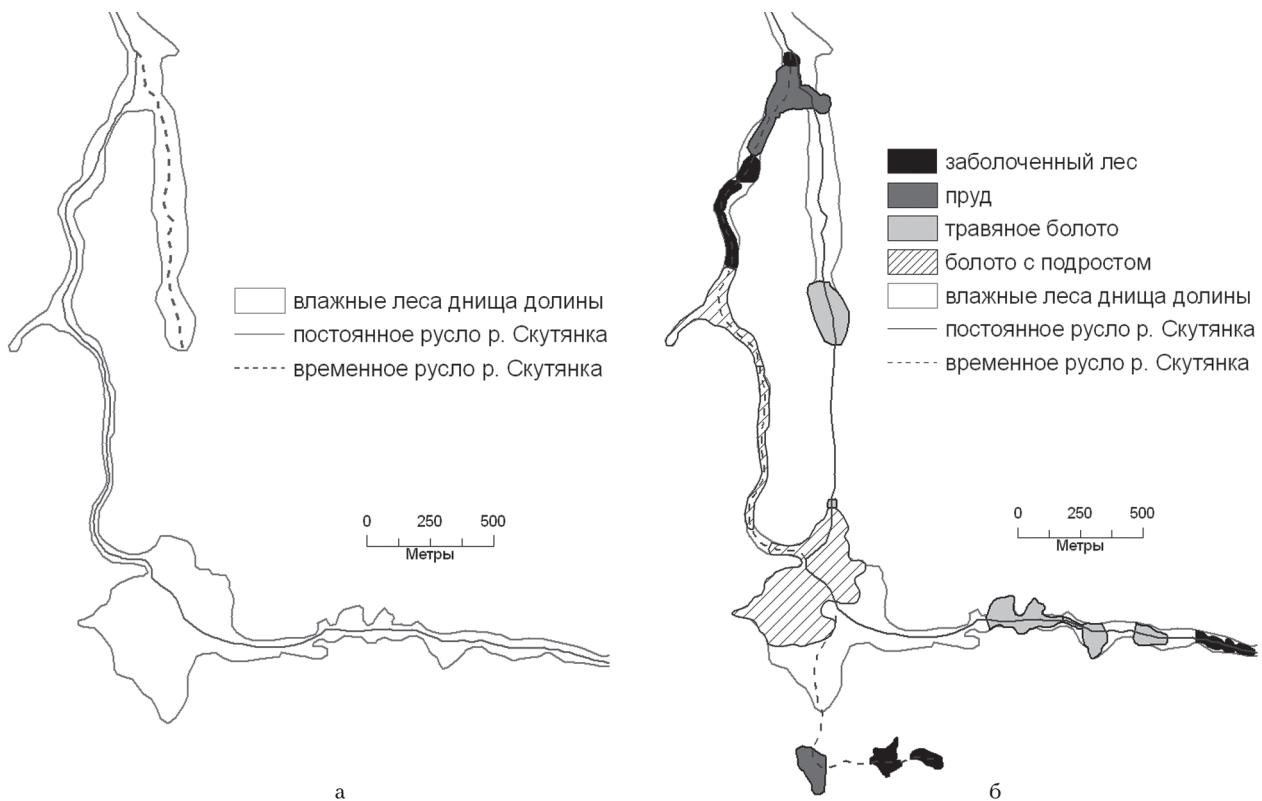


Рис. 2. Растительный покров днища долины реки Скютянка, до преобразования бобрами в 1989 г. (а) и после преобразования бобрами в 2008 г. (б)

Постепенное осушение этих участков позволяет возобновляться деревьям и кустарникам, и наступает *стадия болота с подростом деревьев и кустарниками* (стадия 4). В травяном покрове преобладают виды трав, характерные для предыдущей стадии, но начинает восстанавливаться кустарниковая (ивы серая и пятитычинковая) и древесная (ольха черная, береза пушистая, осина) растительность. По мере формирования древесного

яруса на месте этих болот образуются леса влажных (мокрых) типов лесорастительных условий. Длительность этой стадии определяется временем формирования древесного яруса и составляет около 40–50 лет. Для более точного определения возраста необходимы дальнейшие исследования и мониторинг.

Стадия заболоченного леса (1б) наступает в случае, если плотина невысока и не способна поднять уровень воды выше

поверхности земли, или высокая, но уже разрушенная плотина все-таки продолжает подтапливать территорию. На исследуемой территории для этой стадии характерны сообщества черноольшаника крапивного и тростникового. Особенность стадии заболоченного леса в том, что она, вероятно, может длиться много дольше других стадий. Далее возможны два варианта: либо участок дренируется, либо очередное заселение поднимает уровень воды, и наступает стадия затопленного леса.

Изменение растительного покрова долины р. Скютянка с 1989 по 2008 год

В 1989 г. по таксационным материалам в долине р. Скютянка отсутствовали участки, преобразованные бобрами. Днище долины было полностью покрыто лесной растительностью (рис. 2а, таблица): осиново-березовыми и черноольховыми лесами влажных типов лесорастительных условий.

В 2004 г. на р. Скютянка обнаружены 2 жилых поселения с общей численностью животных до 8 особей [1]; значительная часть днища долины р. Скютянка (51,2 % площади) ими преобразована (таблица). На днище долины реки был выявлен и описан 21 участок, преобразованный бобрами. Минимальная площадь участков – 0,1 га, максимальная – 14,5 га, средняя площадь участка – 1,9 га. Большую часть участков составляют комплексы – системы участков, примыкающих друг к другу и находящихся на разных стадиях развития. После истощения кормовых ресурсов бобры переходят на другой участок, плотина начинает разрушаться. В среднем такое перемещение происходит 1 раз в 3–5 лет. Такая «переложная система» использования территории привела к тому, что на момент исследования уже существовали участки, возникшие в разное время с растительным покровом разных стадий развития. Активная деятельность бобров – причина очень быстрого освоения территории, поэтому уже через 10–15 лет растительный покров на днище долины преобразован, и лесная растительность на некоторых участках сменилась водной и болотной.

В 2004 г. на днище долины реки уже были представлены участки, находящиеся на трех стадиях развития. Небольшую относительную площадь прудов (12,0 %) и за-

топленных лесов (5,1 %) можно объяснить низкой численностью бобров. Преобладание травяных болот (26,3 %) показывает, что поселения возникли несколько лет назад и бобры уже успели освоить эти участки и перебраться на другие. И, наоборот, отсутствие лесных болот – признак короткого времени существования поселений.

По таксационным описаниям, на не преобразованной части днища достаточно кормовых ресурсов для обитания бобров, поэтому при увеличении численности они смогут освоить и эту часть долины.

Визуальное дешифрирование космоснимков 2008 г. показало: в период с 2004 по 2008 год новые поселения не появились, поэтому площадь территории, преобразованной бобрами, не изменились. Одновременно часть прудов обмелела (их площадь сократилась с 12,0 % до 7,1 %). Число бобров сократилось, и плотины стало ремонтировать некому. Водная растительность на участках с обмелевшими прудами сменилась травяно-болотной, большая часть травяных болот превратилась в лесные болота. Площадь участков с заболоченным лесом не изменилась, что, видимо, связано со стабилизацией их гидрологического режима (рис. 2б).

Заключение

Оценка изменений растительного покрова днища долины модельного водотока показала, что за 12 лет (с 1992 по 2004 г.) он существенно изменился. В результате строительной деятельности бобров появились принципиально новые типы сообществ: водные и болотные, а площади лесных сократилась в 2 раза. Замедление освоения днища долины и перераспределение долей участков, находящихся на разных стадиях развития, связано с сокращением численности бобров на этом водотоке. Учитывая общие тенденции динамики населения этого вида, можно предположить, что освоение днища долины будет продолжаться. Полное освоение бобрами днища долины реки значительно повысит гетерогенность растительного покрова и уровень биоразнообразия в целом. Мониторинг средопреобразующей деятельности бобра на территории заповедника позволит оценить

роль бобров в создании и поддержании гидроморфных ландшафтов.

Библиографический список

1. Алейников, А.А. Современное состояние популяции бобра европейского в заповеднике «Брянский лес» и его охранной зоне / А.А. Алейников // Изучение и охрана биологического разнообразия в Брянском заповеднике «Брянский лес» и его охранной зоне. Материалы по ведению Красной книги Брянской обл. – Трубчевск, 2006. – Вып. 2. – С. 101–107.
2. Алейников, А.А. Современное состояние популяции бобра европейского и его средообразующая деятельность в заповеднике «Брянский лес» и его охранной зоне / А.А. Алейников // Динамика популяций охотничьих животных Северной Европы: Мат. IV межд. симп. Петрозаводск, Карелия, 18–22 сент. 2006 г. – Петрозаводск, 2007. – С. 16–23.
3. Данилов, П.И. Охотничьи звери Карелии: экология, ресурсы, управление, охрана / П.И. Данилов. – М.: Наука, 2005. – С. 64–95.
4. Завьялов, Н.А. Влияние речного бобра на экосистемы малых рек / Н.А. Завьялов [и др.]. – М.: Наука, 2005. – 186 с.
5. Завьялов, Н.А. Динамика численности и средообразующая деятельность речного бобра в Дарвинском заповеднике: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Завьялов Николай Александрович. – М., 1999. – 25 с.
6. Смирнова, О.В. Современная зональность Восточной Европы как результат природного и антропогенного преобразования позднеплейстоценового комплекса ключевых видов / О.В. Смирнова и др. // Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность. – М.: Наука, 2004. – Т. 1. – С. 134–147.
7. Шварц, Е.А. Изучение популяций мелких и околоводных млекопитающих территории заповедника «Брянский лес» и его охранной зоны. / Е.А. Шварц, В.В. Смирнов, О.А. Хейфец // Отчет по договору № 92-01-010. – М., 1992. 45 с.
8. Dams J. R., Barnes J. A., Ward G. E., Leak D. V., Dolloff C. A. Beaver impact on timber on the Chauga River Drainage in South Carolina / Proc. East Wild. Damage Mgmt. Conf. 1997. Vol. 7, P. 177–186.
9. Donkor N. T., Fryxell J. M. Impact of beaver foraging on structure of lowland boreal forests of Algonquin Provincial Park, Ontario // Forest Ecology and Management. 1999. Vol. 118, P. 83–92.
10. Wright J. P., Jones C. G., Flecker A. S. An ecosystem engineer, the beaver, increases species richness and the landscape scale // Oecologia. 2002. V. 132. P. 96–101.

ОСОБЕННОСТИ ОНТОГЕНЕЗА *PICEA AJANENSIS* (LINDL. ET GORD.) FISCH. EX CARR. В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГОРНОГО ПОЯСА ЮЖНОГО СИХОТЭ-АЛИНЯ

О.Н. УХВАТКИНА, Биолого-почвенный институт ДВО РАН, канд. биол. наук,
Т.А. КОМАРОВА, Биолого-почвенный институт ДВО РАН, д-р биол. наук,
А.Д. ТРОФИМОВА, асп. Российского государственного педагогического университета им.
А.И. Герцена

ibss@eastnet.febras.ru

К настоящему времени изучены возрастные состояния у сотен цветковых, папоротникообразных и голосеменных растений. Онтогенез и возрастные состояния у древесных видов анализировали многие исследователи [1, 2, 3, 10]. Однако онтогенез и возрастной состав ценопопуляций дальневосточных видов деревьев остались еще неизученными. В работе впервые проводится описание онтогенеза *P. ajanensis* на основе возрастной периодизации растений, разработанной Т.А. Работновым (1950) и дополненной А.А. Урановым (1967) и его учениками.

P. ajanensis – основной лесообразователь пихтово-еловых лесов Дальнего Востока – распространена на Российском Дальнем

Востоке и за пределами России (северо-восточный Китай, п-ов Корея, Япония). К настоящему времени накоплен большой фактический материал по вопросам распространения *P. ajanensis*, биологии и экологии [5], морфологического строения вегетативных и генеративных органов [6, 7], строения, динамики и классификации лесов, образуемых *P. ajanensis* [5, 9].

Задача исследования – охарактеризовать отдельные возрастные состояния растений *P. ajanensis*, произрастающих в сомкнутых лесных насаждениях, гарях и вырубках широколиственно-кедровых и кедрово-темнохвойных лесов среднегорного пояса южного Сихотэ-Алиня.

Морфологические показатели *P. ajanensis*

Возраст- ное состояние	Абсо- лютный возраст, лет	Диаметр основания ствола, см	Диаметр на 1,3 м, см	Высота, м				Протяжен- ность кроны, %
				общая	до 1-ой сухой ветви	до 1-ой живой ветви	начала кроны	
<i>j</i> *	<u>6</u> 8–5	<u>0,1</u> 0,1–0,2	–	<u>0,08</u> 0,04–0,11	–	–	–	–
<i>im</i> ₁	<u>13</u> 5–24	<u>0,5</u> 0,1–1,5	–	<u>0,24</u> 0,09–0,52	<u>0,05</u> 0,01–0,13	<u>0,08</u> 0,02–0,25	<u>0,12</u> 0,07–0,30	<u>49</u> 16–94
<i>im</i> ₂	<u>24</u> 15–58	<u>2,0</u> 0,7–3,7	<u>1,2</u> 0,6–2,0	<u>1,03</u> 0,41–2,0	<u>0,17</u> 0,04–0,30	<u>0,49</u> 0,06–1,20	<u>0,55</u> 0,14–1,20	<u>46</u> 6–76
<i>im</i> ₃	<u>35</u> 20–75	<u>4</u> 1–6	<u>3</u> 1–4	<u>2,4</u> 1,8–3,0	<u>0,32</u> 0,14–1,8	<u>1,15</u> 0,55–2,00	<u>1,33</u> 0,82–2,10	<u>45</u> 13–68
<i>v</i> ₁	<u>35</u> 28–42	<u>6</u> 4–15	<u>5</u> 3–10	<u>4,0</u> 3,0–7,0	<u>0,60</u> 0,15–3,00	<u>1,84</u> 0,75–4,50	<u>2,34</u> 1,00–5,60	<u>44</u> 6–72
<i>v</i> ₂	<u>70</u> 34–96	<u>11</u> 6–16	<u>8</u> 5–9	<u>7,0</u> 4,0–9,0	<u>1,52</u> 0,20–4,50	<u>3,48</u> 0,90–5,60	<u>4,63</u> 1,30–7,80	<u>34</u> 8–76
<i>v</i> ₃	<u>105</u> 74–120	<u>17</u> 13–21	<u>14</u> 9–22	<u>12,5</u> 7,9–18,0	<u>2,35</u> 1,00–5,00	<u>4,05</u> 1,80–7,0	<u>8,00</u> 3,00–13,50	<u>35</u> 12–69
<i>g</i> ₁	<u>124</u> 90–168	–	<u>23</u> 15–28	<u>19,7</u> 15–24	–	–	<u>13,01</u> 8,30–15,30	<u>34</u> 13–52
<i>g</i> ₂	<u>163</u> 137–200	–	<u>28</u> 21–40	<u>22,9</u> 20,0–26,3	–	–	<u>13,50</u> 11,8–16,4	<u>41</u> 25–50
<i>g</i> ₃	<u>225</u> 202–269	–	<u>34</u> 28–42	<u>24,5</u> 23,0–27,0	–	–	<u>13,74</u> 11,00–16,40	<u>44</u> 35–52

Примечание: над чертой – среднее значение; под чертой – минимальное и максимальное значения параметра. Возрастные состояния *j* – ювенильное, *im*₁ – имматурное начальное, *im*₂ – имматурное промежуточное, *im*₃ – имматурное завершающее, *v*₁ – виргинильное начальное, *v*₂ – виргинильное промежуточное, *v*₃ – виргинильное завершающее, *g*₁ – молодое генеративное, *g*₂ – средневозрастное генеративное, *g*₃ – старое генеративное.

Материал и методика

В качестве материала для изучения возрастного развития *P. ajanensis* более 1000 растений. Описания растений проводили на 15 пробных площадях, заложенных на разных стадиях лесовосстановительных сукцессий после пожаров и рубок в хвойно-широколиственных и кедрово-темнохвойных лесах на территории Верхнеуссурийского биогеоценологического стационара Биолого-почвенного института ДВО РАН, расположенного в среднегорном поясе Южного Сихотэ-Алиня.

При описании онтогенеза использовали шкалу биологического возраста, предложенную Т.А. Работновым (1950) и дополненную последователями А.А. Уранова [8]. Выделены 4 возрастных периода – латентный, прегенеративный, или виргинильный, генеративный и постгенеративный, или сенильный, которые подразделялись на возрастные состояния. Каждая особь характеризовалась

по следующим признакам: высота дерева, диаметр у корневой шейки и на высоте 1,3 м, высота расположения первой сухой и первой живой ветви, высота и ширина кроны, порядок ветвления побеговой системы, высота трещиноватости корки ствола в его базальной части, возраст растений, величина текущего верхушечного прироста и прироста за последние 5 лет.

Результаты и их обсуждение

I. Латентный период начинается с момента созревания семени и заканчивается его прорастанием весной. Цветение у *P. ajanensis* происходит в конце мая – начале июня, вскоре после начала роста молодых побегов, и длится 10–12 дней. Семена созревают в конце сентября в год «цветения». Они мелкие, косообратнояцевидные или двояковыпуклые, 2,5–3,0 мм дл., около 1,5 мм толщ. с эллиптическим крылом 8–10,5 мм дл. и 3–3,6 мм шир. [6].

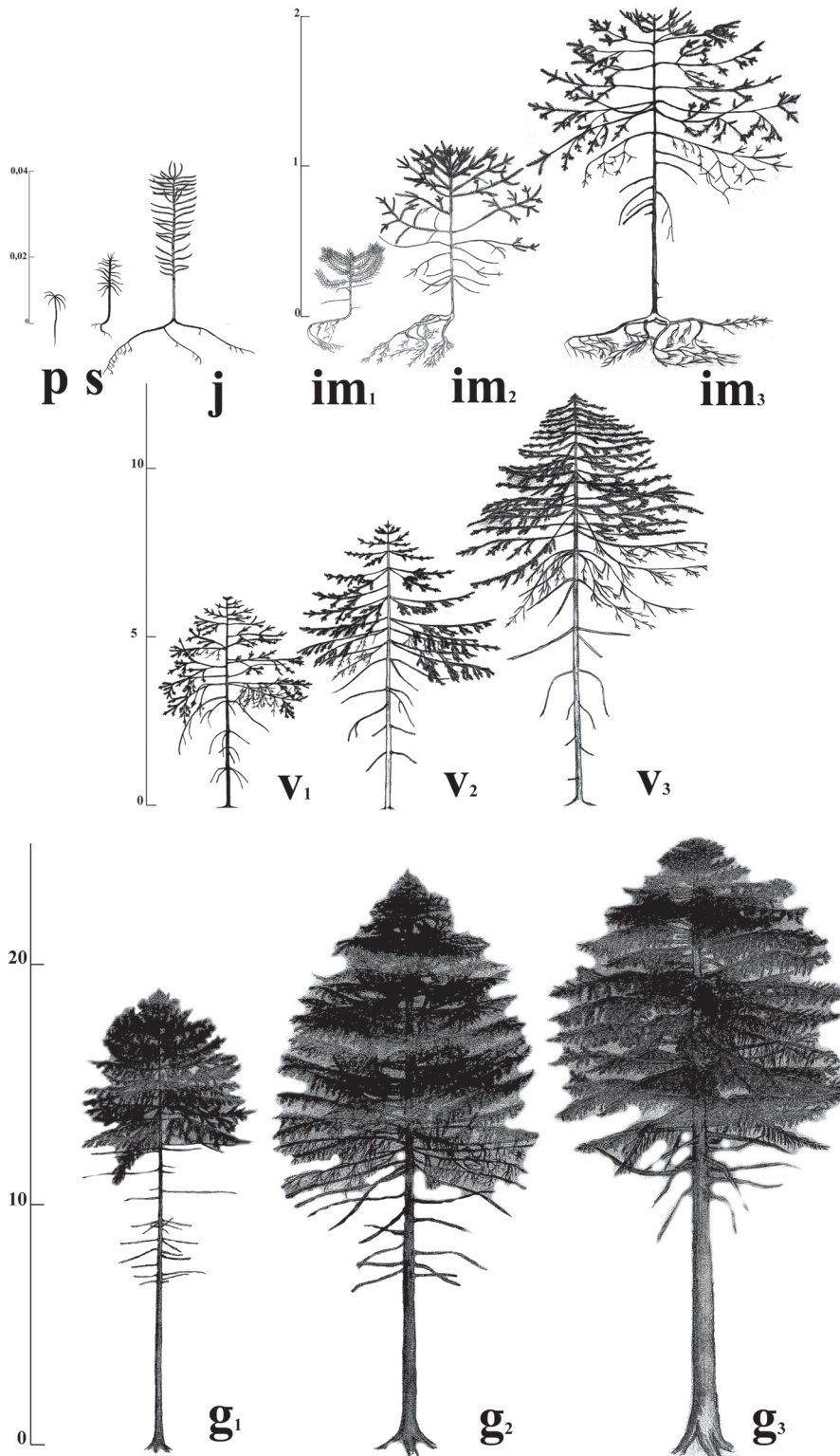


Рисунок. Особи *P. ajanensis* в различных возрастных состояниях (значение индексов онтогенетических состояний – см. примечание к таблице)

Масса 1000 семян с крылатками 2,3 г, без крылаток 1,8 г. Прорастание надземное, сразу после созревания, но холодная стратификация в течение 1–2 месяцев повышает их всхожесть.

II. Прегенеративный (виргинильный) период начинается с прорастания семени и заканчивается достижением растением половозрелого состояния. Проростки (*p*) – неветвящиеся растения, сформированные

из семени в год его прорастания и имеющие надземный побег с семядолями и первичный корешок (рисунок). Гипокотиль тонкоцилиндрический до 25 мм дл. и 0,7 шир., светло-зеленый, позднее – желтовато-бурый, завершается мутовкой из 4–6 семядольных листьев (сохраняются до 2–3 лет). Семядоли темно-зеленые, шиловидные, слегка саблевидно изогнутые, на верхушке острые, в поперечном сечении треугольные, 10–12 мм дл. и 0,5 мм шир. В условиях достаточного освещения или умеренного затенения через 8–10 дней после появления семядолей формируются первые листья – гладкие, плоские, около 10 мм дл. и 1 мм шир., в поперечном сечении плоскоромбические, на верхушке – острые. С момента разворачивания верхушечной почки растения становятся всходами (*s*). На густолиственном побеге 1–2 см. выс. формируются 1–3 боковые пазушные почки. Ювенильное состояние (*j*) начинается на второй–третий год жизни растения после отмирания семядольных листьев (рисунок, таблица). Первичный побег неветвящийся, листья ювенильной формы, корневая система образована первичным корнем и 1–2 боковых корней. Глубина проникновения корней 1–3 см.

С началом ветвления растения переходят в имматурное состояние (*im*), отличаясь небольшими размерами (рисунок, таблица), слабосформированной разреженной кроной, небольшим количеством боковых ветвей. Очищение стволика от сухих ветвей не происходит.

При нормальном развитии в начальном имматурном состоянии (*im₁*) у растений наблюдается ветвление 2–3 порядка, в нижней части кроны растения имеют 2–3 сухие веточки, стволик серый с белыми наплывами, шероховатый, корневая система состоит из главного корня, 2–3 боковых корней. В промежуточном имматурном состоянии (*im₂*) крона приобретает яйцевидную форму, ветвление III–IV порядка, в нижней части стволика находятся отмершие веточки, сформированные в предыдущем возрастном состоянии, стволик серый, шероховатый, с серыми наплывами. Корневая система поверхностно-стержневая, главный корень выражен. Завершающая фаза имматурного состояния (*im₃*) характеризуется

более крупными размерами растений, ширококонической или широко-овальной кроной, ветвлением III–V порядков. Стволик бурый с фиолетовым оттенком, шероховатый. Может формироваться корка (до 10–20 см выс. ствола) в виде мелких вертикальных трещин. Корневая система поверхностная, боковые корни незначительно отличаются от главного.

Виргинильное возрастное состояние (*V*) начинается в возрасте 28–42 лет. В этом возрастном состоянии усиливается прирост в высоту и крона имеет коническую форму, происходит формирование корки и начинается очищение ствола от сучьев. К концу виргинильного возрастного состояния растения имеют вид взрослых деревьев, отличаясь от генеративных отсутствием семеношения. В начальном виргинильном состоянии (*V₁*) в нижней части стволика начинается очищение от сухих веточек прошлых лет, кора в нижней части ствола (до 50–70 см) мелкоячеисто-трещиноватая, а выше – шелушащаяся с белыми наплывами. В промежуточной (*V₂*) фазе длина нижних и средних веток достигает 2–2,5 м, кора в нижней части ствола (до 60–150 см) ячеисто-трещиноватая, а выше – шероховатая. На завершающей фазе (*V₃*) ветвление в кроне достигает V–VI порядков, кора в нижней части ствола (до 1,5–2 м выс.) ячеисто-трещиноватая, выше – шероховатая.

III. Генеративный период связан с началом формирования генеративных органов и продолжается до потери растениями способности к плодоношению. Молодые генеративные растения (*g₁*) (рисунок, таблица), впервые приступающие к семеношению, отличаются нерегулярным плодоношением и небольшим количеством шишек, локализованных в верхней части кроны, рост растений наиболее интенсивный, порядок ветвления в кроне достигает VII–VIII и более. Форма кроны коническая с расширенным основанием и вытянутой верхушкой. В нижней части кроны находятся ветви, отогнутые книзу. Кора темно-серая, покрыта отслаивающимися чешуйками до высоты 3–4 м, выше – бурая с фиолетовым оттенком. Корка с вертикальными трещинами расположена в нижней части ствола до 2 м выс. Средневозрастные генеративные растения (*g₂*) способны к обильному

и регулярному плодоношению, генеративные органы располагаются в верхней и средней частях кроны. Крона имеет ширококоническую или широкоовальную форму (рисунок). В нижней части кроны значительное количество сучьев может быть опущено книзу. Кора темно-серая, покрыта округлыми или неправильной формы вытянутыми пластинками 4–5 см дл. и 2–3 см шир., выше 4–5 м обычно с округлыми чешуями, а далее – трещиноватая. Старые генеративные растения (g_3) имеют ширококоническую или округлую крону с тупой верхушкой (рисунок). Генеративные органы сосредоточены в верхней части кроны. К концу возрастного состояния семеношение нерегулярное или отсутствует, число семян невелико. Крона рыхлая с сухими ветвями. На значительной части ствола ветви бывают отогнуты книзу, особенно в нижней части кроны. На стволах и скелетных ветвях пробуждающиеся спящие почки и образуется много охвоенных побегов. В кроне находится большое количество искривленных сухих сучьев. Кора темно-серая, многослойная, ячеистая почти до вершины кроны. Ячейки различной формы. Между ними образуются трещины, имеющие вид глубоких прерывающихся борозд, глубиной до 3 см.

IV. Сенильный период. Сенильные растения не плодоносят. Крона неопределенной формы. В ней имеется большое количество отмерших скелетных ветвей, опущенных книзу или прижатых к стволу. Крона туповершинная, за счет многократного отмирания верхушечной почки и переходом ели от моноподиального к симподиальному нарастанию главной оси, если процесс замены главного побега боковыми не происходит, то деревья усыхают. Кора у старых деревьев многослойная, отслаивающаяся отдельными кругловатыми пластинками под действием ветра и осадков. Процессы отмирания происходят и в корневой системе. Такие деревья сильно подвержены ветровалу.

Заключение

Анализ онтоморфогенеза растений позволяет более глубоко понять закономерности роста и темпы индивидуального развития особей на отдельных возрастных этапах.

Как показали наши исследования, растения *P. ajanensis* имеют характерные черты на каждом этапе онтогенеза. Протекание онтогенеза различных особей может значительно варьировать. Так, при большом угнетении растения имеют пониженную жизнеспособность. Развитие таких растений происходит в замедленном темпе, и такие растения могут являться резервом для ценопопуляций. При повышенной жизнеспособности продолжительность жизни растений сокращается за счет сокращения сроков прохождения фаз онтогенеза. На начальных этапах такие растения обгоняют в росте нормальные, а затем рост в высоту замедляется и в результате они остаются меньше средних размеров.

Библиографический список

1. Давыдычев, А.Н., Кулагин А.Ю. Характеристика ювенильного периода в большом жизненном цикле ели сибирской в широколиственно-хвойных лесах Уфимского плато / А.Н. Давыдычев, А.Ю. Кулагин // Лесной журнал. – 2007. – № 1. – С. 27–33.
2. Романовский, А.М. Поливариантность онтогенеза *Picea abies* (Pinaceae) в Брянском полесье / А.М. Романовский // Бот. журн. – 2001. – Т. 86. – № 8. – С. 72–85.
3. Серебряков, И.Г. О морфогенезе жизненной формы дерева у лесных пород средней полосы Европейской части СССР / И.Г. Серебряков // Бюллетень МОИП, отд. Биологии. – 1954. – Т. LIX(1). – С. 53–68.
4. Работнов, Т.А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах / Т.А. Работнов // Тр. Ботан. ин-та АН СССР. Сер. III (Геоботаника). – 1950. – Вып. 6. С. 7–204.
5. Манько, Ю.И. Ель аянская / Ю.И. Манько – Л.: Наука, 1987. – 280 с.
6. Комарова, Т.А. Семенное возобновление растений на свежих гарях (леса Южного Сихотэ-Алиня) / Т.А. Комарова. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1986. – 224 с.
7. Омелько, А.М. Модель роста деревьев темнохвойных пород на основе L-систем / А.М. Омелько // Сибирский экологический журнал. – 2006. – № 3. – Т. XIII. – С. 345–351.
8. Уранов, А.А. Онтогенез и возрастной состав популяций / А.А. Уранов // Онтогенез и возрастной состав популяций цветковых растений. – М.: Наука, 1967. – С. 3–8.
9. Krestov P.V., Nakamura Y. Phytosociological study of the *Picea jezoensis* forests of the Far East // Folia Geobotanica. 2002. Vol. 37. N 4. P. 441–474.
10. Smirnova O.V., Chistyakova A.A., Zaugolnova L.B., Evstigneev O.I., Popadiouk R.V., Romanovsky A.M. Ontogeny of a tree // Ботанический журнал. – 1999. – Т. 84, – № 12. – С. 8–19.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ АНАЛИЗА РЕКРЕАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ТЕРРИТОРИИ СОЧИНСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА

В.М. ИВОНИН, *проф. ФГУ «НИИГорлесэкол», д-р с.-х. наук,*
М.Д. ПИНЬКОВСКИЙ, *директор ФГУ «НИИГорлесэкол», канд. с.-х. наук,*
С.Д. САМСОНОВ, *главный научный сотрудник ФГУ «НИИГорлесэкол»*

niidsun@sochi.ru

В настоящее время на лесные территории имеются геоинформационные базы данных (ГБД), содержащие не только табличные, но и пространственные сведения, описывающие распределение по территории рекреационных ресурсов и характеристик биоты, что составляет кадастр рекреационных ресурсов, пополняющийся при периодических турах лесоустройства [6].

Географическая информация система (ГИС) – это программная система, предназначенная для хранения, обработки и отображения данных ГБД. Для анализа рекреационного потенциала территории Сочинского национального парка (СНП) использовали программный продукт компании ESRI ArcGis 9.1. Для этого региона ГБД наполнили материалами лесоустройства СНП [7], содержащими кроме табличного материала файлы карт (векторная карта М 1:200000 карта функционального зонирования, планы лесонасаждений и другие планы М 1:50000). Все это составляет реляционную базу данных, а также тематических представлений таблиц (выборки), сочетаний различных форм отображения пространственной и табличной информации, справочных данных нормативно-научной литературы и материалов мониторинга 2008 г. территории СНП. Работы проведены в соответствии с методикой функционального наполнения ГИС [10].

Программа ESRI ArcGis 9.1, наряду с функциями обычных СУБД (система управления базами данных), выполняет большой набор операций с графическими объектами. Кроме работы с данными в составе ГБД эта система имеет возможности доступа к внешним базам данных (ВБД) Сочинского нацпарка.

По этим данным, на территории СНП в 2008 г. функционировало 56 рекреационных

объектов, представленных на карте рис. 1. Каждый объект задан одной парой географических координат, определяющих точку его местоположения (в отдельных случаях – набором координат характерных точек).

Все объекты рис. 1 в соответствии с типологией основных видов рекреационных объектов лесного фонда классифицированы следующим образом: ботанические, геоморфологические, гидрогеологические, культурно-исторические, ландшафтные (Регистрационное свидетельство на объект учета Федерального агентства по науке и инновациям № 13256.2319003592.07.1.001.6/002).

С каждым объектом связана атрибутивная информация (адрес – участковое лесничество и площадь, га), которая хранится в составе ГБД.

В целом наибольшая площадь рекреационных объектов сосредоточена в Краснополянском участковом лесничестве (109,6 га), наименьшая – в Кепшинском (0,3 га).

Кроме рекреационных объектов на территории СНП находятся 48 туристских маршрутов, 92 памятника природы (по данным ФГУ «ВНИИприроды»), множество живописных ландшафтов и мест, интересных для посещения.

Возможности таких посещений определяются их удаленностью от дорог с твердым покрытием и крутизной склонов. В ГБД находятся карты удаленности рекреационных объектов от дорог с твердым покрытием, функционального зонирования и распределения территории СНП по группам крутизны склонов. Совмещение этих карт позволило получить данные по распределению площадей функциональных зон СНП по группам крутизны склонов (табл. 1).

По данным табл. 1, площадь пригодная для рекреации (0–30°) во всех зонах, ис-

ключая заповедную, составила 105345 га. Распределение этой площади по территории СНП приведено на карте рис. 2 с площадными графическими объектами двух типов (пригодными и не пригодными для рекреационного использования), заданных своими координатами.

Накладывание друг на друга карт рис. 1 и 2 показало, что расположение рекреационных объектов не выходит за пределы территорий, пригодных для рекреационного использования.

Это касается и арендованных участков (рис. 3), профиль деятельности которых классифицирован следующим образом: источники минеральных вод, кемпинги, культурно-раз-

влекательные комплексы, места кратковременного отдыха (пикниковые поляны), научно-исследовательские объекты, предприятия общественного питания, производственно-технические объекты, спортивно-технические объекты, учреждения для длительного отдыха и лечения.

В целом общая площадь арендованных участков (рис. 3) составляет 2384,0377 га. Более половины этой площади сосредоточено в 99 участках Краснополянского участкового лесничества (1778,4638 га).

Основными показателями, определяющими рекреационный потенциал лесов, являются их рекреационная посещаемость и экологическая рекреационная емкость.

Т а б л и ц а 1

Распределение площадей функциональных зон СНП по группам крутизны склонов, га

Функциональная зона	Группа крутизны склонов, град				Итого
	0–10	11–20	21–30	> 30	
Заповедная	157	1828	22967	28045	52997
Особо охраняемая	491	3837	18894	12180	35402
Обслуживания посетителей	42	2491	7974	2524	13031
Регулируемого рекреационного использования	1400	13622	53878	19954	88854
Хозяйственного использования	–	–	2716	737	3453
Всего	2090	21778	106429	63440	193737



Рис. 1. Размещение рекреационных объектов по территории Сочинского национального парка

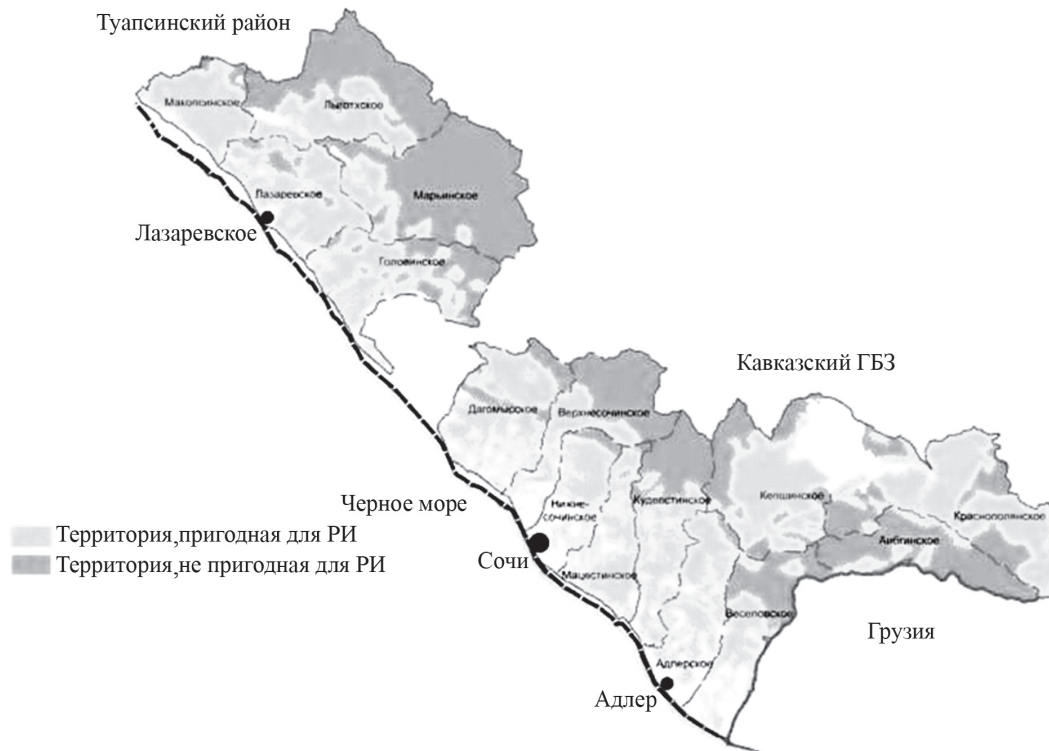


Рис. 2. Распределение территории СНП по пригодности для рекреации

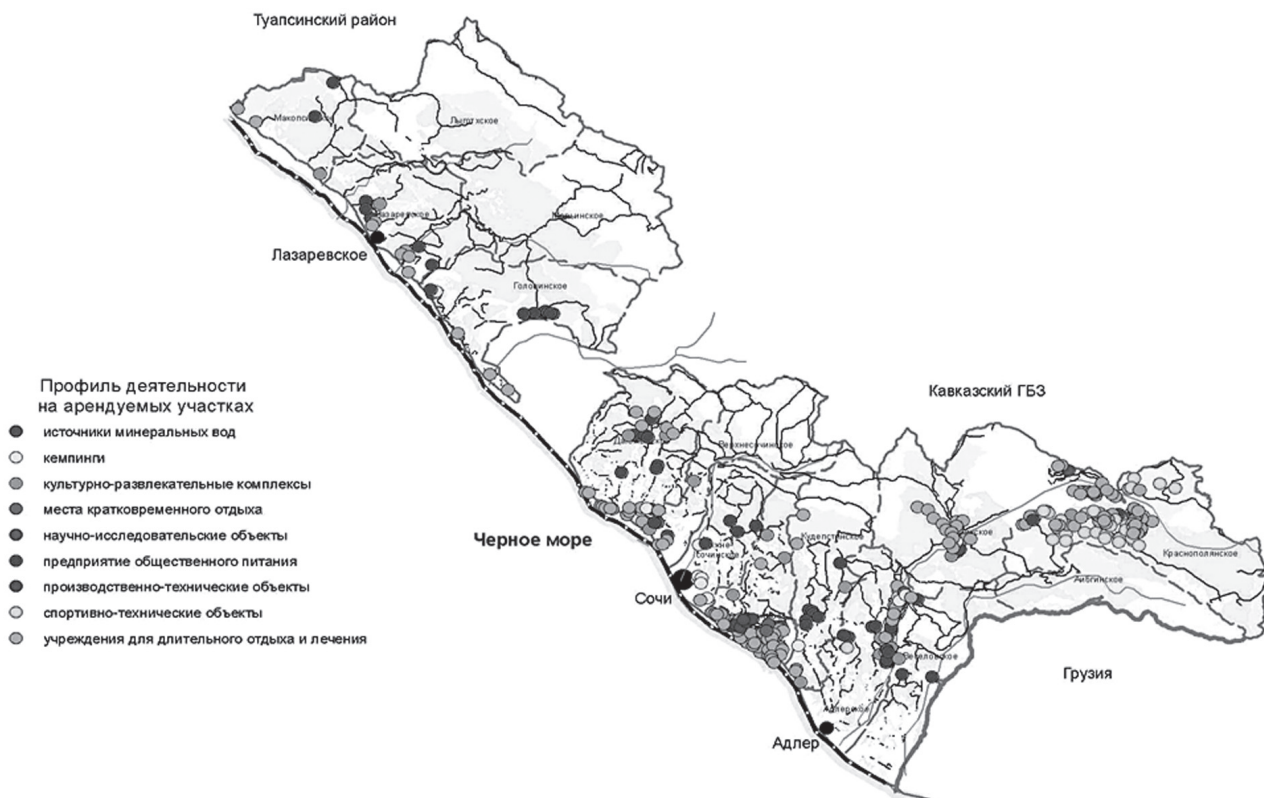


Рис. 3. Освоенность арендой территории СНП

Рекреационную посещаемость (R_e , чел./га сезон) лесных ландшафтов определим, используя выборки из таблицы групп типов лесов ГБД, при составлении карты с соответс-

твующими графическими объектами (рис. 4). Группы типов лесов приняты по справочнику [9] и представлены на карте основными лесообразующими породами (рис. 4).



Рис. 4. Распределение территории СНП по площадям с преобладанием основных лесобразующих пород, характеризующих группы типов лесов

Т а б л и ц а 2

Допустимая рекреационная посещаемость и экологическая емкость рекреационных лесов СНП

Группа типов лесов	Крутизна склона, град.	Rd, чел./га	Re, чел./га сезон	E _э , тыс.чел. сезон по функциональным зонам			Итого, тыс. чел. сезон
				обслуживания посетителей	особо охраняемая	регулируемого рекреационного использования	
СВБК, ВЛБК	0–10	6,00	1200	–	267,36	528,60	795,96
	11–20	5,90	1180	962,76	2052,85	5057,60	8073,21
	21–30	0,85	170	288,86	1123,31	2076,50	3488,67
СВДС, СХДС (грабинники)	0–10	8,50	1700	–	127,67	353,26	480,93
	11–20	6,00	1200	485,35	703,92	2426,88	3616,15
	21–30	1,10	220	135,30	490,12	1267,99	1893,41
СВДС, СХДС (дубняки)	0–10	4,50	900	–	94,41	326,52	420,93
	11–20	2,25	450	265,95	368,51	1588,77	2223,23
	21–30	0,10	20	25,47	62,21	201,23	288,91
СВКШ, ВЛКШ	0–10	4,50	900	–	64,53	230,22	294,75
	11–20	2,25	450	147,24	252,09	1120,05	1519,38
	21–30	0,10	20	14,10	42,55	141,86	198,51
СХС, СВС	0–10	4,20	840	–	4,12	8,06	12,18
	11–20	2,00	400	2,08	15,32	37,52	54,92
	21–30	0,80	160	1,79	23,25	42,77	67,81
СВП	0–10	4,00	800	–	11,36	28,08	39,44
	11–20	3,25	650	47,13	72,08	222,04	341,25
	21–30	0	0	–	–	–	–
Всего по СНП				2376,03	5775,66	15657,95	23809,64

Наложение карт 2 и 4 друг на друга позволило определить площади лесов, пригодных (крутизна склонов до 30°) и привлекательных для рекреации. Привлекательностью обладают следующие группы типов: СВБК и ВЛБК – свежие и влажные букняки (на рис. 4 представлены площадями с преобладанием бука восточного); СХДС и СВДС – сухие и свежие дубняки дуба скального (на рис. 4 представлены площадями с преобладанием граба кавказского, а также – дуба скального); СВКШ и ВЛКШ – свежие и влажные каштанники (на рис. 4 представлены площадями с преобладанием каштана посевного); СХС и СВС – сухие и свежие сосняки (на рис. 4 представлены площадями с преобладанием сосны пицундской и крымской); СВП – свежие пихтарники (представлены площадями пихты кавказской).

Отобранные площади распределялись по группам крутизны склонов в соответствии с данными табл. 1.

В функциональной зоне обслуживания посетителей пригодные для рекреации и привлекательные леса занимают общую площадь 6616,1 га. Буковые леса в этой зоне доминируют по площади на склонах крутизной от 11 до 30° (2573,9 га). В особо охраняемой зоне общая площадь пригодных для рекреации и привлекательных лесов равна 18988,2 га. Здесь также доминируют буковые леса на склонах от 0 до 30° (8570,2 га).

В зоне регулируемого рекреационного использования пригодные для рекреации и привлекательные для отдыхающих леса занимают площадь 50448,6 га, из них буковые леса занимают 16941,3 га, дубняки – 13954,8 га.

Допустимую рекреационную посещаемость определили согласно ОСТ56-100-95 [5], а экологическую емкость этих территорий – согласно методике [2]. Используя значения допустимых рекреационных плотностей, рекомендуемых для различных групп типов лесов и групп крутизны склонов [1, 5, 8], рассчитали допустимую рекреационную посещаемость и емкость рекреационных лесов СНП (табл. 2).

По данным табл. 2, экологическая емкость рекреационных (доступных и привлекательных для отдыхающих) лесов СНП

составляет 23809,6 тыс. чел за сезон, в том числе зона регулируемого рекреационного использования может обеспечить отдых для 15658 тыс. чел за сезон (56,8 %) .

Максимально допустимое количество рекреантов могут принять буковые леса – 12357,8 тыс. чел. за сезон (51,9 % от допустимого количества отдыхающих), в том числе в зоне регулируемого рекреационного использования – 7662,7 тыс.чел. (62 % от допустимого количества рекреантов, посещающих буковые рекреационные леса).

По результатам исследований можно сделать следующие выводы.

С использованием ГИС-технологии для территории СНП получены средства пространственного анализа с различным составом отображаемой графической информации – рекреационные объекты, территории, пригодные для отдыха и туризма, арендованные с рекреационной целью участки, площади лесов, пригодных и привлекательных для отдыха.

На основе полученных средств определили основные показатели рекреационного потенциала характеризуемой территории: количество и площади сосредоточения рекреационных объектов; площади, пригодные для рекреации; площади и районы сосредоточения участков, сдаваемых в аренду для целей рекреационной деятельности; площади лесов, доступных и привлекательных для отдыха.

Анализ пространственной информации, работа с нормативно-научной литературой, статистические вычисления на основе табличной информации позволили определить экологическую рекреационную емкость лесов, доступных и привлекательных для отдыха в СНП (23809,6 тыс. человек за сезон). При этом в зоне регулируемого рекреационного использования экологическая емкость равняется 15658 тыс. чел. (65,8 %). Экологическая емкость буковых рекреационных лесов составило 12358 тыс. человек за сезон (51,9 % от допустимого количества отдыхающих в рекреационных лесах), в том числе в зоне регулируемого рекреационного использования – 7662,7 тыс. человек (62 % от допустимого количества рекреантов в буковых рекреационных лесах).

Библиографический список

1. Ивонин, В.М. Рекреация и почвозащитная роль субальпийских пихтарников / В.М. Ивонин, И.В. Воскобойникова, А.А. Багдасарян // Лесное хозяйство. – 2008. – № 3. – С. 15–17.
2. Ивонин, В.М. Рекреология: учебное пособие / В.М. Ивонин. – Ростов н/Д, 2009. – 240 с.
3. Комин, Г.Е. Функциональное зонирование территории Сочинского национального парка / Г.Е. Комин, А.А. Семиколонов, Б.С. Туниев // 170 лет со дня рождения основателя Сочинского «Дендрария» Сергея Николаевича Худякова / Материалы конференции (27–29 ноября 2007 г.). – Сочи: ФГУ НИИгорлесэкол, 2007. – С. 98–101.
4. Научно обоснованные рекомендации по рекреации в защитных лесах Северного Кавказа / ФГОУ ВПО «НГМА». – Новочеркасск: ООО НПО «ТЕМП», 2006. – 24 с.
5. ОСТ 56-100-95. – Методы и единицы измерения рекреационных нагрузок на лесные комплексы / Стандарт отрасли. – 14 с.
6. Плющин, Ю.В. Лесоустройство и кадастры рекреационных ресурсов. Рекреационная география Азиатской России: современное состояние и перспективы развития / Ю.В. Плющин, Е.Э. Фитер // Мат. первой всеросс. конферен. – Иркутск, 5–7 сент. 2000 г. – Иркутск: ИГ СО РАН, 2000. – С. 109–110.
7. Проект организации территории и ведения лесного хозяйства Сочинского национального парка Краснодарского управления лесами Федер. служб. лесн. хоз. России / Объяснительная записка. – Воронеж, 1998. – 273 с.
8. Солнцев, Г.К. Определение допустимых рекреационных нагрузок в лесах Черноморского побережья Кавказа. Интенсификация лесохозяйственного производства Северного Кавказа / Г.К. Солнцев, Б.Я. Харитоненко, Л.Г. Король и др. // Тезисы докл. научно-практ. конф. (13–15 апреля 1988 г., Сочи). – Краснодар, 1988. – С. 65–66.
9. Справочник лесотаксационных нормативов для Северного Кавказа / Под. ред. И.П. Коваля, Г.К. Солнцева, Б.П. Шевцова. – М.: ВНИИлесресурс, 1995. – 152 с.
10. Чесалов, Л.Е. Особенности функционального наполнения ГИС для задач природопользования / Л.Е. Чесалов, Е.М. Юон // Сайт ГИС – Ассоциации 20:52:10 31.05.2006. – <http://www.gisa.ru/29582.html>.

ПАНСКИЙ ЛЕС: ПРОБЛЕМЫ БИОРАЗНООБРАЗИЯ И РЕКРЕАЦИОННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

В.А. АНЦИФЕРОВА, *асс. каф. биологии и основ сельского хозяйства Мичуринского государственного педагогического института,*

А.В. АНЦИФЕРОВ, *специалист ООО «ЗДОРОВЫЙ ЛЕС», канд. с.-х. наук*

hyacinthus@mail.ru

Панский лес расположен в окрестностях города Мичуринска Тамбовской области (до 1932 г. – город Козлов, географические координаты: 52°53' с.ш. и 40°29' в.д.). С севера лес ограничен излуциной реки Лесной Воронеж и селом Донское, с юга – селом Заворонежское, с запада – городом Мичуринск, с востока – селом Панское.

В настоящее время Панский лес занимает площадь около 100 гектаров и, по всей видимости, представляет собой остаток естественного лесного массива, простиравшегося ранее по всей территории Козловского уезда и выходившего далеко за его пределы. К началу 20 в. третья часть лесов Тамбовщины была вырублена. Сокращение площади лесного фонда продолжалось в 20 столетии. Сейчас лесной массив локализован на западе Мичуринского района и в восточной части

Липецкой области (Бригадирское, Иловайское, Ранинское и др. лесничества).

Тамбовская область расположена в центре Окско-Донской равнины между двумя возвышенностями – Средне-Русской на западе и Приволжской на востоке. Рельеф области представляет собой низменную равнину с преобладающей высотой 150 м над уровнем моря. Почвы на территории области представлены черноземами, а также дерново-подзолистыми в комплексе с серыми лесными. Климат умеренно-континентальный. Область расположена в лесостепной зоне с неустойчивым и недостаточным увлажнением. Через территорию проходит граница между двумя флористическими провинциями: среднерусской лесолуговой и среднерусской лесостепной.

На долю лесов в настоящее время приходится около 10 % от всей территории. В ос-

новном это сосновые боры, широколиственные леса и ольшаники. Главными лесообразующими породами являются сосна обыкновенная (около 44 % лесопокрытой площади), дуб черешчатый, или обыкновенный (около 20 %), осина и береза повислая, или бородавчатая (приблизительно по 15 %). Все леса Тамбовщины отнесены к первой группе ценности и в основном выполняют защитные и экологические функции. В них доминирует неморальный флористический элемент.

Тамбовская область входит в состав Центрального федерального округа. Вместе с Белгородской, Воронежской, Курской, Липецкой и Орловской областями она образует Центрально-Черноземный регион. Мичуринский район расположен на западе области, город Мичуринск в центре этого района. Протекающие реки (Воронеж, Лесной Воронеж, Польной Воронеж, Иловый, Каменка) относятся к бассейну Дона.

Видовой состав Панского леса весьма разнообразен. Его эдификатором является дуб черешчатый, или обыкновенный (*Quercus robur* L.) Деревья этого вида образуют сомкнутый и полусомкнутый древостой с расстоянием 0,5–20 м друг от друга. Высота деревьев составляет 16–18 м, диаметр на высоте 1,3 м – 30–40 см у экземпляров, произрастающих в глубине леса, и 50–64 см у экземпляров на его периферии. Возраст дубов, определенный по буровым кернам, полученным с помощью бурава Пресслера, – 70–100 лет.

На одном из участков леса имеются включения осины, или тополя дрожащего (*Populus tremula* L.), произрастающей единично или малочисленными группами (высота деревьев – 15–20 м, диаметр на высоте 1,3 м – 20–26 см, возраст, определенный по буровым кернам – 40–50 лет).

На опушках панского леса, вдоль его дорог и тропинок, встречаются вкрапления таких древесных пород, как яблоня лесная (*Malus silvestris* Mill.), груша обыкновенная (*Pyrus communis* L.), рябина обыкновенная, или красная (*Sorbus aucuparia* L.), липа сердцевидная, или мелколистная (*Tilia cordata* Mill., или *Tilia parvifolia* Ehrh.), вяз гладкий (*Ulmus laevis* Pall.), клен татарский (*Acer tataricum* L.), клен платановидный, или остролистный

(*Acer platanoides* L.), клен ясенелистный, или американский (*Acer negundo* L.), ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior* L.), ива козья (*Salix caprea* L.), ива ломкая (*Salix fragilis* L.), ольха серая (*Alnus incana* (L.) Moench.), береза повислая, или бородавчатая (*Betula pendula* Roth, или *Betula verrucosa* Ehrh.).

Под пологом деревьев хорошо развита кустарниковая растительность, представленная черемухой кистевой, или обыкновенной (*Padus racemosa* (Lam.) Gilib.), лещиной обыкновенной, или орешником (*Corylus avellana* L.), бересклетом бородавчатым (*Euonymus verrucosa* Scop.), крушиной ломкой (*Frangula alnus* Mill.), жостером слабительным (*Rhamnus cathartica* L.), бузиной кистевой, или красной (*Sambucus racemosa* L.), кизилом (свидиной, дереном) кроваво-красным (*Cornus sanguinea* L., *Swida sanguinea* Opiz, или *Thelycrania sanguinea* Fourt.), иргой круглолистной, овальной, или обыкновенной (*Amelanchier rotundifolia* Dum-Cours., *Amelanchier ovalis* Med., или *Amelanchier vulgaris* Moench), ежевикой сизой (*Rubus caesius* L.).

Очень разнообразен видовой состав однолетних и многолетних травянистых растений Панского леса, относящихся к различным семействам: семейство Лилейные – Liliaceae: пролеска сибирская – *Scilla sibirica* Andr., ландыш майский – *Convallaria majalis* L., купена лекарственная – *Polygonatum officinale* (L.) All., купена многоцветковая – *Polygonatum multiflorum* (L.) All., майник двулистный – *Maianthemum bifolium* (L.) F.W. Schmidt; семейство Лютиковые – Ranunculaceae: ветреница лютиковая – *Anemone ranunculoides* L., чистяк весенний – *Ficaria verna* Huds., лютик едкий – *Ranunculus acris* L.; семейство Дымянковые – Fumariaceae: хохлатка Галлера, или плотная – *Corydalis halleri* Willd., или *Corydalis solida* Sw., хохлатка Маршалла – *Corydalis marschalliana* (Pall.) Pers.; семейство Бурачниковые – Boraginaceae, медуница неясная – *Pulmonaria obscura* Dum.; семейство Гвоздичные – Caryophyllaceae: звездчатка ланцетовидная, или жестколистная – *Stellaria holostea* L.; семейство Бобовые – Fabaceae, или Leguminosae: чина лесная – *Lathyrus silvester* L., сочевичник весенний – *Orobus vernus* L.; семейство Кирказоновые – Aristolochiaceae: копытень европейский – *Asarum europaeum* L., кирказон

обыкновенный – *Aristolochia clematitis* L.; семейство Губоцветные – *Lamiaceae*, или *Labiatae*: будра плющевидная – *Glechoma hederacea* L., яснотка пурпуровая – *Lamium purpureum* L.; семейство Крестоцветные – *Brassicaceae*, или *Cruciferae*: чесночница обыкновенная – *Alliaria petiolata* Cav. et Grande; семейство Розоцветные – *Rosaceae*: земляника лесная – *Fragaria vesca* L., гравилат речной – *Geum rivale* L., гравилат городской – *Geum urbanum* L.; семейство Норичниковые – *Scrophulariaceae*: вероника дубравная – *Veronica chamaedrys* L.; семейство Молочайные – *Euphorbiaceae*: пролесник многолетний – *Mercurialis perennis* L.; семейство Зонтичные – *Apiaceae*, или *Umbelliferae*: сныть обыкновенная – *Aegopodium podagraria* L.; семейство Злаковые – *Poaceae*, или *Gramineae*, семейство Осоковые – *Cyperaceae*, семейство Многоножковые – *Polypodiaceae*, класс Папоротники – *Filicinae*, щитовник мужской – *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott.

Это далеко не полный перечень растений Панского леса.

В периферийной зоне леса, вдоль его дорог и тропинок, хорошо развита рудеральная растительность, представленная крапивой жгучей (*Urtica urens* L.), чистотелом большим (*Chelidonium majus* L.), одуванчиком лекарственным (*Taraxacum officinale* Web. ex Wigg.), лопухом большим (*Arctium lappa* L., или *Arctium majus* Bernh.), мать-и-мачехой обыкновенной (*Tussilago farfara* L.), подорожником большим (*Plantago major* L.), подорожником средним (*Plantago media* L.), подорожником ланцетолистным (*Plantago lanceolata* L.).

Наряду с флорой весьма разнообразна и фауна Панского леса – многие виды пауков, насекомых, птиц, некоторые виды амфибий, пресмыкающихся, млекопитающих.

Ряд видов растений, встречающихся в Панском лесу, включен в Красную книгу Тамбовской области и Приложение к Красной книге Тамбовской области (хохлатка Галлера, хохлатка Маршалла, купена лекарственная, ландыш майский, медуница неясная, пролеска сибирская, дуб черешчатый). Представляется важным создание перечня редких и исчезающих видов растений и животных Панского леса с последующим принятием мер по их охране (к таким видам относят-

ся, например, майник двулистный, хохлатка Маршалла и др.).

Достаточно разнообразна флора и фауна прилегающих к Панскому лесу биоценозов – водоемов, лугов, заболоченной территории, включающих редкие и исчезающие виды. Так, нами на территории, граничащей с Панским лесом, обнаружены редкие для Тамбовской области касатик (ирис) айровидный, или водный (*Iris pseudacorus* L.) и два вида орхидей – ятрышник мясо-красный, или пальчатокоренник мясо-красный (*Orchis incarnata* L., или *Dactylorhiza incarnata* Verm.) и ятрышник кровавый, или пальчатокоренник кровавый (*Orchis cruenta* O.F. Muell., или *Dactylorhiza cruenta* Verm.).

Панский лес является местом обитания многих видов растений и животных, которые в естественных условиях не могут жить нигде, кроме как в данном биоценозе. Он расположен в шаговой доступности от г. Мичуринска и окружающих его сел. Рядом с ним пляжи реки Лесной Воронеж, дом-музей И.В. Мичурина, Основной питомник, дачные участки. С учетом небольшой площади леса (около 100 га) и стремления жителей города к природе рекреационная нагрузка на рассматриваемый биоценоз высока: если бы все жители города одновременно вышли в лес, то на каждого пришлось всего по 10 м² территории.

Максимальную рекреационную нагрузку Панский лес испытывает во второй половине весны, летом и в начале осени. В течение всего года здесь проводятся спортивные мероприятия. Он служит базой для проведения учебно-полевых практик студентов мичуринских вузов.

В апреле–мае, в период буйства цветущих травянистых растений, жители устремляются в лес и срывают их не только для себя, но и на продажу. Массовый сбор цветов приводит к нарушению генеративной репродукции видов, причиняет растениям травмы, сопровождается вытаптыванием травянистой растительности. В результате численность ряда видов красиво цветущих растений сокращается (хохлатка Галлера, хохлатка Маршалла, медуница неясная, ландыш майский, купена лекарственная, купена многоцветковая). Пролеска сибирская и ветреница лю-

тиковая, благодаря успешной комбинации генеративной и вегетативной репродукции, в Панском лесу встречаются пока еще массово. Некоторые жители заготавливают вегетативные и генеративные части растений в медицинских целях.

Большой проблемой для Панского леса является и образование стихийных мест для проведения пикников. Для этого создаются кострища, вырубается и вытаптываются площадки под «отдых», зачастую сюда подъезжают легковые автомобили. Иногда на территорию леса проникает и грузовой автотранспорт. Так, к большой поляне ведет глубокая колея, образовавшаяся в результате многократного проезда грузовых автомобилей.

Территория Панского леса постепенно загрязняется бытовым мусором. В периферийной части леса, прилегающей к Основному питомнику, образовалась стихийная свалка.

Не обошла стороной Панский лес и распространенная в России проблема незаконных рубок.

Ввиду высокой биологической, экологической, рекреационной, культурной и исторической ценности Панского леса необходимо принятие срочных мер по его сохранению. К числу этих мер должны относиться:

1. Включение Панского леса в перечень памятников природы Тамбовской области.
2. Присвоение Панскому лесу статуса особо охраняемой природной территории (ООПТ).
3. Составление кадастра видов флоры и фауны Панского леса.

4. Мониторинг численности видов растений и животных Панского леса.

5. Охрана редких и исчезающих видов флоры и фауны Панского леса.

6. Запрет на свободный въезд автотранспорта в Панский лес.

7. Запрет самовольной рубки деревьев и кустарников, сбора произрастающих в Панском лесу растений или их частей в любых целях (кроме научных и санитарных).

8. Запрещение разведения в Панском лесу огня, приема пищи и напитков.

9. Очистка территории Панского леса от бытового мусора и введение строгих штрафных санкций за ее загрязнение.

10. Осуществление ухода за Панским лесом в соответствии с современными лесотехническими нормативами.

11. Проведение соответствующей пропагандистской и воспитательной работы средствами массовой информации, в учебных учреждениях Мичуринска и окружающих Панский лес селах (Донское, Заворонежское, Панское).

Библиографический список

1. Агроклиматические ресурсы Тамбовской области. – Л.: Гидрометеоздат, 1974. – 102 с.
2. Красная книга Тамбовской области: Растения, лишайники, грибы / Г.С. Усова и др. – Тамбов: Тамбовполиграфиздат, 2002. – 348 с.
3. Маевский, П.Ф. Флора средней полосы европейской части СССР / П.Ф. Маевский. – Л.: Колос, 1964. – 880 с.
4. Памятники природы Тамбовской области. – Воронеж: Центрально-Черноземное книжное издательство, 1983. – 166 с.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО РАЗВИТИЮ СИСТЕМЫ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ГОРОДА ВОРОНЕЖА

А.В. ЕВМЕНОВА, *асп. каф. селекции, генетики и дендрологии МГУЛ*

shu74@mail.ru

Автор статьи в период работы в ЗАО «Группа компаний ШАНЭКО» участвовала в разработке экологического аспекта генерального плана г. Воронежа. Был проведен анализ современного состояния и проектных решений генерального плана по развитию системы озеленения Воронежа.

Природный комплекс г. Воронежа как совокупность территорий с особым режимом использования земель выделяется в составе городских территорий с целью сохранения максимально возможной площади экологически эффективных природных и озелененных территорий, составляющих единую

эколого-градостроительную планировочную систему и являющихся важным фактором стабилизации и улучшения состояния окружающей среды и микроклимата в городе и отдельных его районах, сохранения разнообразного растительного и животного мира, создания благоприятных условий для отдыха и оздоровления населения в природном окружении в черте города.

Природоохранные и рекреационные функции территорий Природного комплекса определяются в качестве основных.

Общая площадь территорий Природного комплекса – 43 423,39 га. По происхождению и характеру растительности – основного компонента, определяющего включение той или иной территории (участка) в Природный комплекс г. Воронежа, его территории подразделяются на природные, озелененные и резервные, площадь которых соответственно составляет 38 187,69 га, 4 864,2 га и 371,5 га [1].

К **природным территориям** относятся:

- лесные массивы, принадлежащие как лесхозам, так и сторонним держателям с болотами, водоемами и водотоками;
- овражно-балочные системы и долинны комплексы рр. Воронеж, Усмань, Дон (частично), протекающих преимущественно в открытых руслах и естественных берегах, с находящимися в их пределах болотами, лугами, перелесками;
- сельскохозяйственные угодья (пашни, огороды).

В состав **озелененных территорий** города включены зеленые насаждения следующих категорий:

- общего пользования – парки, сады, бульвары, набережные;
- ограниченного пользования – на участках жилых территорий и территорий учреждений и организаций с высокой долей зеленых насаждений;
- специального назначения – коллективные и фруктовые сады, ботанические сады, питомники, кладбища, санитарно-защитная зелень.

Основу Природного комплекса образуют особо охраняемые территории, представлен-

ные памятниками природы. В настоящее время в пределах городской черты расположено 19 памятников природы регионального значения, из них 17 – ботанические дендрологические и ландшафтные, и 2 – гидрологические.

Общая площадь особо охраняемых территорий, не включая гидрологических памятников природы, составляет – 401,5 га, в том числе расположенных на природных территориях – 88,5 га, на озелененных – 313,0 га [1].

Анализируя состояние системы озеленения, прежде всего следует отметить неодинаковое распределение земель Природного комплекса в различных частях города. Так, природные территории расположены преимущественно в периферийных частях города (окраинные лесные массивы, поймы рек).

Озелененные территории размещены дисперсно, крайне неравномерно и не представляют собой единой системы зеленых насаждений. Положительным моментом можно считать ландшафтный коридор водохранилища, объединяющий «северные» и «южные» лесные массивы.

Природный комплекс является важным фактором стабилизации и улучшения состояния окружающей среды, современное же состояние значительной его части следует признать неудовлетворительным, что зависит от множества факторов естественного и антропогенного характера.

Лесные массивы являются ведущей составляющей территорией ПК г. Воронежа. Это леса I группы, категории защитные практически полностью, принадлежащие Государственному лесному фонду и находящиеся в ведении лесхозов (Сомовского, Ново-Усманского, Семилукского, учебно-опытного ВЛТА). Незначительная часть лесов принадлежит сторонним держателям (совхозам, ТОО, районным администрациям города) [3].

Долинны (водно-ландшафтные комплексы) также играют важнейшую роль в формировании ПК города, но именно они наиболее уязвимы в экологическом отношении и подвергаются активному техногенному и рекреационному воздействию.

В результате постоянного загрязнения неочищенными ливневыми и условно чистыми промышленными стоками, воды

водохранилища практически не могут быть использованы для купания. Кроме того, имея гидравлическую связь с горизонтами подземных вод, используемых для питьевого водоснабжения, воды водохранилища являются их потенциальным источником загрязнения.

Промышленными и коммунальными стоками загрязняется р. Дон через коллектор «Голубой Дунай».

Значительное рекреационное воздействие испытывает р. Усмань, особенно в местах массового отдыха, на участках расположения туристических баз и оздоровительных лагерей.

В процессе градостроительного освоения значительным изменениям подверглась система малых рек.

В результате создания Воронежского водохранилища полностью исчезла р. Инютинка, пойма р. Воронеж как геоморфологический элемент в большей части утрачена и присутствует лишь ниже плотины и выше моста объездной дороги.

Естественные участки долин подвергаются фрагментации и уничтожению, особенно в местах, прилегающих к застроенным территориям. Так, долина р. Песчанка, которая в начале века была полноводной и живописной, представляет собой почти полностью уничтоженное русло в результате интенсивного хозяйственного освоения, создания неупорядоченных свалок и т.д. Спрявление и засыпка русел, взятие их в коллекторы приводит к изменениям гидро-геологического режима, локальному подтоплению застроенных территорий, уменьшению глубины и площади живого сечения, меженного стока и т.д.

Похожая ситуация складывается в пойме р. Тавровка.

Прибрежные территории часто неблагоустроены, заняты коммунально-складскими сооружениями, садово-огородными участками.

Таким образом город лишается ценных в ландшафтном и рекреационном значении территорий.

Овражно-балочная сеть, являясь структурным элементом долинных комплексов, выполняет важные санитарно-гигиенические и композиционно-эстетические функции в ландшафте города, придавая ему

своеобразный облик, и, кроме того, являясь аэродинамическими коридорами и проводниками зелени вглубь застроенных территорий, фокусными точками в системе озеленения и панораме города.

Овражно-балочная сеть развита на правобережье и левобережье Воронежского водохранилища.

На правобережье развиты наиболее крупные и древние балки (Ботаническая, Чижовская, Стрелецкий лог и др.). Они глубоко врезаны, имеют склоны от 20 % и более. Склоны, как правило, застроены, причем это участки наиболее древней застройки города. На левобережье водохранилища балки имеют пологие склоны и наибольшую глубину врезки; распространение их незначительно. Ряд балок правобережья выходят устьями к пойме р. Дон. Самая крупная из них – балка в районе правобережных очистных сооружений. Когда-то в балке проходил мощный временный водоток, в настоящее время вдоль русла проложен коллектор промышленно-бытовых сточных вод. В верховье балка подвергалась фрагментации и засыпке и практически полностью занята сооружениями промышленно-коммунального назначения.

Балка «Песчаный лог» также значительно нарушена хозяйственной деятельностью на всем протяжении: замусорена, изрыта, занята гаражами.

Сельскохозяйственные угодья расположены, в основном, в южной части города и используются в соответствии со своим функциональным назначением, иногда выполняя роль «буфера», защищающего озелененные и природные территории от прямого антропогенного пресса со стороны селитебных территорий и автомагистралей (например, сельхозугодья ВГАУ в районе центрального парка культуры и отдыха и в районе ТОО «Сомовское»).

Озелененные территории являются важной составляющей Природного комплекса.

В настоящее время система городских зеленых насаждений имеет дисперсный характер: отдельные участки зелени практически не связаны друг с другом, нет озелененных пешеходных связей.

По материалам инвентаризации зеленых насаждений по некоторым паркам,

скверам и улицам г. Воронежа (ЦНИИЛГиС, 1994г.), состояние насаждений магистральных улиц характеризуется как неудовлетворительное. Разной степени усыхания подвержено от 20 % до 50 % деревьев, при этом наиболее уязвимы клен ясенелистный, вяз и тополь в возрасте более 30 лет. В парковых насаждениях также отмечается неблагоприятная обстановка: от 18 % до 30 % деревьев подлежат санитарной рубке [1].

Основные причины: высокая бактериальная зараженность (при обследовании выявлено 53 вида грибов, 3 вида бактерий [1]), высокий возрастной состав, который способствует снижению защитных функций пород; крайне неудовлетворительный уход за насаждениями, частые механические повреждения.

Большая часть городских зеленых насаждений нуждаются в реконструкции и более тщательном уходе. При этом большая часть территории современного города имеет недостаточное количество зеленых насаждений общего пользования.

В соответствии со СНиП 2.07.01-89* [2] удельный вес озелененных территорий различного назначения в пределах застройки городов (уровень озелененности территории застройки в границах красных линий) должен быть не менее 40 %.

На территории города, в пределах административных районов, выделены территории, соответствующие нормативному показателю (по норме СНиПа составляющий не менее 40 % в границах красных линий в пределах застройки [2]). Таких территорий 44 %. Выше нормативного показателя – 20 %, ниже его – 36 %.

Отдельно нормируются озелененные территории общего пользования: парки, скверы, сады, бульвары, площадь которых в соответствии с нормами должна составлять 10 м²/чел. общегородского значения и 6 м²/чел. в жилых районах [2].

Выделение территорий зеленых насаждений общего пользования в общей структуре озелененных территорий города прежде всего связано с тем, что именно они играют важнейшую роль в обеспечении кратковременного отдыха населения и их наличие необходимо в планировочной организации городских территорий.

В последнее время, так как нормируемый показатель зеленых насаждений общего пользования трудно достижим, имеется тенденция определить уровень озелененности как главный критерий в формировании зеленых городских пространств. Однако такой подход не является бесспорным, так как наличие зеленых насаждений общего пользования в структуре застроенных территорий необходимо с точки зрения не только СНиП, но и для оптимального формирования городских пространств, создания мест кратковременной рекреации.

Озеленению **промышленно-коммунальных зон** придается особое значение. Зеленые насаждения и газонные пространства играют существенную оздоровительную роль: над ними образуется зона пониженного давления, горизонтальные токи воздуха над ней снижаются и замедляются, что способствует очищению газовой смеси от твердых частиц.

Большинство сложившихся производственных зон характеризуется отсутствием разработанных и утвержденных проектов санитарно-защитных зон; благоустройство территории выражается лишь озеленением предзаводских площадок, озеленение же самих участков промышленных предприятий далеко от нормативных.

К сожалению, определить достаточно достоверно процент озеленения промплощадок города проблематично, что связано с отсутствием инвентаризационных данных. Предварительный анализ показал, что озелененные территории составляют не более 1–2 % [1] от общей площади предприятий, что в значительной мере связано со значительной плотностью застройки, отсутствием свободных площадок для организации зеленых зон.

Прилегающие к производственным зонам территории Природного комплекса (лесные массивы, участки пойм, овражно-балочные комплексы) часто не благоустроены и подвергаются замусориванию.

Санитарно-защитные зоны предприятий зачастую застроены коммунально-складскими сооружениями; насаждения представлены зелеными полосами вдоль прилегающих улиц (например, по ул. Кольцовской, у Механического завода по ул. Солнечной и т.п.).

**Баланс территории Природного комплекса г. Воронежа (существующее положение)
по расчетам опорного Генерального плана**

Территории Природного комплекса	Площадь, га	Процент от всей территории ПК
1. Природные территории, <i>из них памятники природы</i>	38 187,69 88,5	87,9 %
1.1. Лесные массивы	21 800,41*	
1.2. Сельскохозяйственные угодья	7 330,28	
1.3. Долинные комплексы (водно-ландшафтные), <i>в т.ч. водные поверхности</i>	9 057,0 6 645,55	
2. Озелененные территории, <i>из них памятники природы</i>	4 864,2 313,0	11,2 %
2.1. Озелененные территории общего пользования, <i>в том числе парки, сады; скверы; бульвары.</i>	462,5 241,8* 105,3 115,4	1,1 %
2.2. Озелененные территории ограниченного пользования (административно-общественных и учреждений здравоохранения)	91,0	
2.3. Озелененные территории специального назначения, <i>в том числе кладбища; коллективные сады; питомники; ботанические сады; фруктовые сады; прочие (санитарно-защитные зеленые насаждения)</i>	4 310,7 226,6 2 809,0 566,7 83,6* 584,0 40,8	
3. Неосвоенные резервные территории	371,5	0,9 %
ИТОГО	43 423,39	100,0 %

Примечание: * Территории, в состав которых вошли памятники природы

Посадки нуждаются в реконструкции в связи с возрастным (более 30 лет) и породным (тополь пылящий, клен ясенелистный) составом. Практически отсутствуют газонные пространства.

Таким образом, из анализа существующего положения территорий Природного комплекса, к числу основных проблем их формирования следует отнести:

- количественное уменьшение территорий ПК;
- качественную деградацию основных составляющих ПК;
- отсутствие градостроительной документации, определяющей принципы градостроительной деятельности на землях ПК, закрепленных в правилах застройки города и других правовых документах;
- недостаточное финансирование и востребование работ по озеленению и благоустройству города и сохранению природных систем;

– отсутствие системы слежения за динамикой преобразования территорий ПК;

– отсутствие понимания важности и роли ПК в структуре городских территорий как средства обеспечения полноценного качества проживания, как у отдельных категорий населения, так и на уровне конкретных должностных лиц городской администрации, ответственных за оптимальное развитие города.

Территория Природного комплекса в существующем балансе земель г. Воронежа составляет 43,4 тыс. га, или 71,9 % [1]. Это самая крупная функциональная зона города.

Значительную часть территорий природного комплекса составляют природные территории – 87,9 % [1].

Озелененные территории в природном комплексе составляют 11,2 %, в том числе озелененные территории общего пользования – 462,5 га, или 1,1 % [1].

Баланс территории Природного комплекса приведен в табл. 1.

Т а б л и ц а 2

Обеспеченность озелененными территориями общего пользования г. Воронежа [1]

Наименование насаждений	Районы города						
	Централь- ный	Коминтер- новский	Ленинский	Советский	Железно- дорожный	Левобе- режный	Итого
Парки, сады, га	138,6	2,9	6,0	37,8	3,5	53,0	241,8
Скверы, га	32,8	17,5	11,4	14,2	14,5	14,9	105,3
Бульвары, га	15,3	24,6	16,2	19,2	19,2	20,9	115,4
Итого, зеленые насаждения общего пользования, га	186,7	45,0	33,6	71,2	37,2	88,8	462,5
Численность населения, т.чел.	91,0	242,4	123,3	170,4	98,1	182,7	908,9
Обеспеченность озелененными территориями общего пользования, м ² /чел.	20,5	1,9	2,7	4,2	3,7	4,9	5,1
% обеспеченности	128,1	11,9	16,9	25,3	23,1	30,5	31,9

Т а б л и ц а 3

Баланс территории Природного комплекса г. Воронеж (проектируемое положение) по расчетам Генерального плана на расчетный срок (до 2022 г.)

Территории Природного комплекса	Площадь, га	Процент от всей территории ПК
1. Природные территории, <i>из них памятники природы и проектируемые ООПТ</i>	34 701,39 17 490,0	81,2 %
1.1. Лесные массивы	19 812,21*	
1.2. Сельскохозяйственные угодья	6 533,18	
1.3. Долинные комплексы (водно-ландшафтные), <i>в т.ч. водные поверхности</i>	8 356,0 6 645,55	
2. Озелененные территории, <i>из них памятники природы</i>	8 015,9 2 534,7	18,8 %
2.1. Озелененные территории общего пользования, <i>в том числе парки, сады, скверы, бульвары; Лесопарки.</i>	3 614,2 1 313,0* 2 301,2*	8,5 %
2.2. Озелененные территории ограниченного пользования (административно-общественных и учреждений здравоохранения)	91,0	
2.3. Озелененные территории специального назначения, <i>в том числе кладбища; коллективные сады; питомники; ботанические сады; фруктовые сады; прочие (санитарно-защитные зеленые насаждения)</i>	4 310,7 226,6 2 809,0 566,7 83,6* 584,0 40,8	
ИТОГО:	42 717,29	100,0 %

Примечание: * Территории, в состав которых вошли памятники природы и проектируемые ООПТ

Баланс территории природного комплекса г. Воронеж на существующее положение получен в соответствии с данными АООТ ВПИ «ВОРОНЕЖПРОЕКТ», 2000 г. [1] и по расчетам опорного генерального плана.

В целом по городу обеспеченность зелеными насаждениями общего пользования составляет 5,1 м²/чел., или 31,9 % от нормативного показателя, и колеблется по административным районам города от 1,9 до

20,5 м²/чел. Однако и этот показатель имеет тенденцию к снижению [1]. Обеспеченность озелененными территориями общего пользования приведена в табл. 2.

Неосвоенных свободных земель в городе 371,5 га [1]. Они являются резервом для развития природного комплекса. Это сильно нарушенные хозяйственной деятельностью отработанные карьеры песка в п. Придонском и с. Малышево, не занятые под коммунальную застройку, незначительные участки балки «Песчаный Лог», территории, не имеющие определенного градостроительного использования, в районе склада дивинила.

Проектными решениями Генерального плана г. Воронежа предусмотрено увеличение площадей озеленения общего пользования и развитие единой системы озеленения. Баланс территории природного комплекса после осуществления проектных намерений получен по расчетам генерального плана городского округа г. Воронеж на расчетный срок (до 2022 г.).

Баланс территории Природного комплекса г. Воронежа (проектируемое предложение) приведен в табл. 3.

Предложения по развитию территории Природного комплекса прежде всего направлены на:

- закрепление понятия роли Природного комплекса в поддержании экологического равновесия как природно-экологического каркаса города;

- понимание роли Природного комплекса как одной из основных градоформирующих составляющих городской планировочной структуры, фактора безопасного и устойчивого развития города;

- формирование нового понимания и новых критериев ценности окружающей среды: от традиционных задач защиты окружающей среды от загрязнения до задачи сохранения и развития всего биологического разнообразия в условиях городской среды.

Данные задачи решаются по ряду направлений в комплексе образующих целостную картину развития территории Природного комплекса.

Сохранение в естественном состоянии большей части природных территорий. В интересах обеспечения единого режима ох-

раны государственного природного заказника «Воронежский» федерального значения предлагается исключить территорию, на которой он располагается, из состава поселения с отнесением к соответствующим районам области и сохранением статуса земель ГЛФ.

В соответствии с Законом РФ «Об особо охраняемых природных территориях», дополнительно к существующим памятникам природы, на городских территориях предлагается выделить территории особой экологической ответственности, придав им статус особо охраняемых природных территорий.

К данным территориям следует отнести:

- городские леса, которые в соответствии с Лесным кодексом (ст. 7), Земельным кодексом (ст. 71, 78, 79) должны быть выведены из состава ГЛФ. При этом в первую очередь необходимо создать структуру по управлению городскими лесами с определением источников финансирования и привлечением к управлению квалифицированных специалистов лесного хозяйства;

- родники как уникальные объекты живой природы в пределах городской черты. Большая часть родников находится в неудовлетворительном состоянии, необходимо их обустройство и установление зон санитарной охраны, что значительно обогатит ландшафт города, при этом родниковые воды могут быть использованы как в питьевых, так и в рекреационных целях;

- озелененные территории ПК, входящие в границы исторического центра города, с целью сохранения уникальных средовых качеств центральной части города и его облика в целом, так как происходящее активное и порой хаотичное освоение данных территорий, в т.ч. уплотнение жилой застройки, редко дисгармонизирует со сложившимся окружением, нарушая визуальные связи, создавая реальную угрозу потери исторического лица города. («Брикманский сад» – сквер по ул. Транспортная).

Частичный вывод из состава Природного комплекса территорий, занятых сельскохозяйственными землями и луговыми сообществами (под проектирующую застройку), поскольку данные участки в связи с постоянным аграрным использованием не

могут быть отнесены к территориям Природного комплекса, так как не являются единой градоформирующей системой средозащитного, природоохранного, историко-культурного и рекреационного назначения. **На сельскохозяйственных землях, оставляемых в составе Природного комплекса**, предполагается проведение **мероприятия по новому зеленому строительству** с организацией озелененных территорий общего пользования.

Организация лесопарков (парков «на пороге города») на участках лесонасаждений, непосредственно примыкающих к застройке: в северном жилом районе, в левобережной части города восточнее ул. Землячки (р-н ВЗСАК), южнее городской больницы №8, в пос. Малышево и Тенистый, в юго-западном районе по пр-ту Патриотов; в районе с. Подгорное и с. Сомово -Боровое (лугопарк в пойме р. Усмань).

При этом должны быть определены организации, ответственные за эксплуатацию и содержание данных лесопарковых участков.

Поддержание естественных элементов рельефа с целью сохранения своеобразия и индивидуальности городского ландшафта, в т.ч.:

- прибрежной полосы водохранилища как фронтально раскрытого пространства;
- прибрежного правобережного склона и бровки рельефа как главной экспозиционной площадки в силуэте города и стержня архитектурно-пространственной композиции;
- правобережных овражно-балочных систем как осей глубинно раскрывающихся элементов ландшафта и проводников «зелени» вглубь жилых районов, с проведением мероприятий по их обустройству, ликвидации микросвалок, работ по укреплению склонов и т.п.

При этом должны быть разработаны и приняты правила застройки данных территорий как территорий особой градоэкологической ответственности.

Проведение реабилитации (восстановления) утраченных или значительно измененных ландшафтов, включая:

- проведение искусственного лесовозобновления на участках правобережного склона водохранилища в районе п. Шилово, в балках «Песчаный лог» и «Голубой Дунай»,

на месте рекультивируемых карьеров в пос. Малышево и Придонской;

- восстановление эстетической и рекреационной ценности нарушенных ландшафтов в пределах водоохранной зоны р. Песчанка и поймы р. Тавровка;

– упорядочение и повышенный экологический контроль на территории промышленно-коммунальных зон, расположенных на территории данных природных комплексов или в непосредственной близости от них.

Значительная роль в проектном решении уделяется **сохранению озелененных территорий**, включая следующие мероприятия:

- поддержание и эксплуатация на существующем уровне благоустройства озелененных территорий, находящихся в относительно благополучном состоянии, таких как Кольцовский сквер, сквер у библиотеки им. Никитина и театра оперы у балета на ул. Кирова, у магазина « Оптика» на площади Победы, бульвар по ул. Орджоникидзе, сквер на ул. Советской и ряд других;

– улучшение качества существующих зеленых насаждений, в том числе реконструкция и благоустройство сложившихся парков, скверов, бульваров, уличных насаждений, пришедших в упадок вследствие возрастного и породного состава и недостаточности ухода, включая реализацию программы « Замена пылящих тополей « по основным улицам города;

– новое зеленое строительство, возможности которого ограничены, так как резерв свободных территорий для данных целей практически исчерпан. Наиболее значительными резервными территориями для зеленого строительства являются территории у спортивного комплекса «Юбилейный», в районе «Роща сердца», участки набережных: Спортивной, Массолитинова, Горького, Авиастроителей, Чуева.

На участках с высокой плотностью застройки, в целях оздоровления территории (особенно центра города), рекомендуется использование нетрадиционных форм озеленения контейнерного, вертикального и террасного, создание газонов на крышах подземных гаражей, озеленение балконов. Новые участки зелени должны появиться в жилых районах, намечаемых под реконструкцию, за счет

создания более комфортного жилья и скверов-карманов на месте сноса.

Укрепление целостности и непрерывности Природного комплекса города достигается за счет:

- формирования «широтных» направлений экологического каркаса, что позволит сделать его более устойчивым, объединив в единую структуру природные и озелененные территории, прежде всего это крупные формирующиеся комплексные оси на базе парка культуры и отдыха с выходами к пойменным территориям рек Дон и Усмань, а также ось, образуемая за счет реабилитации балки «Песчаный лог» и организации водоохранной зоны р. Песчанка;

- формирование ландшафтно-пешеходных связей за счет объединения всех категорий зеленых насаждений в единую систему, связывающую ландшафтные и исторические объекты города. Ландшафтно-пешеходные связи в основном совпадают с существующей дорожно-транспортной сетью или чисто пешеходными зонами (например, по ул. Помяловского или в проектируемой пешеходной зоне между ул. Ф.Энгельса и пр. Революции). Цель при этом заключается в отдании приоритетов развития зеленых насаждений по предлагаемым ландшафтно-пешеходным направлениям, в условиях реконструкции как жилых районов, так и магистральных улиц.

В связи с тем, что состояние Природного комплекса города во многом определяется характером и размером величины технического влияния со стороны промышленных предприятий, необходима **разработка отдельных программ по озеленению и ландшафтной организации производственно-коммунальных зон**, включая комплекс мер направленных на:

- ликвидацию экологически опасных и вредных производств и предприятий, усовершенствование технологических процессов;

- реорганизацию территорий промышленно-коммунальных зон с целью их сокращения с использованием высвобождаемых территорий под озеленение и благоустройство и организацию санитарно-защитных зон и озелененных разрывов между жилыми и промышленно-коммунальными предприятиями.

- сохранение и реабилитацию участков Природного комплекса, расположенных на территориях промышленных предприятий.

В целях обеспечения оптимальных условий для сохранения, рационального использования и развития территорий Природного комплекса на них должны быть установлены особые **режимы регулирования градостроительной деятельности (РРГД)**.

Природный комплекс города имеет тесные взаимосвязи с **природным комплексом пригородной зоны**, образуя в ряде случаев целостные природно-территориальные системы. Прежде всего это ландшафтные коридоры рек Воронеж–Усмань, берущие начало за пределами Воронежской области, а также Усманский бор, часть которого расположена в границах Липецкой области.

Обеспечение территориальной целостности и непрерывности Природного комплекса городских и пригородных территорий достигается за счет:

- организации водоохранной зоны рек на всем протяжении в границах области;

- возобновление формирования зеленого защитного пояса вокруг г. Воронежа, включая озеленение неудобных земель (в т.ч. оврагов и балок) и прибрежных полос рек, озер, прудов; развитие полевых защитных лесозащитных насаждений; озеленения полос отчуждения федеральных автомагистралей и технических зон;

- придание статуса заказника Усманскому бору как уникальному природному объекту Черноземного региона.

Проектируемую застройку, в соответствии с решениями генерального плана, предполагается разместить в основном на бывших землях сельхозугодий и луговых сообществ, не несущих в связи с постоянным аграрным использованием значимой средоохранной эффективности, определяемой общей биологической продуктивностью представленной на территории растительности.

В соответствии с предложениями по развитию территории Природного комплекса, проектными решениями генерального плана г. Воронежа предусмотрено проведение реабилитации утраченных или значительно измененных ландшафтов.

На участках городских лесов, примыкающих непосредственно к районам с жилой застройкой, предполагается организация лесопарков с целью снижения негативного воздействия неорганизованной рекреации на естественные природные сообщества. При этом должен быть разработан комплекс мероприятий по благоустройству в соответствии с проектируемыми режимами регулирования градостроительной деятельности (РРГД) и величиной нормативно допустимой рекреационной нагрузки.

Значительная роль в проектом решении уделяется поддержанию на должном уровне благоустройства, улучшению качества существующих зеленых насаждений и новому зеленому строительству.

Планировочными решениями генерального плана городского округа г. Воронеж предусмотрено создание новых озелененных площадей в центральной части города, поскольку обеспеченность населения зелеными насаждениями общего пользования не соответствует нормативной документации. Высокая доля запечатанных земель не позволяет обеспечить 100 % соблюдение нормативов в центральной части города. Однако в целом по городу благодаря планировочным решениям генерального плана обеспеченность составит 18,0 кв.м/чел., что соответствует нормативным требованиям.

В целях неотложного принятия мер по сохранению и развитию территорий Природного комплекса г. Воронежа экологическим аспектом генерального плана г. Воронежа было предложено:

- принятие нормативных документов на уровне городского округа г. Воронежа для придания статуса особо охраняемых природных территорий, предлагаемым проектными решениями генерального плана территориям особой экологической ответственности;

- реализация утвержденной программы мероприятий по оздоровлению Воронежского водохранилища;

- обращение в Минприроды России и администрацию Воронежской области о создании на территории города и области природного парка межрегионального значения «Усманский бор», включая правобережные нагорные дубравы г. Воронежа;

- разработка методики расчета возмещения вреда от уничтожения зеленых насаждений в результате градостроительной или иной деятельности;

- разработка территориального кадастра территорий Природного комплекса с установлением границ отдельных его составляющих и режимов регулирования градостроительной деятельности на их территории;

- проведение инвентаризации и паспортизации всех участков озеленения в составе жилой, общественной и производственной застройки с закреплением отводов в границах красных линий, в том числе питомников и цветочно-оранжерейных хозяйств;

- разработка программы по оздоровлению территорий центра города и промышленно-коммунальных зон;

- разработка на стадии проектов планировки комплекса мероприятий по озеленению и благоустройству отдельных территорий Природного комплекса, входящих в границы разработки этих проектов;

- разработка проектов благоустройства территорий лесопарков с целью снижения несанкционированной рекреационной нагрузки на природные территории, примыкающие к ним;

- разработка блока законодательных актов по защите ПК, включая:

- нормативные документы, включающие регламентируемые показатели градостроительной деятельности на территориях Природного комплекса г. Воронежа.

Регламентации подлежат:

- соотношения элементов территории, занятых зелеными насаждениями, и благоустройства; расстояния от зданий и сооружений до древесного яруса, отдельных деревьев и водных объектов;

- размещение зданий и сооружений на проектируемом участке;

- габариты допускаемой застройки и ее назначение;

- материалы, используемые на территориях Природного комплекса для покрытия хозяйственных площадок, прогулочных дорог, площадок отдыха;

- густота и трассировка дорожно-тропиночной сети, насыщенность территории

малыми архитектурными формами, их виды, размещение, материалы;

– площадь приобъектной озелененной территории;

– предельно допустимая рекреационная нагрузка на территориях Природного комплекса.

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. В результате осуществления проектных намерений по реализации решений генерального плана городского округа г. Воронеж территория природного комплекса в балансе земель г. Воронежа составит 42,7 тыс. га, или 66,2 %, что соответствует нормативным документам.

2. Значительную часть территорий природного комплекса составляют природные территории – 81,2 %.

3. Озелененные территории в природном комплексе составляют 18,8 %, в том числе озелененные территории общего пользования – 3 614,2 га или 8,5 %.

4. В результате осуществления проектных намерений обеспеченность зелеными насаждениями общего пользования (парки,

сады, скверы, бульвары) увеличится и составит 13,0 м²/чел. В соответствии со СНиПа 2.07.01-89, при организации лесопарковых зон суммарная обеспеченность озелененными территориями общего пользования составит 18,0 кв.м/чел., или около 112,5 % от нормативного показателя.

5. Основные планировочные решения проекта генерального плана городского округа г. Воронеж разработаны в соответствии с предложениями по развитию территорий Природного комплекса и направлены на обеспечение целостности и взаимодействия основных составляющих Природного комплекса – природных и озелененных территорий, и связи их с загородными ландшафтами.

Библиографический список

1. Схема сохранения и развития природного комплекса г. Воронежа. Пояснительная записка 38 – ДСП ПЗ. – Воронеж, 2000 г.
2. СНиП 2.07.01-89* Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений.
3. Постановление главы городского округа Воронеж от 27.07.06 №1507 «Об утверждении плана первоочередных мероприятий по решению проблемы лесов, расположенных в черте городского округа Воронеж (городские леса)».

ФЛОРА ГОРОДА БОРИСОГЛЕБСКА

Т.С. ЗАВИДОВСКАЯ, доц. каф. биологии и методики ее преподавания ГОУ ВПО «Борисоглебский государственный педагогический институт», канд. биол. наук

zts.ok@mail.ru

Интерес к изучению флоры городов, заметно возросший в последние годы, обусловлен спецификой урбанофлор. Они представляют собой результат сложного взаимодействия естественных факторов формирования растительного покрова и техногенеза. Именно во флоре городов наиболее концентрированно выражаются общие тенденции трансформации растительного покрова Земли: унификация, адвентивизация, синантропизация и т.д. В свете глобальной урбанизации как ведущего направления развития современной цивилизации выявление закономерностей формирования урбанофлоры позволит в определенной степени направлять этот ныне преимущественно стихийный процесс.

В настоящее время имеются данные по флоре ряда городов: Воронежа [1], Саратова [2] и др. Однако исследованиями охвачены преимущественно урбанофлоры крупных областных, промышленных, экономических центров. Флоры малых городов по-прежнему остаются слабо вовлеченными в процесс изучения.

На территории г. Борисоглебска целенаправленные флористические исследования ранее не проводились. Это обусловило новизну и актуальность данного исследования.

Изучение флоры проводилось маршрутно-рекогносцировочным методом в течение 2004–2009 гг. В результате было собрано около 3 тыс. гербарных листов. Территория города рассматривается в соответствии с его административными границами.

Соотношение таксонов высшего ранга во флоре г. Борисоглебска

Таксон	Число семейств		Число родов		Число видов	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%
<i>Equisetophyta</i>	1	1,2	1	0,3	5	0,9
<i>Polypodiophyta</i>	4	4,8	4	1,1	4	0,7
<i>Pinophyta</i>	3	3,6	7	2,0	12	2,2
<i>Magnoliophyta</i>	76	90,4	339	96,6	539	96,2
<i>Magnoliopsida</i>	62	73,8	282	80,4	451	80,5
<i>Liliopsida</i>	14	16,6	57	16,2	88	15,7
Всего	84	100	351	100	560	100

Борисоглебск – второй по значимости город Воронежской области Центрально-Черноземного региона, расположенный в 230 км к востоку от областного центра. Площадь его 5371 га. По данным городского статистического управления, в нем проживает 80,3 тыс. человек (2006 г.). На территории города действует 47 промышленных предприятий. С запада на восток город пересекают автодорога, соединяющая его с областным центром, и железная дорога, связывающая Борисоглебск с южными и центральными регионами страны.

В соответствии с крупномасштабной схемой районирования [3] территория расположения города относится к Восточноевропейской лесостепной провинции Европейской степной области. Территории к юго-западу от города представляют собой пойму рек Хопра и Вороны. Южную и юго-восточную окраину защищают сосновые насаждения. Западная окраина города обращена к пойме реки Вороны и выходит местами к Теллермановскому лесному массиву. Восток и северо-восток города соседствует с агроценозами. Северная и северо-западная части города граничат с пойменными растительными сообществами.

Климат района характеризуется как умеренно континентальный. Для него характерны жаркое сухое лето и умеренно холодная зима. По данным Борисоглебской метеостанции самый жаркий месяц июль (средняя температура +22 °С), самый холодный – январь (средние температуры колеблются от -10,5 °С до -8,5 °С). По соотношению количества осадков и испаряемости район относится к территории с недостаточным увлажнением.

Основная часть города расположена на плато, представляющем водораздел рек Вороны и Хопра. Он характеризуется полого-

волнистым рельефом. Местами платообразную поверхность прорезают овраги – остатки русел временных водотоков, существовавших до возникновения города и застройки территорий.

Надпойменные террасы четко выделяются в рельефе западной части города, обращенной к пойме р. Вороны. Близ северной границы города наряду с общим уклоном территории в рельефе выделяется понижение ручья Сухой Чигорак.

Территория г. Борисоглебска располагается в зоне черноземных фонообразующих почв, которые формируются под степной растительностью. Другим зональным типом почв района являются серые лесные почвы, образованные под широколиственными лесами.

Распространение почв на территории города согласуется с особенностями рельефа. Однако длительное антропогенное воздействие привело к их изменению и преобразованию в урбаноземы. Характерны такие признаки их антропогенной трансформации, как переуплотнение поверхностного горизонта, его гомогенность и бесструктурность. Под искусственными зелеными насаждениями (газонами, клумбами и т.п.) сформировались хорошо гумусированные квазиземы. Запечатанные почвы представлены преимущественно в центральной части города, где имеет место асфальтовое покрытие дорог и тротуаров.

Естественная растительность на территории города практически не сохранилась. Основными типами зеленых насаждений являются парк культуры и отдыха, скверы, бульвары, уличные посадки.

Первые особенности флоры г. Борисоглебска выявляет анализ таксонов высшего ранга (табл. 1).

Спектр ведущих семейств некоторых территорий

Сем-во	№ в спектре	г. Борисоглебск		г. Тейково		Воронежская обл.
		абс	%	абс	%	%
<i>Asteraceae</i>	1	75	13,4	50	12,1	11,7
<i>Poaceae</i>	2	51	9,1	36	8,8	6,2
<i>Rosaceae</i>	3	36	6,4	26	6,3	6,4
<i>Brassicaceae</i>	4	31	5,5	28	6,6	5,4
<i>Fabaceae</i>	5	30	5,4	26	6,3	5,9
<i>Lamiaceae</i>	6–7	26	4,6	15	3,7	4,1
<i>Apiaceae</i>	6–7	26	4,6	11	2,7	3,5
<i>Caryophyllaceae</i>	8	23	4,1	16	4,9	3,7
<i>Scrophulariaceae</i>	9	19	3,4	12	3	3,4
<i>Ranunculaceae</i>	10	14	2,5	–	–	3,4

Соотношение отделов и классов сосудистых растений показывает абсолютное преобладание покрытосеменных растений (90,4 %). Снижена по сравнению с естественными флорами доля участия высших споровых растений. Такое соотношение в целом характерно для урбанизированных территорий. Обращает внимание увеличение числа видов отдела *Pinophyta*, что связано с большим разнообразием культивируемых на территории города голосеменных, главным образом интродуцентов. В естественных фитоценозах они составляют всего 0,32 % [4].

Десять ведущих семейств флоры г. Борисоглебска составляют 59 % (331 вид) от общего числа видов (табл. 2). Господствующее положение занимает семейство *Asteraceae*. Как отмечают исследователи [2], его представители характеризуются высокой экологической пластичностью и большим адаптационным потенциалом, что позволяет им заполнять разнообразные экологические ниши. Также увеличена по сравнению с естественными флорами доля участия семейств *Poaceae* (за счет «беглецов из культуры» и сорных видов) и *Rosaceae* (за счет культивируемых видов). Три ведущих семейства флоры города составляют 28,9 % от общего числа видов.

Снижено по сравнению с флорой Воронежской области участие представителей семейств *Cyperaceae* и *Liliaceae*, что, вероятно, связано с почти полным отсутствием природных местообитаний на территории города, их сильной нарушенностью и изменением в результате техногенеза. Данные семейства могут

быть использованы в качестве индикатора степени антропогенной трансформации флоры.

Возрастание индекса *Asteraceae* / *Cyperaceae* (6,25) и уменьшение значения индекса *Asteraceae* / *Poaceae* (1,47) становится одним из диагностических признаков флор урбанизированных территорий [5].

Спектр десяти ведущих семейств флоры г. Борисоглебска характеризует ее как типично голарктическую. В ней сочетаются космополитные семейства с преимущественным распространением в тропических и субтропических регионах (*Fabaceae*, *Lamiaceae*, *Rosaceae*) и семейства с преимущественным распространением в умеренных областях земного шара (*Cyperaceae*, *Caryophyllaceae*, *Ranunculaceae*).

Высокая представленность десяти ведущих семейств, большое количество монотипных и олиготипных семейств, содержащих 1–5 видов, свидетельствует о континентальности характеризующей урбанофлоры. Другими факторами, обуславливающими их значительную представленность, являются продолжающийся процесс трансформации урбанофлоры г. Борисоглебска и незавершенность ее формирования.

Анализ спектра ведущих родов подтверждает рассмотренные особенности урбанофлоры. Во флоре г. Борисоглебска нет родов, резко выделяющихся по числу видов. Самым крупным является род *Carex* (1,61 %), преобладание которого характеризует флору как бореальную и континентальную.

Высокие места делят роды, которые достигают наибольшего многообразия в ре-

гионах с крайними условиями существования: *Ranunculus* (1,07 %), *Salix* (0,89 %).

О связи флоры с аридными и семиаридными регионами Древнего Средиземноморья свидетельствует высокое положение таких родов, как *Centaurea* (1,25 %), *Artemisia* (1,07 %).

Важная особенность формирования урбанофлоры прослеживается в значительной представленности родов *Populus* (1,07 %) и *Acer* (0,89 %), многообразии которых объясняется интродукцией ряда видов, использованных в озеленении территории города.

Высокое место в спектре родов *Trifolium* (1,43 %) и *Veronica* (1,43 %) свидетельствует об относительно хорошей толерантности их представителей к условиям урбанизированной среды.

Десять ведущих родов включают в общей сложности 11,52 % от всех зарегистрированных видов.

Анализ таксономической структуры флоры г. Борисоглебска свидетельствует о характерной в целом для городов Восточной Европы тенденции к смещению основных показателей в направлении от бореальных флор к аридным [5], а также о ведущей роли техногенеза, который направляет формирование видового состава урбанофлор.

Анализ биоморфологической структуры проведен на основе классификации И.Г. Серебрякова [6]. Доминирующей жизненной формой на территории г. Борисоглебска являются многолетние травы (рисунок), которые составляют 49,4 % от общего числа зарегистрированных видов.

Данная особенность является закономерным отражением зонального положения района исследования. Многолетние травы являются преобладающей группой во флоре городов Европейской России. Так, во флоре г. Тейково (лесная зона) на них приходится 52,6 % [7], в г. Воронеже (лесостепь) многолетники составляют 53,9 % [1], для г. Саратова (степная зона) приводятся данные о 64,11 % многолетних трав [2]. Вместе с тем, в сравнении с естественными сообществами процентное участие многолетних травянистых растений в составе урбанофлоры уменьшается.

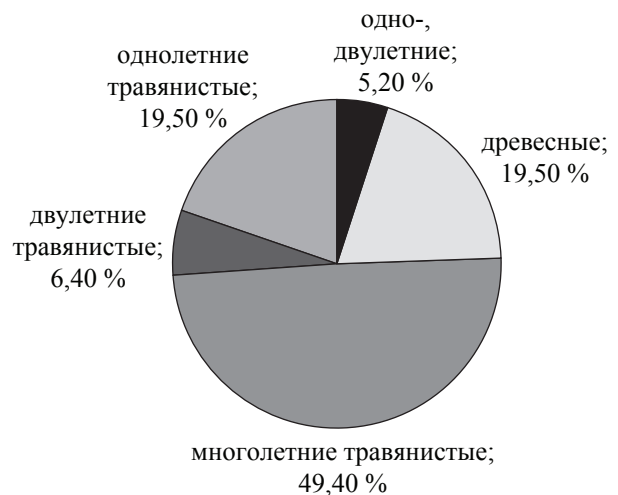


Рисунок. Соотношение жизненных форм во флоре г. Борисоглебска

Так, на территории Хоперского государственного природного заповедника встречается более 62 % многолетников [8], на территории Теллермановского лесного массива – 65,2 % [4]. Таким образом, в урбанофлоре Борисоглебска четко прослеживается тенденция снижения роли многолетников по сравнению с естественными фитоценозами.

В составе биоморфологической структуры флоры на древесно-кустарниковые растения и малолетние травы приходится по 19,5 %. Это те группы, за счет которых снижается доля многолетних травянистых растений. Рост числа древесных растений обусловлен, во-первых, интродукцией ряда видов, которые благодаря своим экологическим особенностям прочно входят в состав урбанофлоры; во-вторых, высокой жизненностью аборигенных видов, которые в большинстве проявляют устойчивость к антропогенному воздействию.

Причины увеличения количества малолетних трав в составе урбанофлоры связаны, как отмечают исследователи [2], со специфическими условиями, возникающими в городе. Частые нарушения растительного покрова, появление новых незанятых участков, динамичность процессов, обусловленных антропогенными факторами, создают условия, более благоприятные для произрастания растений с коротким жизненным циклом и лимитируют распространение многолетних трав.

Показательно в этом отношении пространственное распространение на территории г. Борисоглебска многолетних и ма-

лолетних травянистых растений, которое согласуется с интенсивностью, степенью и характером антропогенной трансформации местообитаний. Малолетние растения осваивают экстремальные экотопы (откосы, канавы, железнодорожные насыпи, песчаные местообитания), Среди них характерны представители семейств *Brassicaceae*, *Poaceae*, *Polygonaceae*. Многолетние травы характерны для относительно стабильных экотопов, близких к естественным (опушки, луга). Здесь значительно участие видов, образующих дерновину (*Festuca*, *Bromopsis*, *Elytrigia*), куртины, заросли (*Artemisia*, *Saponaria*, *Trifolium*, *Vicia*, *Salvia*, *Ficaria*, *Ranunculus*).

Таким образом, увеличение доли малолетних травянистых растений индицирует неблагоприятное экологическое состояние урбаносферы.

При анализе эколого-фитоценотической структуры группы выделялись с возможно более полным учетом особенностей растений, как это предлагает Н.Н. Цвелев [8].

Т а б л и ц а 3

Эколого-фитоценотическая структура флоры г. Борисоглебска

№	Эколого-фитоценотическая группа	Кол-во видов	
		абс.	%
1.	Лесные	63	11,3
2.	Луговые	29	5,2
3.	Опушечные		
3.1.	Опушечно-луговые	62	11,1
3.2.	Опушечно-лугово-степные	69	12,3
3.3.	Опушечно-лесные	46	8,2
3.4.	Опушечно-степные	45	8,0
3.5.	Опушечно-лугово-лесные	4	0,7
4.	Степные	33	5,9
5.	Прибрежно-водные	3	0,5
6.	Водные	7	1,3
7.	Сорные	60	10,7
8.	Болотные	51	9,1
9.	Культивируемые	88	15,7

Первое место среди эколого-фитоценотических групп (табл. 3) занимают культивируемые растения (15,7 %). Этот показатель можно оценить как умеренный. Так, во флоре г. Воронежа культивируемая группа составляет 16,8 % [1], в естественной автохтонной флоре ХГПЗ на нее приходится 6,7 % [8].

Представленность данной группы отражает роль антропогенного фактора в формировании урбанофлоры.

Вторая по значимости эколого-фитоценотическая группа в составе флоры г. Борисоглебска – опушечно-лугово-степная (12,3 %). Высокая экологическая толерантность таких видов, возможность обитать в широком диапазоне условий делают представителей этой группы одной из основных в сложении растительного покрова города.

Третье место в урбанофлоре приходится на лесные виды (11,3 %). Процент их участия несколько снижен по сравнению с другими городами. Так, в г. Воронеже лесная группа составляет 18,2 % [1]. Эту особенность флоры г. Борисоглебска можно объяснить отсутствием на его территории естественных лесных массивов хотя бы в виде фрагментов (лесопарков), которые занимают в других городах иногда значительные площади (г. Воронеж – лесопарки левобережья 14 % [1]).

Большой процент от общего числа видов составляют сорные растения (15,7 %). Их значительная представленность является проявлением процесса синантропизации растительного покрова, который наиболее ярко выражается в урбанофлорах.

Значительна роль в образовании флоры г. Борисоглебска опушечно-луговых (11,1 %), опушечно-степных (8 %) и опушечно-лесных (8,2 %) видов. В целом группа опушечных растений составляет 40,3 %. Такое соотношение в эколого-фитоценотическом спектре является проявлением зональных особенностей во флоре города, поскольку в естественных растительных сообществах края именно виды с такой фитоценотической приуроченностью образуют ядро флоры [4].

Интересна значительная представленность во флоре города болотной группы растений (9,1 %). В целом заболоченные участки занимают на территории г. Борисоглебска небольшую площадь. Однако среди всех территорий города они характеризуются, вероятно, наименьшей антропогенной трансформацией. Это нашло отражение в богатстве их видового состава.

Таким образом, анализ эколого-фитоценотической структуры позволяет уста-

новить основные источники формирования флоры г. Борисоглебска. Оно осуществляется на основе зонального типа растительности (опушечная, лесная группы) при значительном воздействии антропогенного фактора (культурная, сорная группы), вносящего коррективы в процесс флорогенеза.

Для выявления особенностей флоры большое значение имеет ее ареалогический анализ (табл. 4). Как следует из таблицы, основу флоры г. Борисоглебска составляют виды европейско-западноазиатского геоэлемента (24,3 %). Значительное участие в образовании флоры принимают также евразийские виды (23,4 %). Большинство из них обычны на исследуемой территории. Данная особенность урбанofлоры объясняется ее связью с естественными фитоценозами региона, которые также имеют евразийско-европейско-западноазиатский спектр географических элементов [4; 8].

Представители евразийского и европейско-западноазиатского геоэлементов характеризуются широкой толерантностью, тяготеют к внетропическим регионам Евразии, встречаются в различных местах обитания. Это такие виды, как *Ranunculus repens*, *Trifolium pratense*, *Medicago lupulina*, *Echium vulgare*, *Achillea millefolium*, *Aristolochia clematidis*.

К европейско-западноазиатскому геоэлементу примыкают европейско-юго-западноазиатский (2,8 %) и европейско-кавказский (4,6 %). Среди таких видов нужно отметить *Lonicera caprifolium*, *Trifolium alpestre*, *Ajuga reptans*, *Agrimonia eupatoria*, *Sorbus aucuparia*, *Melampyrum arvense*, *Ulmus laevis* и др., которые являются вполне обычными обитателями не только города, но и окрестных фитоценозов.

Третье место в географическом спектре занимают голарктические виды (11,9 %). Это преимущественно луговые, прибрежные, сорные виды. Ценотическая специфика, приуроченность к интразональным сообществам и особенно неопределенность в эколого-географическом отношении способствуют широкому распространению видов данного циркумполярного ареала. Например, *Urtica dioica*, *Plantago major*, *Chenopodium album*, *Stellaria media*, *Capsella bursa-pastoris*, *Berteroa incana*, *Lappula squarrosa*, *Xanthium*

strumarium, *Artemisia vulgaris*, *Equisetum arvense* и т.п.

На четвертом месте в спектре геоэлементов находятся виды – выходцы из Северной Америки (6,6 %). Например, такие виды, как *Quercus rubra*, *Parthenocissus quinquefolia*, *Physocarpus opulifolius*, *Aronia mitschurina*, *Robinia pseudoacacia*, *Amorpha fruticosa*, *Pinus strobus*.

Т а б л и ц а 4

Географическая структура флоры г. Борисоглебска

Группа и тип геоэлемента	Абс.	%
Плюризональная группа	93	16,6
Космополитный	7	1,3
Голарктический	67	11,9
Европейско-азиатско-североамериканский	10	1,8
Европейско-азиатско-североафриканский	9	1,6
Европейско-азиатская группа	309	55,1
Евразийский	131	23,4
Европейско-западноазиатский	136	24,3
Европейско-юго-западноазиатский	16	2,8
Европейско-кавказский	26	4,6
Восточноевропейско-азиатская группа	18	3,2
Юго-восточноевропейско-азиатская группа	14	2,5
Евросибирско-среднеазиатская группа	3	0,5
Европейская группа	45	8,1
Европейский	25	4,5
Восточноевропейский	5	0,9
Юго-восточноевропейский	7	1,3
Средиземноморский	8	1,4
Азиатская группа	19	3,4
Североамериканская группа	37	6,6
Южноамериканская группа	4	0,7
Африканская группа	1	0,2
Культурная группа	11	2
Всего	560	100

Среди геоэлементов европейской группы, на которую в общей сложности приходится 9,1 %, следует отметить европейские виды, занимающие шестое место (типичные представители – широко распространенные *Centaurea jacea*, *Crepis tectorum*, *Convallaria majalis*, *Salix caprea*, *Armoracia rusticana*), и средиземноморские. Процентное участие последних невелико (1,4 %).

Распределение адвентивных компонентов флоры г. Борисоглебска, %

Группы видов по происхождению и времени заноса		Группы видов по степени натурализации			
		эфемерофиты	колонофиты	эпекофиты	агриофиты
археофиты	ксенофиты	0,7	–	4,1	2,7
	эргазиолипофиты	–	–	–	–
	эргазиофигофиты	2,7	–	0,7	–
кенофиты	ксенофиты	4,8	–	19,2	4,1
	эргазиолипофиты	–	25,3	4,8	–
	эргазиофигофиты	12,3	5,6	10,3	2,7

К ним относятся такие имеющие хозяйственное значение виды, как *Sinapsis alba*, *Beta vulgaris*, *Anethum graveolens*, *Coriandrum sativum*, *Daucus sativum*, *Foeniculum vulgare*, а также декоративные *Philadelphus coronarius*, *Antirrhinum majus*.

Азиатские по происхождению и распространению виды составляют 3,4 % и занимают седьмое место. Среди них большинство представителей тяготеет к Восточной Азии. Этот регион так же, как и восточная часть Северной Америки, является одним из основных доноров, выходцы из которого успешно и широко культивируются, в том числе на территории г. Борисоглебска. Например, *Rosa rugosa*, *Weigela praecox*, *Cerasus tomentosa*, *Hydrangea paniculata*, *Ulmus pumila* и др.

Небольшая группа космополитов представлена преимущественно сорными растениями, такими как *Chenopodium album*, *Echinochloa crusgalli*, *Setaria glauca*, *Amaranthus retroflexus*.

В составе флоры г. Борисоглебска обращает на себя внимание участие видов южноамериканского происхождения, а также видов, известных только в культуре. Эти геоэлементы (последний выделен условно) полностью отсутствуют в естественных фитоценозах края. Их появление связано с интродукцией. Прежде всего это касается таких южноамериканских видов, как *Solanum tuberosum*, *Zea mays*, *Cosmos bipinnatus*. Широкое распространение на территории Борисоглебска получила *Galinsoga parviflora* – сорный однолетник, распространяющийся по различным экотопам города.

Адвентивный компонент во флоре г. Борисоглебска (табл. 5) составляет 146 видов, или 26,1 %.

Данный показатель можно охарактеризовать как умеренный. Так, во флоре г. Тейково адвентивные виды составляют 40,7 % [7], во флоре г. Саратова – 25,37 % [2], г. Воронежа – 30,4 % [1]. Одной из причин умеренного распространения адвентов может служить более широкое использование в озеленении г. Борисоглебска местных видов. Так, доминирующими в скверах и уличных посадках являются такие аборигенные виды, как *Tilia cordata*, *Quercus robur*, *Acer platanoides* и др. Аналогичная ситуация имеет место и в озеленении участков частного сектора. Только в последнее время ситуация стала меняться, благодаря чему на территории города появились *Rhus typhina*, *Gleditsia triacantos*, *Syringa josikeae* и т.п.

По времени заноса в составе адвентивной флоры значительно преобладают кенофиты (89,1 %). Это связано с тем, что возникновение г. Борисоглебска, которое приходится на конец XVII в., стало ключевым событием в трансформации флоры в целом и точкой отсчета для формирования урбанофлоры.

Лидирующее положение в составе адвентивной флоры занимают кенофиты-эргазиолипофиты-колонофиты (37 видов, или 25,3 %). Эти виды, попавшие на территорию города в результате интродукции, характерны для вторичных местообитаний, из которых их расселения не происходит. К данной группе относятся многие древесно-кустарниковые растения, которые используются в озеленении и хорошо прижились на улицах города. Например, *Larix sibirica*, *Picea pungens*, *Rhus typhina*, *Cydonia oblonga*, *Sorbaria sorbifolia*, *Juniperus communis*, *Thuja occidentalis*. Некоторые из них имеют тенденцию к большей степени натурализации, например *Sambucus*

nigra, *Ribes rubrum*, *Aesculus hippocastanum*, *Spirea salicifolia*. Преобладание данной группы среди заносных видов неслучайно, поскольку в ходе планомерного озеленения производился целенаправленный подбор пород для условий города.

Вторую по числу видов группу адвентов составляют кенофиты-ксенофиты-эпектофиты (19,2 %), появление которых на территории города произошло спонтанно. Они вполне натурализовались на вторичных местообитаниях и расселяются по нарушенным участкам. Это такие виды, как *Centaurea cyanus*, *Lactuca tatarica*, *Amaranthus retroflexus*, *Bunialis orientalis*, *Atriplex tatarica*, *Medicago falcate*, *Datura stramonium*, *Echinochloa crusgalli*.

Третье место занимают кенофиты-эргазиофиты-эфемерофиты (12,3 %). Это «беглецы из культуры», не способные закрепиться на вторичных местообитаниях. Например *Triticum aestivum*, *Cosmos bipinnatus*, *Bellis perrinis*, *Panicum miliaceum*, *Sinapis arvensis*, *Zea mays*.

В целом натурализовавшихся на территории г. Борисоглебска инвазионных видов 26,4 %, а временных адвентов, не преодолевших барьер размножения – 20,5 %.

Анализ зарегистрированных к настоящему моменту на территории г. Борисоглебска видов показал увеличение по сравнению с региональными флорами доли участия ведущих семейств *Asteraceae*, *Poaceae*, *Rosaceae*. В типологической структуре наблюдается увеличение роли древесных и малолетних жизненных форм. Характерно значитель-

ное участие опушечно-лугово-степных, опушечно-луговых, лесных, культивируемых и сорных видов. Формирование урбанофлоры осуществляется на основе естественной зональной флоры при значительной роли интродукции и под влиянием синантропизации.

Современный этап флорогенеза характеризуется активным протеканием, незавершенностью при сложившемся относительно стабильном ядре урбанофлоры.

Библиографический список

1. Григорьевская, А.Я. Флора города Воронежа / А.Я. Григорьевская. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2000. – 200 с.
2. Панин, А.В. Анализ флоры города Саратова / А.В. Панин, М.А. Березуцкий // Бот. журн., 2007. – Т. 92. – № 8. – С. 1144–1154.
3. Исаченко, Т.И. Ботанико-географическое районирование / Т.И. Исаченко, Е.Н. Лавренко // Растительность Европейской части СССР. – Л.: Наука, 1980. – С. 10–32.
4. Завидовская, Т.С. Эколого-географический анализ флоры Теллермановского лесного массива: дисс. ... канд. биол. наук / Т.С. Завидовская. – М., 2006. – 267 с.
5. Ильминских, Н.Г. Флорогенез в условиях урбанизированной среды: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Н.Г. Ильминских. – СПб., 1993. – 36 с.
6. Серебряков, И.Г. Жизненные формы высших растений / И.Г. Серебряков // Полевая геоботаника. – М.-Л.: Наука, 1964. – Т. III. – С. 486–490.
7. Борисова, Е.А. Флора малого города на примере г. Тейково Ивановской области / Е.А. Борисова. // Вопросы общей ботаники: традиции и перспективы: Материалы междунар. науч. конф., посвящ. 200-летию Казанской бот. школы (Казань, 23–27 янв. 2006 г.). – Казань, 2006. – С. 141–143.
8. Цвелев, Н.Н. Флора Хоперского государственного заповедника // Н.Н. Цвелев. – Л.: Наука, 1988. – 191 с.

ВЛИЯНИЕ РЕКРЕАЦИИ НА ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЧВООБИТАЮЩИХ КОЛЛЕМБОЛ В ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ

И.П. ТАРАНЕЦ, асп. биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова

Н.А. КУЗНЕЦОВА, проф. каф. зоологии и экологии МПГУ, д-р биол. наук,

А.В. СМУРОВ, проф. каф. общей экологии МГУ им. М.В. Ломоносова, д-р биол. наук

Сростом урбанизации и плотности населения возрастает рекреационное воздействие на природную среду. Особенно уязвимыми в этом отношении становятся лесные экосистемы. Прогрессирующий рост рекреационной активности людей и последствия, со-

путствующие этому процессу (перерождение фитоценозов, уменьшение запасов подстилки, изменение физических свойств почвы, снижение биоразнообразия, упрощение экосистемы и т.д.) [1], определяют актуальность исследований механизмов устойчивости при-

родной системы, а также изменений и прогноза явлений, которые могут происходить в результате трансформации и преобразования природных блоков [2].

Нарушения, возникающие при рекреационных нагрузках, самым негативным образом отражаются на деструкционном блоке экосистемы. Именно этот блок часто оказывается «слабым звеном» при разных формах антропогенного вмешательства. Несмотря на то, что исследования рекреации продолжают почти полвека, общая картина последствий в отношении почвенных организмов еще не сформировалась. Кроме того, остаются нерешенными многие вопросы, связанные с влиянием рекреационного вмешательства на пространственную структуру почвенных организмов. Практически не проводились специальные исследования для выявления пространственного размещения микроартропод под влиянием рекреационной нагрузки.

Почвенный блок экосистемы представлен огромным разнообразием живых организмов (простейшие, кольчатые черви, членистоногие, коллемболы, микромицеты), каждый из которых обладает специфичностью и требует своих методов изучения. Объект нашего исследования – коллемболы (*Collembola*), или ногохвостки, одни из индикаторов состояния почвенного блока экосистемы. Это мелкие членистоногие, живущие и питающиеся главным образом грибным мицелием в почвенной подстилке, тем самым регулирующие процесс деструкции. Высокое разнообразие, численность и, следовательно, «информативность» группы коллембол, их повсеместное распространение и чувствительность к антропогенному вмешательству позволяют использовать их в биоиндикационных целях [3–5], а также в качестве модельных объектов для решения общих биоценологических проблем и охраны природы в целом.

Цель работы – экспериментальная оценка влияния рекреации на пространственную структуру популяций почвенных организмов на примере коллембол. Кроме того, в работе рассматривали толерантность разных видов коллембол и пути выживания мелких почвенных деструкторов в условиях рекреационной нагрузки.

Материалы и методы

В июле–августе 2008 г. проведен полевой эксперимент в смешанном лесу Московской области (вблизи п. Института полиомиелита). На площадках размером $1,5 \times 1,5 \text{ м}^2$ моделировали разный режим рекреационной нагрузки: сплошное ежедневное вытаптывание (площадка 1), через каждые 4 дня (площадка 2), через каждые 8 дней (площадка 3), что соответствовало максимальной, средней и минимальной нагрузке, площадка 4 – контроль. Равномерное вытаптывание осуществлялось по всей поверхности опытных участков. Пробы брали на всех площадках до и после (через 23 дня) проведения полевого опыта.

Почвенные пробы до и после эксперимента брали по периферии площадки (по 10 шт. с каждого края) и по диагонали (13 шт. проб). Как в первом, так и во втором случае все взятые пробы располагались на одинаковом расстоянии друг от друга (через 11 см по периферии и через 7,5 см по диагонали) (рис. 1).

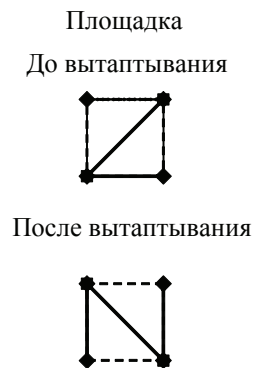


Рис. 1. Схема взятия проб на площадках

Такое расположение проб позволяло нам ответить на вопросы, связанные с выживаемостью коллембол и определению роли миграций в поддержании численности популяций этих организмов на рекреационных участках. Для определения оценки выживаемости коллембол при разном уровне нагрузки сравнивали численность коллембол в центре (7 проб) и на периферии каждой площадки, включая края (26 проб). Для взятия проб использовали металлическую рамку $5 \times 5 \text{ см}^2$ на всю глубину подстилки.

С помощью пенетрометра грунтового ПГ-1 определяли изменение сопротивления пенетрации (числа проницаемости), уплотненности почвенного покрова. Фиксировали относительную влажность почвенных проб (весовой метод).

Методы статистики использовали для оценки среднего числа экземпляров и среднего числа видов в одной пробе. Вариабельность средней характеризовали по среднему квадратичному отклонению, ошибке средней (m). Для оценки достоверности полученных в ходе эксперимента данных применяли критерий Вилкоксона и Манна-Уитни. Для анализа пространственной структуры коллембол использовали программу анализа экологических данных «ЭКОС» версия 1.3 (1993 г.) (разработчик – Азовский А.И., кафедра гидробиологии биологического факультета МГУ, программная реализация – Незлин Н.П. и Мороз М.П., Институт океанологии РАН).

Для анализа пространственного распределения коллембол был использован индекс агрегированности (C_s)

$$C_s = (\delta^2 - x) / x^2,$$

где x – среднее число особей данного вида на пробу в конкретной выборке пробами одинакового размера;

δ^2 – дисперсия для той же выборки.

При случайном распределении $C_s = 0$; при $C_s < 0$ распределение регулярное; при $C_s > 0$ распределение агрегированное. Если пробы в выборках остаются меньше размеров агрегаций, то величина этого индекса агрегированности не зависит от размеров проб, а сам индекс помимо тестовой (отличие выборочных распределений от случайного в сторону регулярного или агрегированного) выполняет еще и измерительную функцию. Он тем больше, чем большая часть особей сосредоточена в скоплениях, чем меньше площадь, занятая скоплениями, и чем больше разница между плотностью поселения в скоплениях и вне их [6]. Поскольку индекс агрегированности дает лишь общую оценку характера пространственного размещения организмов, для более детального анализа мы использовали метод сравнения выборочных данных с теоретическими моделями распределений, имеющими интерпретируемые параметры [6,7,8].

Т.к. размер проб в наших выборках меньше размера агрегаций, была использована трехпараметрическая модель распределения [9]. Параметры трехпараметрического распределения: m^* – плотность поселения особей в скоплениях, m° – плотность поселения особей вне скоплений (на «фоне») и K_A – доля площади, занятая скоплениями, рассчитываются через среднюю, дисперсию и асимметрию выборочных данных [8, 9].

Всего в ходе эксперимента было взято и обработано 264 почвенные пробы, экстрагированные по эклекторной методике с помощью воронок Тульгрена. Выявлено 1317 экземпляров коллембол 34 видов.

Результаты и обсуждение

Изменение растительности и почвенных характеристик на экспериментальных площадках

Описание растительного покрова на экспериментальных площадках. На четырех площадках произрастали в первом ярусе: *Populus tremula*, *Quercus robur*, *Acer platanoides*, *Tilia cordata*, в подросте 2 вида (*Tilia cordata*, *Acer platanoides*), в подлеске 3 вида (*Padus avium*, *Corulus avellana*, *Swida alba*). В травяном ярусе описано 8 видов растений (*Asarum europaeum*, *Aegopodium podagraria* L., *Geum rivale*, *Ranunculus cassubicus*, *Pulmonaria obscura*, *Galeobdolon luteum*, *Geranium sylvaticum*, *Athyrium filix-femina*).

После проведения эксперимента при максимальной и средней нагрузке на площадках 1 и 2 сохранилась 1/5 травяного покрова, остальное – голый грунт. При минимальной нагрузке площадка 3 выглядела также поврежденной, но растительный покров занимал 3/5 от первоначального состояния.

Влияние рекреации на относительную влажность почвы. Относительная влажность почвы при всех уровнях нагрузки в конце опыта достоверно снижалась (с 49,8–55,3 до 40,2–41,9 %) по сравнению с контролем.

Уплотненность почвенного покрова на экспериментальных площадках. Достоверно увеличивалось сопротивление пенетрации почвенного покрова на всех опытных площадках после проведенного эксперимента (с 5,7–7,7 до 8,1–11,4).

Т а б л и ц а 1

**Средняя численность массовых видов коллембол в сборах
до и после эксперимента на опытных площадках**

Вид	Контроль		Минимальная нагрузка		Средняя нагрузка		Максимальная нагрузка	
	До	После	До	После	До	После	До	После
<i>Dicyrtoma fusca</i>	0,2± 0,1	0,2± 0,1	0,3± 0,2	0,1± 0,1	0,4± 0,2	0,1± 0,1	0,4± 0,2	0,1± 0,1
<i>Lepidocyrtus lignorum</i>	1,4± 1,5	2,3± 1,7	0,9± 0,4	2,3± 2,0	1,7± 0,6	0,5± 0,3	3,3± 1,5	1,7± 2,5
<i>Mesaphorura kraubaueri</i>	0,7± 0,6	0,3± 0,3	0,5± 0,5	0,1± 0,1	0,2± 0,2	0,0± 0,1	0,3± 0,2	0,1± 0,1
<i>Parisotoma notabilis</i>	0,4± 0,3	0,5± 0,4	0,4± 0,2	—	0,7± 0,3	—	0,3± 0,2	0,1± 0,1
<i>Stenaphorurella quadrispina</i>	0,1± 0,1	—	0,1± 0,1	0,03± 0,1	0,2± 0,1	0,1± 0,1	0,6± 0,4	0,1± 0,1
<i>Tomocerus vulgaris</i>	0,8± 0,5	1,8± 0,8	1,1± 0,5	0,6± 0,7	0,8± 0,5	0,3± 0,2	0,5± 0,3	0,5± 0,4

Пояснение: — вид отсутствует

Т а б л и ц а 2

**Показатели пространственного распределения коллембол всех видов на опытных
площадках до и после эксперимента (объем выборки 33 пробы на каждой площадке)**

Показатели	Контроль		Минимальная нагрузка		Средняя нагрузка		Максимальная нагрузка	
	до	после	до	после	до	после	до	После
Средняя численность	5,2	6,1	4,7	3,7	6	1,5	9,2	3,5
Дисперсия	62,5	52,2	10,4	56,1	21,7	3,9	60,1	58,4
Индекс Cs	2,1	1,2	0,3	3,9	0,4	1,1	0,6	4,4
Сред. числен. в скоплениях, экз./пробу	34,9	19,2	6,5	29,7	11,3	4,8	19,5	41,98
Средн. числен. на фоне, экз./пробу	3,3	2,6	1,5	1,7	3	0,7	4,3	2,1
Доля площади, занятой скоплениями	0,1	0,2	0,7	0,1	0,4	0,2	0,3	0,1
% особей в скоплениях	40	63	97	56	75	64	64	48
Относит. изменение средн. численности	17,3		-21,3		-75,0		-62,0	
Относит. изменение % в скоплениях	56,3		-42,0		-15,0		-24,5	
Скопления/фон	10,6	7,4	4,3	17,5	3,8	6,9	4,5	20,2

Толерантность видов коллембол к рекреационной нагрузке. Мы рассматривали массовые виды коллембол, обнаруженные в сборах, всего 6 видов (табл.1). Наиболее устойчивые виды к вытаптыванию – поверхностнообитающие коллемболы *Lepidocyrtus lignorum* и *Tomocerus vulgaris*, которые встречались на всех экспериментальных площадках и по сравнению с другими видами сохраняли высокую численность при любой нагрузке.

Пространственное размещение коллембол на экспериментальных площадках

Мы рассчитывали индекс агрегированности Cs для всех видов коллембол и от-

дельных массовых видов одновременно. Расчет индекса агрегированности Cs показал, что коллемболы распределены неравномерно и все виды в той или иной степени образуют скопления (агрегации).

Горизонтальное распределение коллембол. После проведения эксперимента при ежедневном вытаптывании (площадке 1), через каждые четыре дня (площадка 2) и через 8 дней (площадка 3) наблюдалось снижение общей численности коллембол всех видов и процент особей в скоплениях (табл.2). Индекс агрегированности для всех ногохвосток возрастал, доля площади, занятой их скоплениями, уменьшалась.

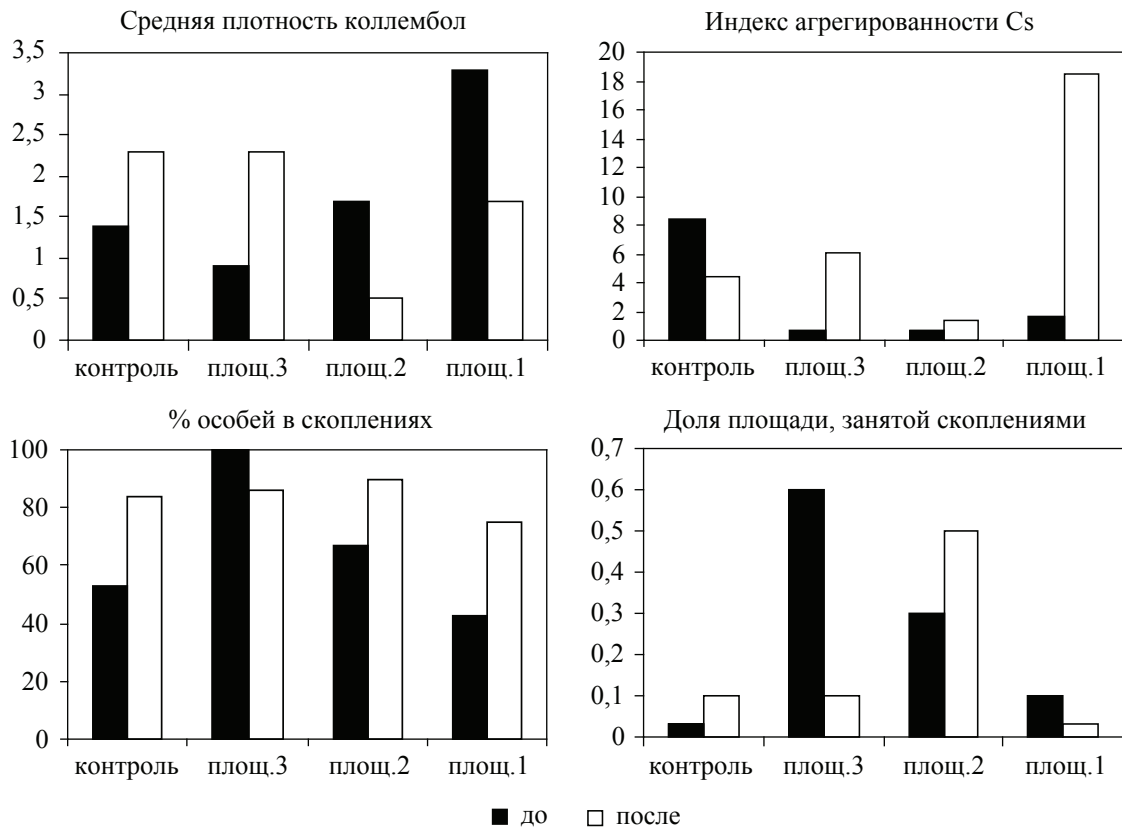


Рис. 2. Показатели пространственного размещения *Lepidocyrtus lignorum* на экспериментальных площадках

На контрольной площадке достоверных различий по численности коллембол между первым и вторым сроком учета не было выявлено, но во второй срок учета значение индекса агрегированности становилось ниже, % организмов в скоплениях и доля площади, занятой скоплениями, увеличивались (табл. 2).

Таким образом, в контроле и в эксперименте наблюдалась противоположная ситуация, а именно, при вытаптывании средняя плотность особей в популяции и процент особей в скоплениях снижались, а степень агрегированности возрастала. Вытаптывание приводило к резкому сокращению доли «благоприятных» микростаций, коллемболы начинали концентрироваться в «микрорефугиумах».

Горизонтальное распределение некоторых видов. Параметры горизонтального распределения рассчитывали для *Lepidocyrtus lignorum* и *Tomocerus vulgaris*, численность которых после окончания опыта позволяла произвести анализ.

Lepidocyrtus lignorum. В контроле в конце эксперимента индекс агрегированнос-

ти становился ниже, а плотность особей, процент особей в скоплениях и доля площади, занятой ногохвостами, увеличивались. При всех уровнях рекреационной нагрузки значение индекса агрегированности возрастало. При интенсивном и среднем вытаптывании (площадка 1 и 2) происходило снижение численности ногохвосток, процент особей в скоплениях увеличивался. Доля площади, занятой скоплениями на площадке 1, уменьшалась, на площадке 2 увеличивалась. При минимальной нагрузке численность ногохвосток увеличивалась, а процент особей в скоплениях и доля площади, занятой скоплениями, уменьшались (рис. 2).

Tomocerus vulgaris. В контроле в конце опыта значение индекса агрегированности снижалось, как и процент особей в скоплениях, плотность ногохвосток увеличивалась, доля площади, занятой скоплениями, оставалась одинаковой. После завершения эксперимента при максимальной и минимальной рекреационной нагрузке индекс агрегированности увеличивался, при средней – уменьшался.

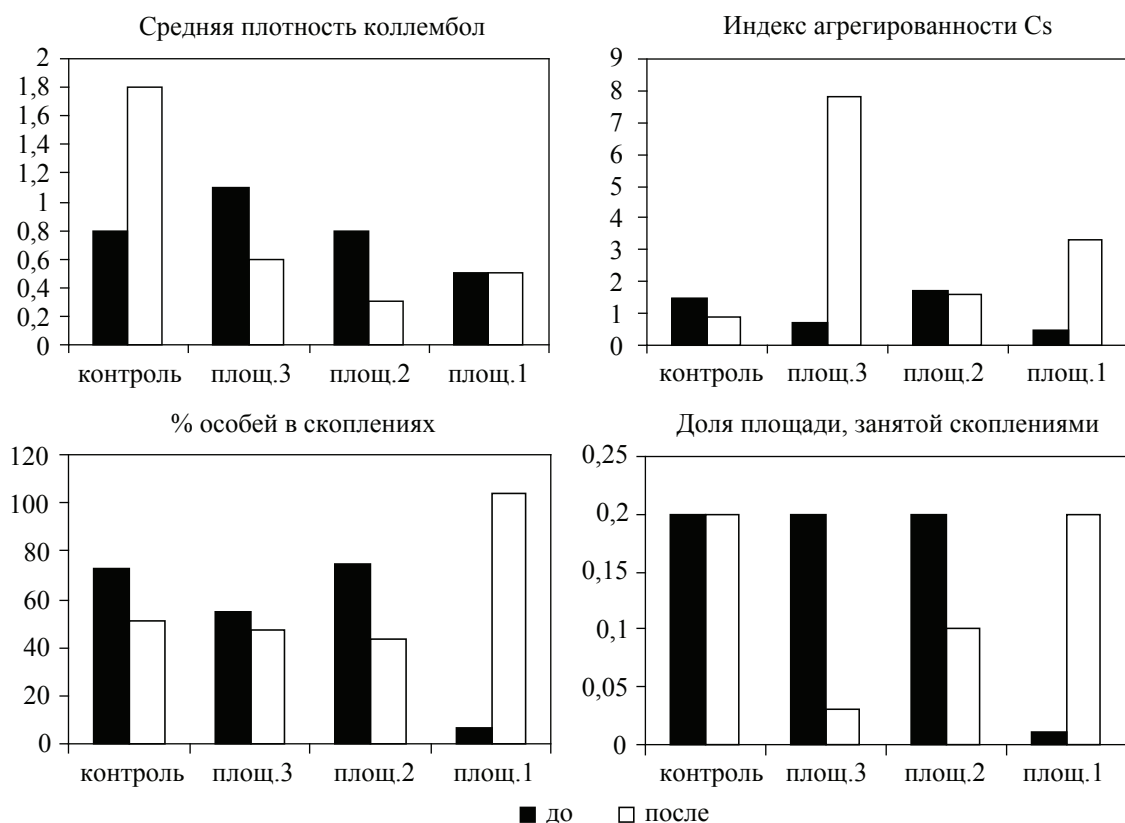


Рис. 3. Показатели пространственного размещения *Tomocerus vulgaris* на экспериментальных площадках

Т а б л и ц а 3

Показатели сообществ коллембол до и после вытаптывания

Показатели	Контроль		Минимальная нагрузка		Средняя нагрузка		Максимальная нагрузка	
	До	После	До	После	До	После	До	После
Всего экземпляров	171	202	156	121	198	49	304	116
Среднее кол.экз./пробу ($\pm m$)	5,2 \pm 2,7	6,1 \pm 2,5	4,7 \pm 1,1	3,7 \pm 2,6	6 \pm 1,6	1,5 \pm 0,7	9,2 \pm 2,6	3,5 \pm 2,6
Общая численность в пробе, на м ² тыс.экз.	2,1	2	1,8	1,4	2,4	594	3,6	1,4
Количество видов на площадке	18	18	21	13	22	13	21	12
Среднее количество видов на пробу ($\pm m$)	2,6 \pm 0,7	2,4 \pm 0,7	3,2 \pm 0,7	1,3 \pm 0,4	3,3 \pm 0,8	1,2 \pm 0,4	3,9 \pm 0,8	1,5 \pm 0,4

Т а б л и ц а 4

Сравнение средней численности коллембол в центре и по периферии до и после эксперимента на опытных площадках

Показатели	Контроль	Минимальная нагрузка	Средняя нагрузка	Максимальная нагрузка	Объединенные формы нагрузки
Периферия до опыта	6	4,9	6	8,1	
Центр до опыта	2,1	4,4	5,9	13,3	
Периферия после опыта	6,5	4,5	1,7	3,5	3,2
Центр после опыта	4,9	0,7	0,6	3,7	1,7

Примечание: использован Критерий U Манн-Уитни, $p < 0,05$; – различия значимы

После проведения опыта при максимальной нагрузке численность коллембол оставалась неизменной, процент особей в скоплениях увеличивался, как и доля особей, занятой скоплениями. При минимальной и средней нагрузке плотность коллембол, процент особей в скоплениях и доля площади, занятой скоплениями, уменьшались (рис. 3).

Влияние рекреации на сообщества коллембол

Общая численность коллембол достоверно снижалась при всех уровнях рекреационной нагрузки: на 1 площадке в 2,5 раза, на 2 – в 4 раза, на площадке 3 – в 1,3 раза (табл. 3). Плотность популяций почти всех видов сокращалась при всех уровнях нагрузки. Лишь при слабом воздействии (площадка 3) достоверно возрастала численность *Lepidocyrtus lignorum* (табл. 1).

Количество видов коллембол под влиянием вытаптывания сокращалась на каждой из трех опытных площадок почти вдвое (табл.3).

Соотношение жизненных форм коллембол на всех площадках практически не менялось, до и после эксперимента преобладали верхнеподстилочная (атмобионтная) группа коллембол. При минимальной рекреационной нагрузке (площадка 3) и в контроле снижалась численность эудафической (почвенной) группы ногохвосток (рис.4).

После завершения эксперимента население ногохвосток отдельных площадок отличалось по соотношению биотопических групп: при сильной нагрузке (площадка 1) выживали в основном луговые и эвритопные виды, в меньшей степени виды подгруппы лесной подстилки и почв, при умеренной (площадка 3) – численность эвритопной группы даже увеличилась, в контроле же преобладали эвритопные и лесные виды (рис. 5).

Выживаемость коллембол под влиянием рекреации. Общая численность ногохвосток на периферии площадки достоверно была выше, чем в центре после вытаптывания при слабом рекреационном воздействии (площадка 3) (табл.4). На остальных опытных участках при более сильных нагрузках достоверные различия отсутствовали.

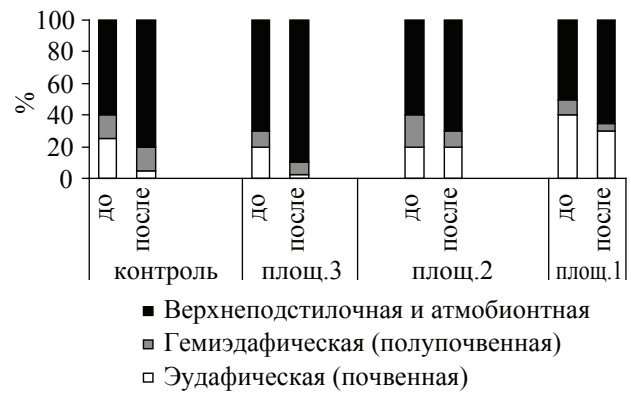


Рис. 4. Жизненные формы коллембол на опытных площадках до и после проведенного эксперимента (численность %)

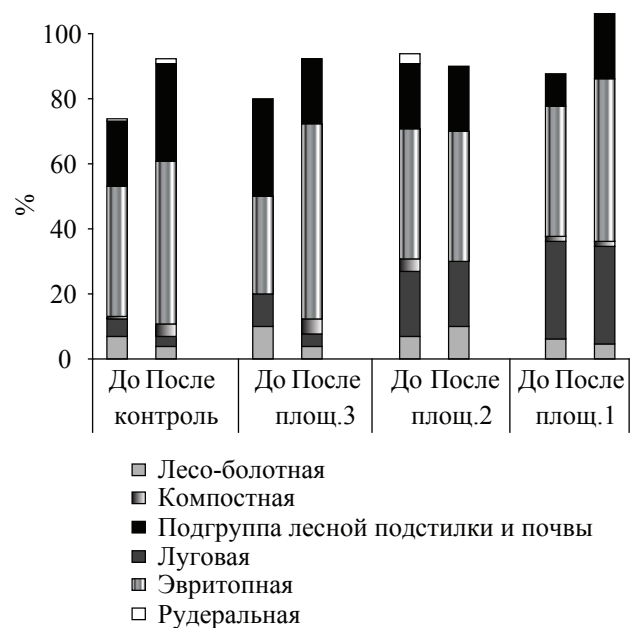


Рис. 5. Процентное соотношение численности коллембол в биотопических группах на опытных площадках до и после эксперимента

Таким образом, при слабом воздействии рекреации общая численность коллембол могла восстанавливаться за счет миграции с ближайших ненарушенных участков.

Выводы и обобщения

1. При всех изучаемых режимах рекреационной нагрузки общая численность коллембол снижалась в несколько раз, количество видов – почти вдвое. В спектре биотопических групп возрастала доля эврибионтов, но спектр жизненных форм практически не менялся (преобладала группа поверхностно обитающих форм).

2. Наиболее устойчивы к вытаптыванию крупные поверхностно обитающие формы коллембол (*Lepidocyrtus lignorum* и *Tomocerus vulgaris*). Плотность популяций первого вида при минимальной нагрузке даже возростала.

3. Рекреационное воздействие приводило к изменению пространственного размещения коллембол. Агрегированность популяций отдельных видов, как правило, увеличивалась. При максимальной и средней нагрузках процент особей в скоплениях увеличивался, кроме *Tomocerus vulgaris* (средняя нагрузка), при минимальной нагрузке происходило его снижение. Агрегированность общей численности возростала, но процент особей коллембол в скоплениях снижался.

4. При слабых рекреационных нагрузках восстановление населения коллембол возможно за счет миграции с ближайших нарушенных участков.

Автор глубоко признателен д.б.н. Азовскому А.И. за бесценные консультации и помощь в работе.

Библиографический список

1. Казанская, Н.С. Рекреационные леса (состояние, охрана, перспективы использования) / Н.С. Казанская, В.В. Ланина, Н.Н. Марфенин. – М.: Лесная пром-сть, 1977. – 96 с.
2. Жигарев, И.А. Лесные биологические сообщества в условиях рекреационных нарушений / И.А. Жигарев // Антропогенная динамика экосистем, под ред. Н.М.Черновой. Научные труды МНЭПУ, серия «Реймерсовские чтения». – М.: МНЭПУ, 2002. – С. 71–96.
3. Кузнецова, Н.А. Организация почвенных сообществ и ее роль в биоиндикации / Н.А. Кузнецова // Антропогенная динамика экосистем: Материалы IX конф. – М.: МНЭПУ, 2003. – С. 39–92.
4. Кузнецова, Н.А. Организация сообществ почвообитающих коллембол / Н.А. Кузнецова. – М.: ГНО «Прометей» МПГУ, 2005. – 244 с.
5. Кузнецова, Н.А. Коллемболы как модельная группа в биоценологических исследованиях / Н.А. Кузнецова // Чтения памяти академика М.С.Гилярова. – М.: Т-во научных изданий КМК, 2008. – С. 11–49.
6. Смуров, А.В. Основы экологической диагностики. Биологические и информационные аспекты / А.В. Смуров. – М.: Изд. «Ойкос», 2003. – 188 с.
7. Смуров, А.В. Статистические методы в исследовании пространственного размещения организмов / А.В. Смуров // Методы почвенно-зоологических исследований. Изд. «Наука». – М.: 1975. – С. 217–240.
8. Смуров, А.В. Количественные методы оценки основных популяционных показателей: статистический и динамический аспекты / А.В. Смуров, Л.В. Полищук. – М.: МГУ, 1989. – 208 с.
9. Смуров, А.В. Новый тип статистического пространственного распределения и его применение в экологических исследованиях / А.В. Смуров // Зоол. Ж. – 1975. – Т. 54. – Вып. 2. – С. 283–289.

ВЛИЯНИЕ ДРЕВЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА СВОЙСТВА ПОЧВ (НА ПРИМЕРЕ МОДЕЛЬНОЙ ПОЧВЫ ПОЧВЕННОГО СТАЦИОНАРА МГУ)

Т.В. БЕКЕЦКАЯ, *асп. каф. физики и мелиорации почв факультета почвоведения МГУ им. М.В.Ломоносова,*

А.Б. УМАРОВА, *доц. каф. физики и мелиорации почв факультета почвоведения МГУ им. М.В.Ломоносова, д-р биол. наук,*

С.В. ЖЕЛЕЗОВА, *с. н. с. центра точного земледелия РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева, канд. биол. наук*

beketskaya@gmail.com

Одним из важнейших факторов формирования и функционирования почв является растительный покров [2]. В свою очередь растения в той или иной мере избирательны по отношению к свойствам и режимам почв. Вопрос взаимосвязи древесной растительности и почв давно привлекает внимание исследователей. В первой половине прошлого

столетия считалось, что лес во всех условиях произрастания оподзоливает, т.е. обедняет почвы, и что интенсивность оподзоливающего влияния зависит от его породного состава, уменьшаясь от еловых насаждений к широколиственным лесам [3, 7].

Впоследствии было замечено, что лес воздействует на почвы различно, в зависи-

мости от свойств компонентов ландшафта, в которых он развивается [10]. Поэтому в одних случаях под лесом может происходить оподзоливание почвы, ухудшение некоторых ее свойств (плотности, порозности), а в других, наоборот, свойства почв могут улучшаться [8].

В смешанных насаждениях проявляется особая закономерность, которую проф. М.В. Колесниченко называет «соответствием растений друг другу при совместном произрастании» [9]. Взаимоотношения растений в смешанных насаждениях очень сложны, находятся в тесной зависимости от условий среды и проявляются в многообразных формах взаимных влияний. Степень обоюдного влияния зависит как от способности одного растения изменять среду, так и от чувствительности другого к этим изменениям. Взаимовлияния между высаживаемыми древесными породами могут меняться с изменением лесорастительных условий. Успешность роста смешанных культур зависит от условий жизни не только надземной, но и подземной части растения [12], т.е. от почвенных условий.

Одним из главных факторов, определяющих формирование лесных почв, является структура лесного биогеоценоза. Она определяется самой природой древостоя, размерами деревьев и площадью их фитогенного поля (площадь воздействия индивидуального дерева). Неоднородности в строении древесного полога формируют горизонтальную, или парцеллярную структуру. В такой парцелле выделяется организатор (дерево), под влиянием которого на близлежащей территории формируется одинаковый почвенный покров [5].

Однако исследование влияния древесной растительности на почвенный покров осложняется естественной пространственной неоднородностью почв и длительностью жизни деревьев. Так, в средней тайге в пределах одного типа леса на одной и той же материнской породе в нескольких сантиметрах друг от друга могут сформироваться два типа профиля: четко дифференцированный на горизонты Е и В, относящийся к подзолистым почвам, и недифференцированный, который можно отнести к бурым [6].

Целью нашей работы явилось изучение влияния древесной растительности на свойства модельной почвы лесополосы Почвенного стационара МГУ.

Были поставлены следующие задачи: составление схемы посадок деревьев, определение состава пород, анализ состояния деревьев; проведение исследования физических и химических свойств верхнего горизонта почвенного покрова лесополосы; исследование изменения некоторых физических и химических свойств почв в многолетнем аспекте.

Объект исследования

В качестве объекта исследования выступил почвенный и растительный покров лесополосы, расположенной на территории МГУ. Для данного объекта точно известны начальные условия и время начала эксперимента. Согласно архивным данным кафедры физики и мелиорации почв, при создании лесополосы в 1962 г. был создан искусственный почвенный покров последовательным размещением горизонтов дерново-подзолистой почвы (модельная почва). В результате границы слоев почвенных горизонтов на всей территории выровнены и четко определены, минимизирована пространственная неоднородность почв. Осенью 1963 г. были проведены посадки саженцев древесных пород и сформирована лесополоса.

Методы исследования

Физические свойства определялись традиционными методами физики почв [1]. Плотность почв измерялась плотномером Качинского, объемом 100 см³, плотность твердой фазы почвы определялась пикнометрическим методом. Гранулометрический анализ выполнялся методом пипетки с предварительной обработкой пирофосфатом натрия [11].

Для исследования изменений, происшедших в элементном составе исследуемых почв, был выполнен анализ содержания подвижных форм фосфора по методу Кирсанова, содержание обменного калия по Кирсанову, определение рН водной вытяжки и общее содержание углерода методом сжигания в газоанализаторе АН-8012.

Исследование температурного режима почвы проводилось при помощи программируемых термодатчиков iButton, разработанных фирмой Dallas Semiconductor (USA) [13].

Обсуждение результатов

Детальное описание лесополосы с указанием состава и размещения пород было сделано осенью 2005 г. Данный массив представляет собой рядовые посадки древесных культур, всего 48 рядов по 15 деревьев. Примерно в 100 м с восточной стороны располагается Мичуринский проспект, а с запада – Ботанический сад МГУ. Протяженность лесополосы в этом направлении составляет 73 м, ее ширина – 23 м. Деревья высажены в узлах регулярной квадратной сетки с шагом 1,5 м. По периметру массива высажены березы. С севера и юга они образуют по три длинных ряда, с запада – 4, с востока – 2 ряда. Внутри посадок берез деревья высажены квадратами по 9 деревьев одной породы, размер квадрата 4,5×4,5 м. Расстояние между двумя соседними деревьями в любой точке массива одинаково и составляет 1,5 м. Всего представлено 9 пород деревьев: береза, дуб, клен, ель, осина, рябина, лещина, черемуха, липа.

К настоящему времени на первых двух защитных рядах берез со стороны Ботанического сада МГУ сейчас осталось всего 6 деревьев из 30 высаженных. Однако те деревья, которые сохранились, находятся в хорошем состоянии. Скорее всего, сильное выпадение этих деревьев произошло в первые годы после посадок, т.к. никаких следов рубок обнаружено не было.

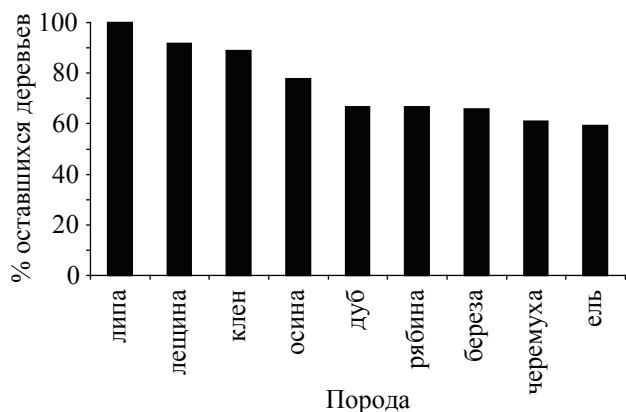


Рис. 1. Процентное содержание сохранившихся пород

В западной части лесополосы, ближе к Мичуринскому проспекту, в трех квадратах деревья не сохранились. Подняв архивные данные, определив закономерность проведенных посадок, расположения и выпадения деревьев, мы пришли к выводу, что в 1963 г. здесь была посажена черемуха.

В средней части лесополосы большинство растений сохранилось. Их состояние на момент обследования в 2005 г. характеризуется как удовлетворительное, хотя отмечается недостаточный рост в условиях загущенного древостоя.

При подсчете количества деревьев отдельных пород были обнаружены следующие закономерности (рис. 1). Наиболее устойчивой оказалась липа, за 40 лет не выпало ни одного дерева, причем близость Мичуринского проспекта никак не отразилась на ее выживаемости. Сохранилось большое количество деревьев клена и кустов лещины, процент выживших составил около 90 %. Из 36 посаженных деревьев осины осталось 28 шт. В посадках рябины, дуба, березы утрачено до трети деревьев. Наименее устойчивыми оказались ель и черемуха – сохранилось около 60 % деревьев.

Разные породы с возрастом по-разному увеличиваются в диаметре. Это зависит как от условий произрастания, так и от класса роста дерева. Так, деревья ели 1-го класса роста за 10 лет увеличиваются в диаметре примерно на 5 см, а ели 3-го класса роста – примерно на 2,5 см [4]. Литературные данные о размерах диаметров стволов деревьев разного возраста касаются в основном трех основных пород нашей зоны: ели, осины и березы. По состоянию этих деревьев можно судить и о состоянии всех древесных посадок лесополосы.

В 2005 г. средний диаметр деревьев ели на изучаемом участке составлял 4,7 см, что для данной породы такого возраста крайне мало. С учетом времени, прошедшего с момента посадки, их можно отнести только к 3-му классу роста. Для берез и осин лесополосы средний диаметр около 16 см, что для данных пород такого возраста соответствует 2-му классу роста.

Повторное измерение диаметров деревьев в 2009 г. показало низкие значения прироста для всех древесных пород объекта.

Максимальный прирост у дуба и осины – 1,02 и 1,11 см соответственно, а минимальный – у ели (0,3 см).

Проведенные исследования диаметра стволов показали, что ель в данном массиве в условиях высокой густоты посадок чувствует себя крайне угнетенно, а лиственные деревья находятся в удовлетворительном состоянии.

Таким образом, сформированная лесополоса включает породы деревьев южно-таежной зоны с преобладанием лиственных пород деревьев. Она имеет отчетливую структуру посадок и, несмотря на то, что деревья располагаются очень близко друг к другу, посадки в пределах квадрата площадью 20,25 м² деревьев одной породы, позволяет исследовать влияние видового состава деревьев на трансформацию свойств почв.

Для изучения почвенных свойств и определения степени воздействия 9 пород деревьев на первом этапе изучались свойства верхнего гумусового горизонта как наиболее подверженного влиянию внешних условий. Была заложена сетка опробования с шагом 4,5 м, отбор образцов производился в середине каждого квадрата из деревьев одной породы. В точках опробования определялись следующие свойства почвы: мощность гумусового горизонта, его плотность, влажность и процентное содержание углерода.

На исследуемом участке мощность морфологически выделяемого гумусового горизонта варьирует от 3 до 10 см, причем как максимальные, так и минимальные значения отмечены под березой в защитных полосах. Отметим, что максимальный разброс значений, за исключением березы защитных полос, наблюдается для участков под липой и елью. Минимальная вариация – под черемухой. На всех участках с этой породой мощность гумусового горизонта составляет 7 см.

Выяснено, что на исследуемой территории плотность почвы верхнего горизонта имеет низкие значения – менее 1 г/см³, незначительно различаясь под разными породам (рис. 3). Наибольшие медианные значения имеет почва под лещиной, липой и максимум наблюдается под черемухой, где значения значительно отличаются от большинства остальных пород. Максимальный разброс значений

плотности почвы наблюдается под березами, что связано в том числе и с краевым эффектом. Однако по квартильным значениям выделяется почва под лещиной, плотность которой меняется от 0,7 до 1,05 г/см³. Наиболее однородной почвой по плотности является почва под кленом (варьирование значений чрезвычайно низкое: от 0,81 до 0,83 г/см³) и под черемухой (от 0,91 до 0,97 г/см³).

Определение содержания углерода в почве лесополосы показало, что верхний горизонт является гумусированным, содержание углерода высокое и в среднем составляет 4,5 %.

При анализе пространственного распределения содержания углерода в верхнем горизонте было выяснено, что наблюдается весьма пестрая картина: концентрация углерода варьирует в пределах от 1,6 до 5,6 % (рис.4).

Сопоставление данных о содержании гумуса с видовым составом деревьев не выявило отчетливой закономерности, хотя несколько заниженные показатели наблюдаются в почвах под черемухой и лещиной, средние значения которых составили 4,1 % и 3,9 % соответственно. При статистической обработке максимальный разброс значений наблюдается для участков под елью и лещиной, а минимальный – под кленом и черемухой (рис. 4).

Таким образом, полученные данные не выявили статистической значимой отчетливой взаимосвязи между размещением пород деревьев и пространственной неоднородностью таких почвенных свойств, как плотность, мощность верхнего горизонта и содержание углерода. По-видимому, это связано с сильным взаимовлиянием разных пород деревьев, вызванным высокой частотой посадки и их близким расположением.

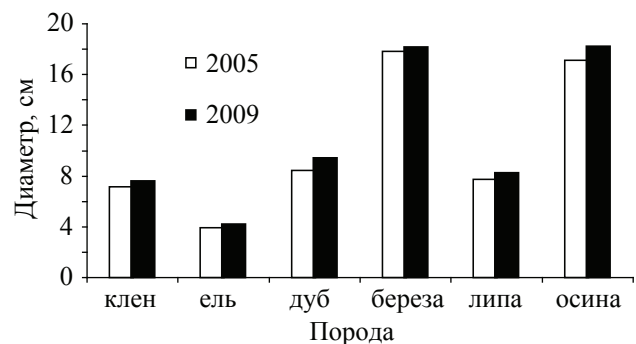


Рис. 2. Изменение медианных значений диаметров различных пород с 2005 по 2009 гг.

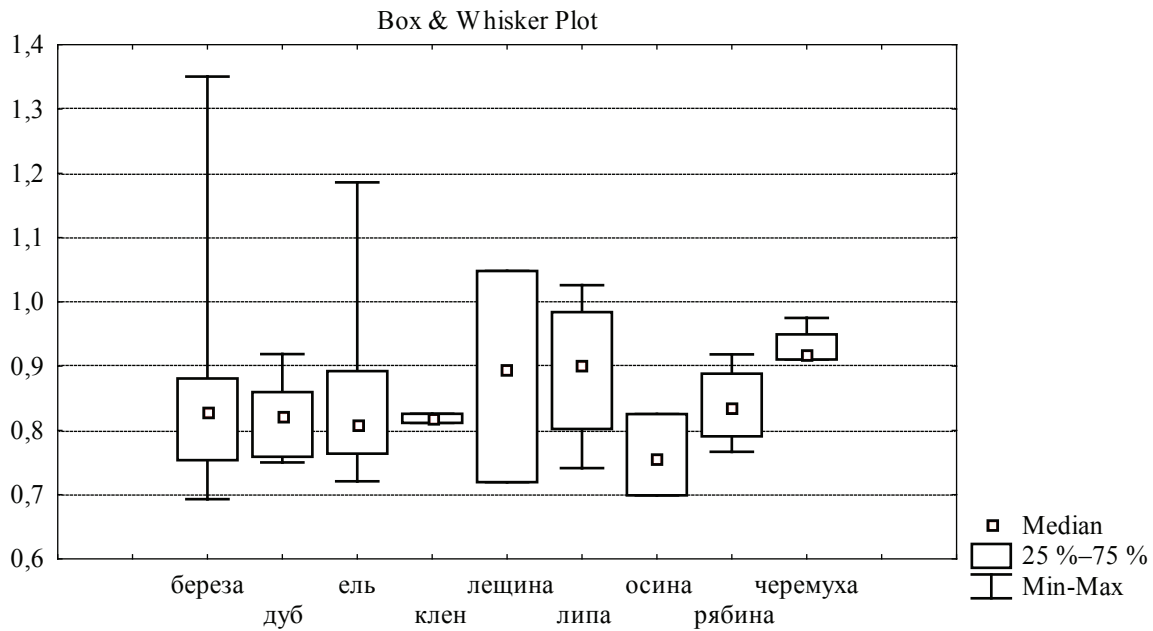


Рис. 3. Медиана, минимальные и максимальные значения плотности для различных пород

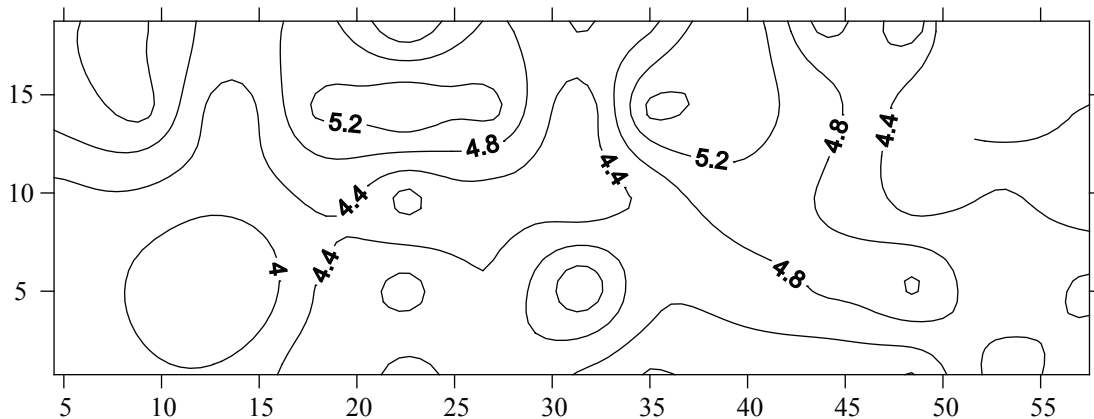


Рис. 4. Распределение значений содержания углерода

Возможно, изучение только верхнего горизонта является недостаточно информативным для обнаружения влияния отдельных пород на почвенный покров. Поэтому нами были проведены исследования нижних горизонтов почв в ключевых точках под двумя наиболее контрастными породами: хвойной (ель) и широколиственной (клен).

Были заложены разрезы под кленом и под елью. Требовалось выяснить, оказывает ли влияние характер пород на почвенный профиль, и выявить особенности почвообразующих процессов под хвойной и широколиственной растительностью. Для этого в близких друг от друга квадратах с елью и кленом были заложены почвенные разрезы, отобраны образцы и выполнены режимные наблюдения.

Плотность верхних горизонтов в точке под елью составила $0,92 - 0,94 \text{ г/см}^3$, а под кленом ее значения выше – $0,96 - 1,16 \text{ г/см}^3$. Ниже по профилю эти показатели у разных видов деревьев различаются незначительно, только на глубине 30 см наблюдается увеличение плотности на $0,2 \text{ г/см}^3$ под елью.

Плотность твердой фазы почвы является одной из наиболее стабильных характеристик почвы. Однако в результате функционирования почв под действием растительного покрова наблюдаются некоторые изменения ее величины. В верхнем гумусовом горизонте почвы под елью она составила $2,40 \text{ г/см}^3$, а под кленом – $2,34 \text{ г/см}^3$. С глубиной эти различия увеличиваются, доходя в нижних горизонтах до $2,78 \text{ г/см}^3$ под елью и до $2,55$ под кленом.

Агрохимические исследования почв в двух ключевых точках показали, что верхний горизонт является в значительной степени обеспеченным минеральным питанием даже для травянистой растительности. Для выращивания лесных культур удобрения не требуются, если в почве содержится более 8–10 мг/100 г почвы подвижного фосфора и более 6–8 мг/100 г почвы подвижного калия [9]. Почва является полностью обеспеченной фосфором и до 30 см – калием. Различия между точками наблюдаются только в нижних горизонтах.

Что же касается величин рН, то в настоящее время здесь происходит подкисление всего почвенного профиля, причем под елью оно выше, что связано с более кислым опадом хвойных пород. Хотя в гумусовых горизонтах наблюдаются очень близкие значения рН, наибольшая разница между двумя вариантами наблюдается на глубине 20–30 см. Здесь к настоящему времени рН составляет 6,12 под кленом и 5,82 под елью. А с 40 см значения рН снова становятся близкими.

Содержание углерода в двух исследуемых точках различно. Причем, если в поверхностном горизонте оно составило 4,34 % под елью и 4,88 % под кленом, то на глубине 20 см разница в значениях достигает уже 1 % (1,75 % под елью и 0,74 % под кленом).

Исследования гранулометрического состава показали, что в распределении по профилю илистой фракции в обоих разрезах наблюдаются максимумы, но под елью он находится ниже, чем под кленом. Отметим, что под елью наблюдается облегчение гранулометрического состава на глубине 20 см, т.е. аналитически обнаруживается формирование подзолистого горизонта, хотя морфологически он не выделяется. По-видимому, это связано с различиями в почвообразовательных процессах, которые наблюдаются под разными деревьями. На этом основании можно сделать вывод о возможной направленности преобладания под елью подзолистого процесса, а под кленом – процесса буроземообразования.

Данную гипотезу подтверждают результаты режимных наблюдений за температурой почвы, проведенных в 2005–2006 гг.

Температура измерялась с помощью программируемых термодатчиков iButton восемь раз в сутки с октября по июль.

Известно, что на температурный режим почв в первую очередь оказывает влияние влажность почв, гранулометрический состав, плотность и содержание углерода. Под кленом температура почвы фиксировалась на глубине 5, 15 и 50 см. Минимальная температура на глубине 5 и 15 см составляла $-0,5^{\circ}\text{C}$, а на глубине 50 см $0,8^{\circ}\text{C}$, т.е. ниже 50 см почва не промерзает. Ниже нуля температура в верхних слоях почвы опустилась только в начале февраля. Этот же месяц можно назвать и самым холодным за весь период наблюдения для всего профиля. Резкое увеличение температуры началось 10 апреля. В период с октября по июль почва на глубине 50 см максимально прогрелась до 14°C , на глубине 15 см – до 15°C , а на глубине 5 см – до $19,5^{\circ}\text{C}$.

Под елью температура фиксировалась на глубине 5 и 15 см. Отрицательных величин температура здесь достигла уже в январе. Минимальные значения на глубине 15 см составляли -1°C , а на глубине 5 см $-1,5^{\circ}\text{C}$. За рассматриваемый период почва под елью на глубине 15 см прогрелась до 16°C , а на глубине 5 см – до 18°C .

Таким образом, температурные условия в верхних слоях почвы под елью более контрастны по сравнению с почвой под кленом. Так, до глубины 15 см почва под елью в зимние месяцы промерзает сильнее, а летом нагревается до более высоких значений температуры.

Все это говорит о более высокой теплопроводности под елью, что характерно для горизонтов с облегченным гранулометрическим составом.

Выводы

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Преобладающей породой в данном насаждении является береза (в 1963 г. было высажено 342, выжило 298 экземпляров), а меньше всего посадок черемухи (сохранилось 11 экземпляров из 36 первоначально высаженных). Максимальное количество деревьев (до 100 %) сохранилось у тех пород,

которые наиболее устойчивы к воздействию загрязнения, пыли и дыма, а также мирятся с недостатком света под пологом других деревьев, в проведенном эксперименте – это липа и лещина. Минимальное количество деревьев сохранилось рябины и черемухи (из всех использованных в эксперименте это деревья с наименьшей продолжительностью жизни). При анализе диаметра стволов выяснилось, что ель чувствует себя крайне угнетенно и эти деревья можно отнести только к третьему классу роста, в то время как широколиственные породы – ко второму.

2. В настоящее время на поверхности лесополосы морфологически выделяется гумусовый горизонт мощностью 3–10 см, обнаружены различия в значениях и степени варьирования его мощности под разными породами деревьев. Он обогащен органическим веществом, является рыхлым, его плотность варьирует от 0,7 до 1,4 г/см³. Повышенными значениями плотности выделяются участки под черемухой.

3. По результатам исследования профильного распределения физических и химических свойств почв в двух ключевых точках выявлено, что по всем изученным свойствам почвы здесь различаются. Обеспеченность почвы основными веществами минерального питания растений высокая. Было обнаружено, что под елью на глубине 11–23 см происходит облегчение гранулометрического состава. Этот факт фиксируется не только по результатам определения непосредственно гранулометрического состава, но и особен-

ностям температурного режима и более высоким значениям температуропроводности.

Библиографический список

1. Вадюнина, А.Ф. Методы исследования физических свойств почв и грунтов / А.Ф. Вадюнина, З.Я. Корчагина. – М.: Высшая школа, 1973. – 416 с.
2. Докучаев, В.В. Избранные Сочинения / В.В. Докучаев. – М., 1949. – Т. 3.
3. Завалишин, А.А. К вопросу о почвообразовании в средней тайге Зауралья / А.А. Завалишин // Почвоведение. – 1944. – № 4–5. – С. 180–204.
4. Заварзин, В.В. Таксация леса и лесоустройство / В.В. Заварзин, Г.В. Матусевич. – М.: Изд-во МГУЛ, 2004. – 203 с.
5. Карпачевский, Л.О. Лес и лесные почвы / Л.О. Карпачевский. – М.: Лесная пром-сть, 1981.
6. Карпачевский, Л.О. Пестрота почвенного покрова под широколиственно-еловым лесом / Л.О. Карпачевский, Н.К. Киселева, С.И. Попова // Почвоведение. – 1968. – № 1. – С. 10–24.
7. Морозов, Г.Ф. Учение о лесе / Г.Ф. Морозов. – М.-Л., 1928. – 256 с.
8. Мустафаев, Х.М. Изменение почвы под лесными полосами различного состава / Х.М. Мустафаев // Почвоведение. – 1957. – № 1. – С. 107–111.
9. Редько, Г.И. Лесные культуры / Г.И. Редько, М.Д. Мерзленко, Н.А. Бабич. – С.-Пб.: С.-Пб. ГЛТА, 2005. – 556 с.
10. Тыртиков, А.П. Влияние растительного покрова на промерзание и протаивание грунтов / А.П. Тыртиков. – М.: Изд-во МГУ, 1969. – 192 с.
11. Шеин, Е.В. Полевые и лабораторные методы исследования физических свойств и режимов почв / Е.В. Шеин, Т.А. Архангельская, В.М. Гончаров и др. – М.: Изд. МГУ, 2001. – 200 с.
12. Шутов, И.В. Лесные плантации (ускоренное выращивание ели и сосны) – И.В. Шутов. – М.: Лесная пром-сть, 1984. – 248 с.
13. <http://www.ibutton.com>

ИССЛЕДОВАНИЕ НАНОСТРУКТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ПОЧВЕННЫХ ГЕЛЕЙ

Г.Н. ФЕДОТОВ, *ст. научн. сотр. фак-та почвоведения МГУ им.М.В.Ломоносова, д-р биол. наук,*
В.С. ШАЛАЕВ, *проф. МГУЛ, д-р техн. наук,*
В.И. ПУТЛЯЕВ, *доц. химического фак-та МГУ им.М.В.Ломоносова, канд. хим. наук,*
Д.М. ИТКИС, *асп. фак-та наук о материалах МГУ им. М.В. Ломоносова*

shalaev@mgul.ac.ru

С точки зрения материаловедения почвы представляют собой природные органико-минеральные материалы, возникшие под влиянием факторов почвообразования. В

материаловедении же хорошо известно, что свойства материалов зависят от наноструктуры в некоторых случаях в большей степени, чем от состава.

В последнее десятилетие большое внимание уделяется изучению наноструктурной организации материалов и взаимодействию различных уровней их организации между собой (нано-, микро-, макро-), приводящему к возникновению определенных свойств. К 2000 г. группа экспертов Национального научного фонда США сделала заключение о безусловной приоритетности исследований в области нанотехнологий и наноматериалов, а в 2000 г. там же была принята долгосрочная комплексная программа, названная «Национальная нанотехнологическая инициатива» [5]. Именно с этого момента принято отсчитывать время начала «нанотехнологической гонки».

Следует отметить, что изучение наноматериалов и развитие нанотехнологий было подготовлено рядом открытий: создание сканирующего туннельного (1981 г.) [30] и атомно-силового микроскопа (1986 г.) [30], создание объемных фотонных кристаллов с запрещенной оптической зоной (1991 г.) [26], синтез углеродных нанотрубок (1991 г.) [10], экспериментальное обнаружение фуллеренов (1985 г.) [4], разработка золь-гель методов [13, 20], изучение размерных эффектов [4, 6], гетероструктур [7], процессов самоорганизации [9], фрактальных образований [12, 14], а также ряда других эффектов и явлений [8].

В почвоведении наноструктурный уровень организации почв практически не изучался, а его влияние на свойства почв не учитывалось. В ряде работ [14, 15, 17] экспериментами по изучению химических и физических свойств почв и их изменения после добавления воды в сухие почвы, а также методами растровой и просвечивающей электронной микроскопий и методом малоуглового рассеяния нейтронов установлено, что в почвах коллоидные частицы фиксированы на расстоянии друг от друга в студнеобразной матрице из органических веществ. Был сделан вывод о том, что органо-минеральные гели почв, находящиеся на поверхности почвенных частиц, связывающие эти частицы и определяющие свойства почв, представляют собой почвенный гумус, находящийся в студнеобразном состоянии, армированный органическими и неорганическими наночастицами. Показано, что почвенные наночастицы в

гумусовом студне самоорганизуются, образуя фракталы, размерность которых определяется типом почвы [16].

Настоящая работа предпринята с целью расширения номенклатуры методов, которые могут быть применены для исследования наноструктурной организации почвенных гелей, проверки предположений о существовании почвенных гелей в виде армированных гумусовых студней и уточнения их структурной организации.

Объекты и методы исследования. В качестве объектов исследования были выбраны образцы, отобранные из гумусовоаккумулятивных горизонтов кубанского выщелоченного чернозема, серой лесной почвы Владимирского ополья и дерново-подзолистой почвы из окрестностей поймы р. Яхрома. Свойства почв, определенные по общепринятым методикам, приведены в работе [15].

В последнее время появились работы, в которых для исследования почвенных объектов использовали метод атомно-силовой микроскопии [23–25, 27–29]. Это позволило уточнить размеры частиц, существующих в почвенном растворе [24], оценить структуры, образующиеся при их взаимодействии [25], понять поведение фульвокислот и гуминовых кислот на поверхности минералов [23, 27, 29].

Атомно-силовая микроскопия (АСМ) является одной из наиболее распространенных разновидностей «сканирующей зондовой микроскопии». Первый микроскоп такого типа был сконструирован Г. Биннигом, Х. Гербером и С. Квайтом в 1986 г. после того как годом ранее Г. Бинниг показал принципиальную возможность неразрушающего контакта зонда (атомно-острой иглы) с поверхностью образца.

Действительно, если подвести зонд к образцу на расстояние в несколько ангстрем, то между атомами острия зонда и атомами на поверхности образца начнет действовать Ван-дер-Ваальсова сила притяжения. Под действием этой силы зонд будет приближаться к образцу до тех пор, пока не начнет электростатическое отталкивание одноименно (отрицательно) заряженных электронных оболочек атомов зонда и поверхности.

В первых атомно-силовых микроскопах зонд (иголку кристаллического сапфира)

закрепляли на тонкой платиновой фольге, за перемещением которой следили по изменению туннельного тока, по аналогии со сканирующей туннельной микроскопией. В настоящее время зонд закрепляют на гибкой балке, называемой «кантилевером» или консолью. При подводе зонда к образцу на расстояние в несколько ангстрем и возникновении отталкивающего взаимодействия «кантилевер» изгибается до тех пор, пока давление со стороны зонда (определяемое силой упругости консоли) не окажется больше предела упругой деформации материала образца или зонда. Таким образом, основным свойством «кантилевера» является его жесткость, а подбор материала и геометрических характеристик «кантилевера» позволяет использовать метод АСМ для самых различных приложений.

Перемещаясь в плоскости образца над поверхностью, «кантилевер» изгибается, отслеживая ее рельеф. Однако при сканировании образца в контактном режиме поверхность образца частично повреждается, а разрешение метода оказывается достаточно низким. Были разработаны методы бесконтактного и полуконтактного сканирования.

В первом случае зонд не входит в контакт с поверхностью, и взаимодействие происходит в режиме притяжения. Бесконтактная АСМ имеет ряд преимуществ перед контактной, так как она дает возможность измерения топографии образца при незначительном контакте между иглой и образцом или при полном его отсутствии. Результирующая сила взаимодействия в неконтактном режиме весьма низкая, что дает возможность изучать мягкие и эластичные образцы, не повреждая их зондом. Однако сила, возникающая между иглой и образцом в бесконтактном режиме слабая, и измерять ее значительно труднее, чем в контактном режиме.

Полуконтактная АСМ аналогична бесконтактной с той лишь разницей, что «кантилевер» подводится к образцу ближе. «Кантилевер» как любая механическая система имеет собственную частоту колебаний, определяемую его геометрией и материалом, из которого он изготовлен. Для возбуждения вынужденных колебаний «кантилевера» АСМ оснащаются небольшими пьезоэле-

ментами, которые крепятся под держателями «кантилевера». Этот пьезоэлемент называется пьезодрайвером. При частоте колебаний пьезодрайвера, соответствующей резонансной частоте «кантилевера», амплитуда колебаний последнего достигает максимума. При приближении иглы «кантилевера» к исследуемой поверхности на расстояние, на котором проявляется взаимодействие зонда с поверхностью, происходит изменение частоты его колебаний. При этом резко уменьшается амплитуда колебаний, так как происходит смещение частоты колебаний «кантилевера» от резонансной. Таким образом, изменения в резонансной частоте «кантилевера» используются в качестве высокочувствительного средства измерения градиента силы, отражающего изменения в расстоянии между иглой и образцом.

Одновременно при приближении иглы «кантилевера» к исследуемой поверхности на расстояние, на котором проявляется взаимодействие зонда с поверхностью, происходит и сдвиг фазы колебаний. Но фаза колебаний чувствительна не только к градиенту внешней силы. Важный вклад вносят и диссипативные взаимодействия зонда с поверхностью, позволяющие добиться контакта, чувствительного к материалу поверхности. Фазовые изображения обычно получают параллельно с топографическими изображениями в полуконтактном режиме.

Следовательно, при сканировании поверхности в полуконтактном режиме зонд входит в контакт с поверхностью только в нижней точке траектории собственных резонансных колебаний, как бы постукивает по образцу. Это позволяет увеличить разрешение АСМ, значительно снизив давление на образец со стороны зонда.

Для регистрации отклонения «кантилевера» предложены различные системы, основанные на использовании емкостных датчиков, интерферометров, систем отклонения светового луча или пьезоэлектрических датчиков. В современных приборах угол изгиба «кантилевера» регистрируется с помощью лазера, луч которого отражается от внешней стороны консоли и падает на фотодиодный секторный датчик (рис. 1).

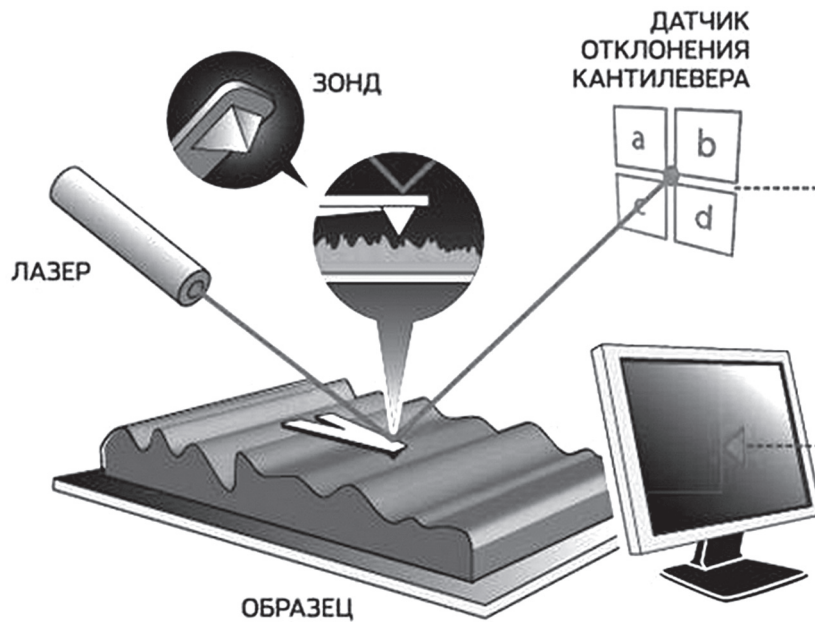


Рис. 1. Схема работы атомно-силового микроскопа

Система обратной связи отслеживает изменение сигнала на фотодетекторе и управляет «системой нанопозиционирования». Использование «пьезодвигателей» и атомно-острых зондов позволяет в высоком вакууме добиться атомного разрешения АСМ.

Помимо непосредственного исследования структуры поверхности методом контактной АСМ, можно регистрировать силы трения и адгезионные силы. В настоящее время разработаны многопроходные методики, при которых регистрируется не только топография, но и электростатическое или магнитное взаимодействие зонда с образцом. С помощью этих методик удается определять магнитную и электронную структуру поверхности, строить распределения поверхностного потенциала, электрической емкости и т.д. Для этого используют специальные «кантилеверы» с магнитными или проводящими покрытиями. Применение жидкостной атомно-силовой микроскопии позволяет локально проводить электрохимические реакции, прикладывая потенциал между зондом и проводящей поверхностью, а также открывает возможность применения АСМ для исследования биологических объектов.

В данной работе топография высушенных на сляде гелевых пленок изучалась при помощи атомно-силового микроскопа N'Tegra Aura (фирма NT-MDT, Россия) в кон-

тактном и полуконтактном режимах «кантилеверами» NSC 21 и NSC 15 соответственно (фирмы Mikromasch, Эстония).

При приготовлении объектов для исследования воздушно-сухие почвенные частицы размером 0,1–2 мм помещали в чашки Петри, капиллярно увлажняли их, а затем поднимали уровень воды в чашке Петри. Это приводило к отделению от почвенных частиц и подъему на поверхность воды гелевых пленок. Затем гелевые пленки помещали на атомногладкую поверхность свежерасщепленной слюды путем приведения в контакт поверхности слюды с водной поверхностью, на которой находилась пленка, и высушивали при 40 °С [19].

В настоящее время в коллоидной химии и других науках активно распространяется метод динамического светорассеяния, основанный на анализе временных корреляций флуктуаций интенсивности рассеяния лазерного пучка, характеризующего распределение частиц по размерам.

Для выяснения характера взаимодействия неорганических наночастиц с гумусовым студнем использовали фотон-корреляционный спектрометр Malvern Zetasizer Nano-ZS, позволяющий получать информацию о частицах субмикронного диапазона. Анализ корреляционных функций проводился при помощи пакета DTS 5.03 в рамках алгоритма аппрок-

симации методом неотрицательных наименьших квадратов.

Исследовали илистые фракции почв, которые получали по общепринятой методике [21]. Воздушно-сухие почвы тщательно перетирали в ступке с 4 % раствором пиррофосфата натрия при комнатной температуре, пропускали через сито с размером ячеек 250 мкм, а затем помещали в цилиндр объемом 1 л с дистиллированной водой и тщательно перемешивали. После суточного отстаивания из суспензии отбирали пробы, которые должны были содержать частицы размером менее 1 мкм [21].

Электронно-микроскопическое исследование проводили на растровом электронном микроскопе LEO SUPRA – 50 VP (фирмы Carl Zeiss, Германия) с автоэмиссионным источником при ускоряющем напряжении 3–10 кВ с использованием детектора вторичных электронов типа InLens. Первичная обработка сигнала состояла в накопительном усреднении по линии сканирования.

Было проведено также исследование пленок почвенных гелей методом просвечивающей электронной микроскопии на приборе JEM – 2000 FX (фирмы JEOL, Япония) при ускоряющем напряжении 200 кВ. При приготовлении образцов гелевые пленки помещали на дырчатые углеродные подложки.

Результаты и их обсуждение. Как было отмечено выше, исследование с помощью АСМ «мягких» образцов (в т.ч. полимеров, биомолекул и др.) в контактном режиме зачастую приводит к повреждению объекта. Проведенные нами предварительные эксперименты на гелевых пленках, выделенных из чернозема, свидетельствуют, что взаимодействие зонда с поверхностью почвенных гелей в большинстве случаев приводит к нестабильному сканированию и повреждению поверхности. Это не позволяет получать корректные результаты. Кроме того, полученные в контактном режиме данные зачастую не раскрывают всех топографических особенностей, которые можно наблюдать в полуконтактной моде, что, скорее всего, связано с присутствием неоднородных слоев адсорбатов на поверхности геля. Поэтому исследование проводили полуконтактным методом при одновременной регистрации топографии

и фазового изображения. Рабочая амплитуда колебаний «кантилевера» составляла от 10 до 50 % от свободной амплитуды.

Данные, полученные для чернозема с помощью атомно-силового микроскопа в полуконтактном режиме, свидетельствуют, что этим способом удается получать изображения топографии поверхности гумусового студня с разрешением в единицы нанометров. На этих изображениях отчетливо видно, что частицы размером 20–100 нм армируют гумусовый студень чернозема, причем перепад высот на топографической картине поверхности изменяется только на единицы нанометров. Аналогичные закономерности по соотношению размеров и высоты фиксированных в гумусовом студне минералов наблюдаются на образцах всех исследованных почв (рис. 2, а и б). Подобное позволяет предположить, что гумусовый студень преимущественно армирован пластинчатыми наночастицами, по-видимому, глинистых минералов, которые ориентированы параллельно поверхности гелевых пленок, то есть образуют текстуру.

Сравнение АСМ изображений, полученных для чернозема, серой лесной и дерново-подзолистой почв, свидетельствует, что на масштабах 500×500 нм гелевые структуры почв проявляют заметные морфологические различия. Для дерново-подзолистой почвы видно много отдельных мелких пиков высотой 1–1,5 нм. Размер входящих в гелевую пленку частиц составляет 100–150 нм. В серой лесной почве мелкие пики связаны друг с другом, поэтому наблюдается более сглаженная топография поверхности. Размер частиц, входящих в гелевую пленку, порядка 50 нм. В черноземе мелкие пики имеют размеры в доли нанометра. Это хорошо видно при изучении площадок размером 100×100 нм (рис. 2, в). Частицы, входящие в гелевую пленку, имеют размеры 5–40 нм.

Оценка размеров частиц, входящих в гелевые пленки, подтверждает известное в почвоведении положение об увеличении доли мелких частиц в зональном ряду от дерново-подзолистых почв к черноземам. Эти закономерности были установлены для частиц микронных размеров. Однако, как следует из полученных данных, они справедливы и для наночастиц.

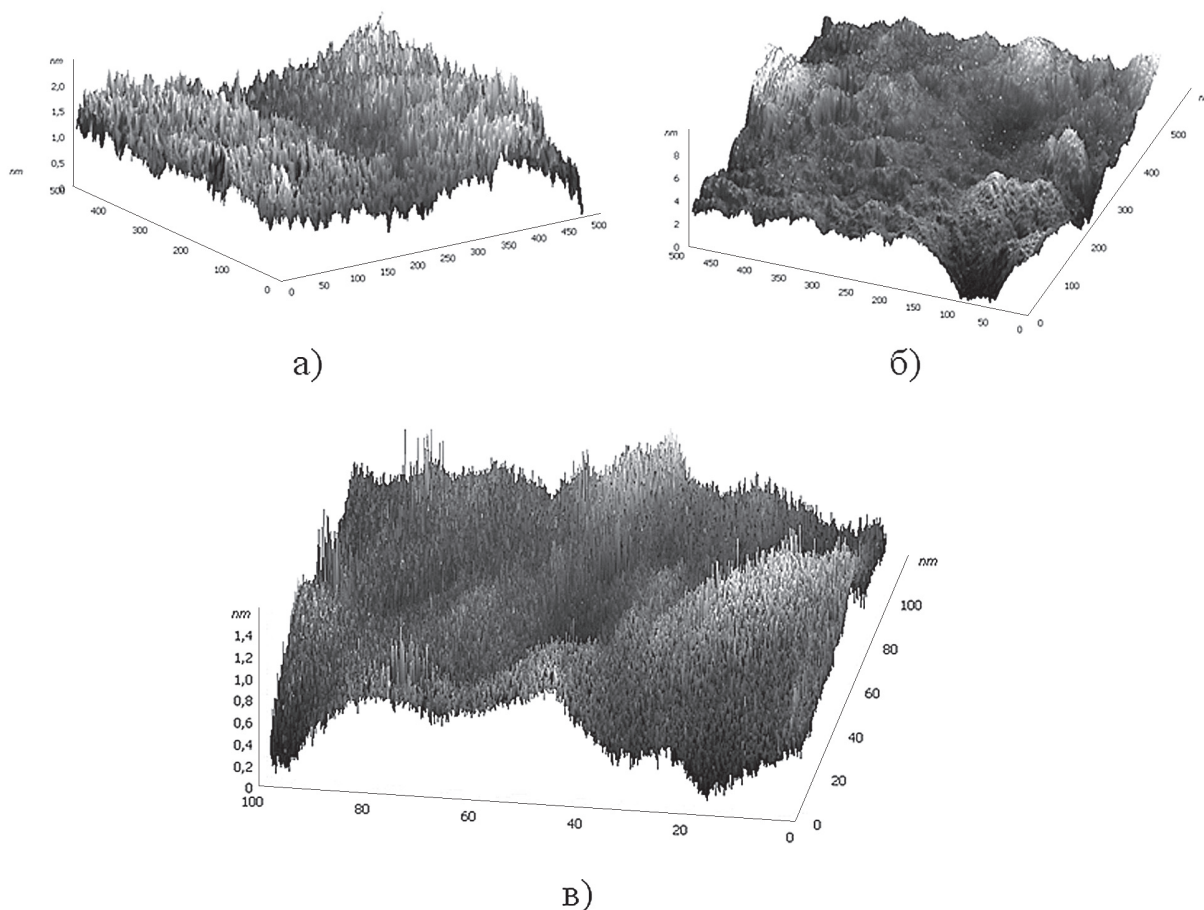


Рис. 2. Объемное изображение топографии поверхности гелевой пленки, выделенной из дерново-подзолистой (а) и серой лесной почв (б) и чернозема (в) на подложке слюды, выполненное при помощи атомно-силового микроскопа

Можно предположить, что мелкие пики характеризуют органическую матрицу. Наличие большого числа отдельных пиков в гелевых пленках дерново-подзолистой почвы, по-видимому, свидетельствует о меньшей связанности между собой блоков гумусового студня и, следовательно, их большей потенциальной подвижности. Увеличение содержания гумуса в серой лесной почве и особенно черноземе ведет к стабилизации гумусовых студней. Подобные результаты и их интерпретация полностью согласуются с известными в почвоведении данными по свойствам изученных нами почв.

С учетом того, что построение изображения методом отображения фазы обладает заметно большей чувствительностью к силовым взаимодействиям с поверхностью, можно предположить, что поверхность гелевой пленки и находящиеся в ней частицы, по-видимому, покрыта слоем гумусового студня

меньшей плотности. В результате изображения, полученные более чувствительным методом отображения фазы, показывают структуру верхнего слоя гумусового студня, а топографическое изображение раскрывает особенности структуры нижнего, более плотного слоя, содержащего частицы минералов.

Такое предположение для полимерного геля достаточно обосновано, так как для идеального клубка средняя плотность звеньев [11] убывает от центра к периферии обратно пропорционально квадратному корню от числа звеньев в линейной цепи. В идеальном и хорошем растворителях для полимеров со степенью полимеризации ~ 1000 расчетное увеличение плотности от нулевой до половины максимальной наблюдается на расстояниях порядка 10 нм. В концентрированных растворах полимеров ($C > 1\%$) и расплавов происходит взаимное проникновение сегментов макромолекул в клубки, и убывание плот-

ности сегментов должно быть характерным только для границ полимерных образований.

Один из основных вопросов, на который необходимо было получить ответ, заключался в выяснении широты распространения армированных гумусовых пленок, поднимающихся на поверхность воды.

Для этого было проведено электронно-микроскопическое исследование образцов почв различных типов. Следует отметить, что для всех почв наблюдаются общие закономерности. По итогам исследования возможно сказать, что почвенные гели, покрывающие и связывающие крупные почвенные частицы, представляют собой слоистые образования. Толщина гелевых слоев составляет примерно 10–30 нм. Причем эти тонкие образования объединяются в более толстые пачки, которые изгибаются, следуя форме частиц, поверхность которых они покрывают. В некоторых случаях эти слоистые образования располагаются отдельно. По-видимому, такое разделение происходит при высушивании почвы, а отделившиеся от общей массы геля слои и поднимаются на поверхность воды при увлажнении сухих почвенных образцов.

Причиной возникновения подобных ламелярных образований, по-видимому, является структура и дифильность макромолекул гумуса. Известно, что в зависимости от соотношения площадей, занимаемых в мицеллах гидрофильными и гидрофобными частями дифильных молекул, меняется структура мицелл в воде. При близости этих площадей образуются пластинчатые мицеллы.

Экспериментальные результаты свидетельствуют, что неорганические частицы размером от нанометров до микрон располагаются в матрице из полупрозрачного для электронов гумуса [15]. Возникает вопрос, как в подобных ламелярных образованиях размещаются неорганические частицы вторичных минералов.

Для этого было проведено исследование почвенных гелей на просвечивающем электронном микроскопе JEM-2000FXII (JEOL, Япония) при 200 кВ в режиме светлого поля, а также в режиме электронной дифракции с выделенной области.

Полученные данные (рис. 3) свидетельствуют, что частицы глинистых минералов

располагаются в гелевых пленках не хаотично, а образуют текстуру, дающую отчетливые рефлексы. На микрофотографиях видны прозрачные плоские глинистые частицы и картины электронной дифракции с них, показывающие дифракцию от базисной плоскости [0001] слоистых алюмосиликатных минералов.

Для подтверждения текстурной организации минералов в гелевых пленках были проведены исследования при помощи рентгеновского дифрактометра ДРОН-4, область исследования на котором в отличие от просвечивающего электронного микроскопа составляет несколько миллиметров. Гелевые пленки, чтобы получить достаточно материала для исследования, наносили на подложку, приводя ее в соприкосновение с поверхностью воды, на которой находилась пленка, многократно высушивая при 40° С после каждого нанесения слоя геля. В результате была также получена картина, показывающая преимущественную дифракцию от базисной плоскости [0001] слоистых алюмосиликатных минералов.

В ряде работ [1–3, 22] при исследовании коллоидной составляющей почв проводили разделение почвенных частиц на фракции центрифугированием. Полученные нами результаты свидетельствуют, что данный подход является не всегда вполне корректным. Разная плотность органического вещества и минеральных частиц должна приводить в подобных системах при центрифугировании к возникновению значительных напряжений и выделению из гумусового студня сначала крупных, а затем (при возрастании числа оборотов и времени воздействия) и более мелких частиц. Определяться выделение неорганических частиц из гумусового студня должно отношением энергии связи неорганических частиц с гумусовым студнем к объему и плотности частиц. Эта энергия связи неорганической частицы с гумусом должна определяться площадью поверхности частиц и концентрацией в гумусовом студне функциональных групп, образующих связи с поверхностью частиц. Следовательно, прочность удерживания частиц минералов в гелях должна зависеть от их вида, размера, формы и ориентации в гелевой пленке, а также от свойств гумусового студня и предыстории почвенного образца.

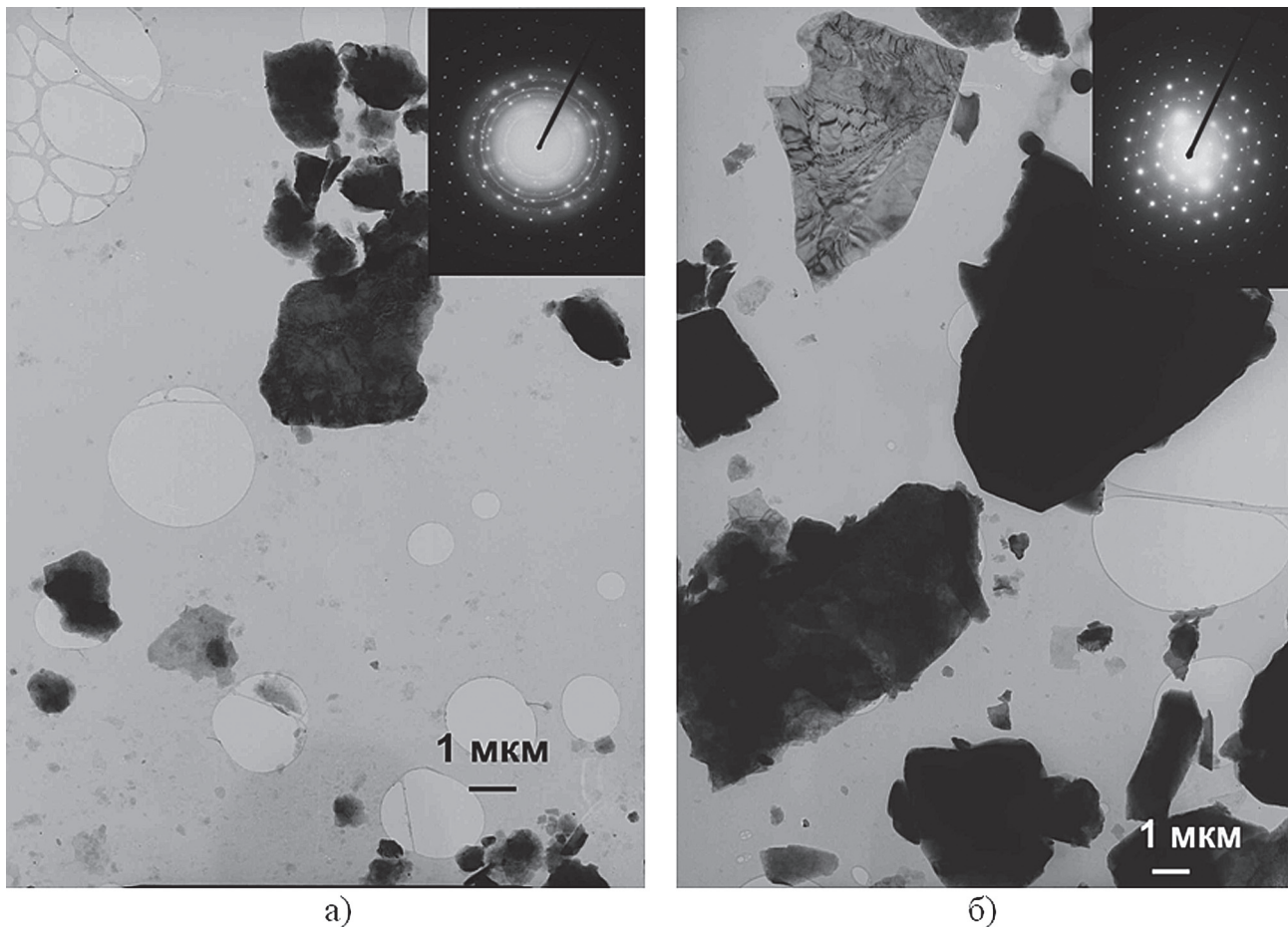


Рис. 3. Изображения гелевых пленок дерново-подзолистой почвы (а) и чернозема (б), полученные на просвечивающем электронном микроскопе в режиме светлого поля, а также в режиме электронной дифракции с выделенной области

Для экспериментальной проверки данных положений мы исследовали илистые фракции почв, которые получали по общепринятой методике [21]. Воздушно-сухие почвы тщательно перетирали в ступке с 4 % раствором пирофосфата натрия при комнатной температуре, пропускали через сито с размером ячеек 250 мкм, а затем помещали в цилиндр объемом 1 л с дистиллированной водой и тщательно перемешивали. После суточного отстаивания из суспензии отбирали пробы, которые должны были содержать частицы размером менее 1 мкм [21]. После их центрифугирования при 3000 и 6000 об/мин при помощи лазерного микроанализатора размеров частиц Malvern zetasizer Nano-ZS было проведено изучение размера частиц в почвенных суспензиях.

Необходимо отметить, что результаты распределения частиц по объему получают путем математической обработки данных по

интенсивности. В математическую модель закладывается сферичность и фазовая однородность частиц, а также наличие в суспензии частиц одного состава. Вполне очевидно, что суспензии почв ни одному из этих условий не соответствуют. Частицы могут иметь несферическую форму, так как многие почвенные минералы обладают слоистым строением. В суспензии присутствуют частицы различных минералов и органических веществ, по-разному взаимодействующие со светом. Кроме того, как было показано ранее [15, 17, 18], минеральные частицы армируют гумусовый студень, а, следовательно, мелкие почвенные частицы неоднородны. Таким образом, полученные результаты по изучению суспензий методом лазерной дифракции не отражают реальных количественных закономерностей, и их имеет смысл рассматривать только на качественном уровне. Полученные данные представлены на графиках (рис. 4).

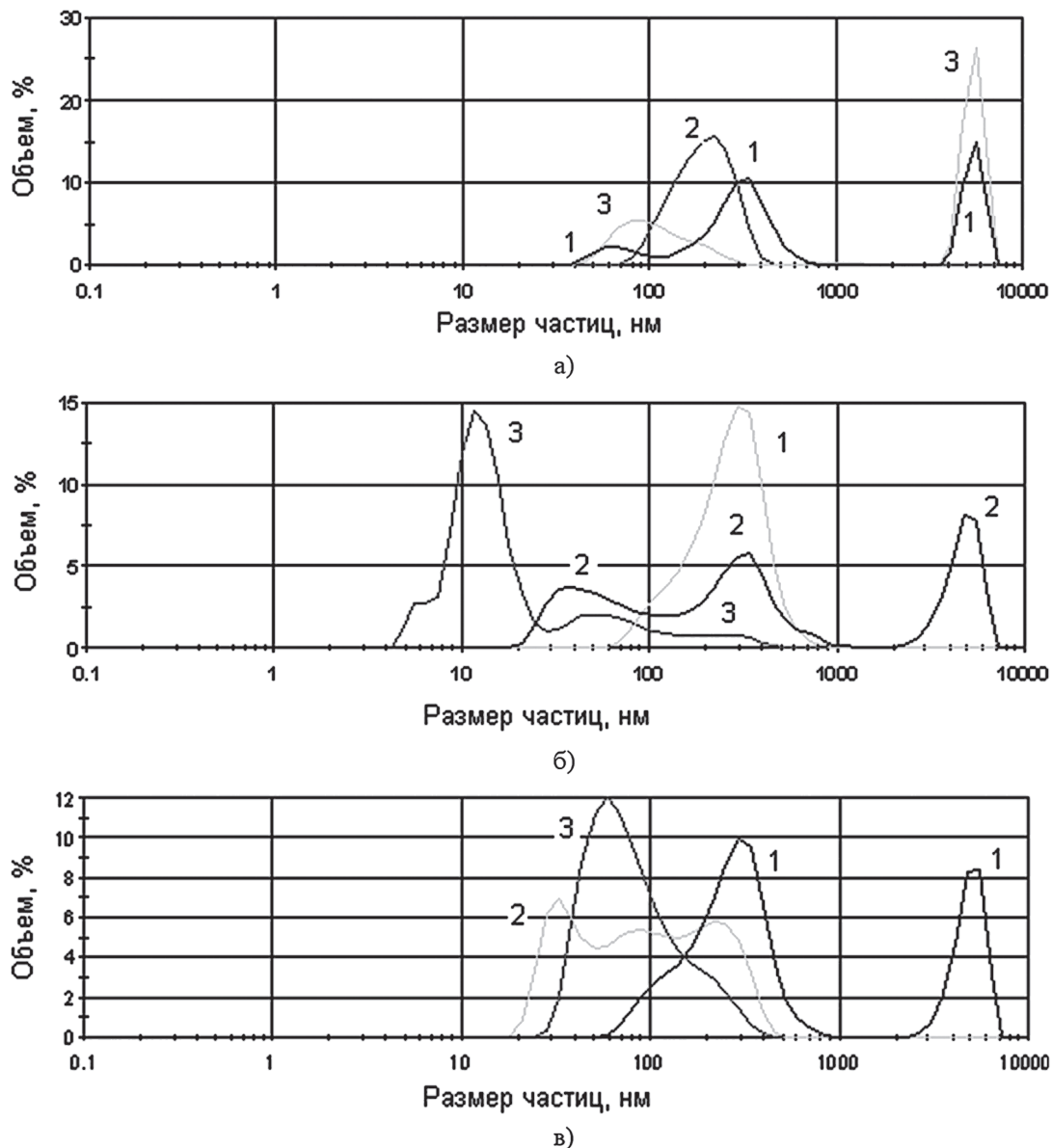


Рис. 4. Распределение частиц в суспензиях дерново-подзолистой почвы (а), чернозема (б) и серой лесной почвы (в) по объему после центрифугирования: 1 – при 3000 об/мин в течение 10 минут; 2 – при 6000 об/мин в течение 10 минут; 3 – при 6000 об/мин в течение 30 минут

Для дерново-подзолистой почвы после обработки в течение 10 минут при 3000 об/мин наблюдается два максимума в распределении частиц по объему, соответствующие 5–6 мкм и 300–400 нм. После обработки суспензии в течение 10 минут при 6000 об/мин максимум распределения частиц соответствует примерно 200 нм. При обработке суспензии в течение 30 минут при 6000 об/мин максимум смещается в область 70–90 нм, но при этом возникают частицы размером 300–400 нм. Причем их относительное количество даже больше, чем после обработки суспензии в течение 10 минут при 3000 об/мин.

Эти результаты можно объяснить, предположив, что при центрифугировании суспензии в течение 30 минут при 6000 об/мин происходит распад частиц армированного гумусового студня размером 200 нм с выделением из них мелких неорганических частиц (70–90 нм). В дальнейшем гумусовые остатки, по-видимому, взаимодействуют друг с другом и с частицами более прочного армированного гумусового студня, имеющего большую, чем гумусовые остатки, плотность и быстрее движущегося в поле центробежных сил. При этом образуются более крупные частицы размером 300–400 нм.

Для чернозема наблюдается несколько иная картина. После центрифугирования суспензии чернозема в течение 10 минут при 3000 об/мин максимум в распределении частиц по объему соответствует 300 нм. После обработки суспензии в течение 10 минут при 6000 об/мин наблюдается образование трех максимумов в распределении частиц – 5 мкм, 300 нм и 30–40 нм. При центрифугировании суспензии в течение 30 минут при 6000 об/мин размер частиц заметно уменьшается. В распределении частиц по объему видно два максимума – 12–14 нм и 50 нм. По-видимому, для чернозема распад армированного гумусового студня происходит уже при 10 минутном центрифугировании при 6000 об/мин, а последующая обработка ведет к уменьшению размера частиц в суспензии.

Аналогичные преобразования армированного гумусового студня наблюдаются и при центрифугировании суспензии серой лесной почвы.

Из сравнения данных для дерново-подзолистой почвы и чернозема можно сделать вывод, что блоки армированного гумусового студня чернозема нанометрового диапазона имеют большую плотность, так как размер частиц чернозема, остающихся во взвешенном состоянии после 30 минутного центрифугирования при 6000 об/мин заметно меньше. Подобное может происходить, если гумусовый студень чернозема армирован более мелкими частицами, которые связаны с ним прочнее, чем неорганические частицы с гумусовым студнем дерново-подзолистой почвы.

Полученные результаты свидетельствуют, что при увеличении числа оборотов и времени воздействия на суспензии наблюдаются сложные зависимости, которые могут быть объяснены только неоднородностью частиц микронного и субмикронного диапазонов и их способностью при механических воздействиях распадаться на части, которые могут взаимодействовать между собой.

Выводы

– проведенное исследование подтверждает представление о почвенных гелях как об армированных наночастицами гумусовых студнях и свидетельствует, что исполь-

зование атомно-силовой микроскопии для исследования почвенных гелей может быть достаточно перспективным, так как позволяет получать дополнительную информацию об их структурной организации;

– выяснено, что гелевые пленки армированы наночастицами слоистых минералов, которые ориентированы параллельно поверхности гелевых пленок и образуют соответствующую текстуру;

– полученные результаты подтверждают неоднородность частиц микронного и субмикронного диапазонов, образующихся при диспергировании почв, и способность этих частиц распадаться при центрифугировании на части.

Библиографический список

1. Александрова, Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации / Л.Н. Александрова. – М.: Наука, 1980. – 288 с.
2. Александрова, Л.Н. О природе органо-минеральных коллоидов и о методах их изучения / Л.Н. Александрова, М. Надь // Почвоведение. – 1958. – № 10. – С. 21–27.
3. Боровский, В.М. Формирование засоленных почв и галогеохимические провинции Казахстана / В.М. Боровский. – Алма-Ата: Наука, 1982. – 256 с.
4. Веснин, Ю.И. Вторичная структура и свойства кристаллов / Ю.И. Веснин. – Новосибирск: Институт неорганической химии СО РАН, 1997. – 102 с.
5. Кобаяси, Н. Введение в нанотехнологию / Н. Кобаяси. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. – 134 с.
6. Кубальчинский, В.А. Двумерные, одномерные, нульмерные структуры и сверхрешетки / В.А. Кубальчинский. – М.: Изд. МГУ, 1998. – 164 с.
7. Молекулярно-лучевая эпитаксия и гетероструктуры / Под ред. Л. Ченга, К. Плога. – М.: Мир, 1989. – 584 с.
8. Нанотехнологии. Азбука для всех / Под ред. Ю.Д. Третьякова. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 368 с.
9. Пригожин, И.Р. Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой / И.Р. Пригожин, И. Стенгерс. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 312 с.
10. Раков, Э.Г. Нанотрубки и фуллерены / Э.Г. Раков. – М.: Университетская книга, логос, 2006. – 376 с.
11. Семчиков, Ю.Д. Высокомолекулярные соединения / Ю.Д. Семчиков. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 368 с.
12. Третьяков, Ю.Д. Дендриты, фракталы и материалы / Ю.Д. Третьяков // Соросовский образовательный журнал. – 1998. – № 11. – С. 96–102.
13. Третьяков, Ю.Д. Керамика – материал будущего / Ю.Д. Третьяков, Ю.Г. Метлин. – М., 1987.
14. Федер, Е. Фракталы / Е. Федер. – М.: Мир, 1991. – 260 с.
15. Федотов, Г.Н. Гелевые структуры в почвах: дисс. докт. биол. наук / Г.Н. Федотов. – М.: МГУ, 2006. – 345 с.

16. Федотов, Г.Н. К вопросу о механизме возникновения фрактальной организации у почвенных коллоидов / Г.Н. Федотов, Г.В. Добровольский, В.И. Путляев и др. // Почвоведение. – 2007. – № 7. – С. 823–830.
17. Федотов, Г.Н. Коллоидные структуры в почвах / Г.Н. Федотов, Ю.Д. Третьяков, Г.В. Добровольский и др. // Доклады Академии наук. – 2005. – Т. 404. – № 3. – С. 352–354.
18. Федотов, Г.Н. Электронно-микроскопическое исследование коллоидных структур почв / Г.Н. Федотов, Ю.Д. Третьяков, В.И. Путляев и др. // Доклады Академии наук. – 2005. – Т. 403. – № 2. – С. 205–207.
19. Федотов, Г.Н. Уточнение представлений о строении почвенных гелей / Г.Н. Федотов, Ю.Д. Третьяков, В.И. Путляев и др. // Доклады Академии наук. – 2006. – Т. 411. – № 2. – С. 203–205.
20. Шабанова, Н.А. Основы золь-гель технологии нанодисперсного кремнезема / Н.А. Шабанова, П.Д. Саркисов. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. – 208 с.
21. Шеин, Е.В. Полевые и лабораторные методы исследования физических свойств и режимов почв / Е.В. Шеин, Т.А. Архангельская, В.М. Гончаров и др. – М.: МГУ. 2001. – 200 с.
22. Яцынин, Н.Л. Высокомолекулярная химия в вопросах почвоведения / Н.Л. Яцынин // Известия АН КазССР. Серия биологическая. – 1976. – № 1. – С. 38–47.
23. Aiguo Lio, Rong Chang Wu, Elia Eschenazi, Kyriakos Papandopoulos. AFM on humic acid adsorption on mica // Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 2000, Vol. 174, Pages 245–252.
24. Carlos M.P., Vaz, Paulo S.P. Hermann and Silvio Crestana. Thickness and size distribution of clay-sized soil particles measured through atomic force microscopy // Powder Technology, 2002, Vol. 126, Pages 51–58.
25. Citeau L., Gaboriaud F., Elsass F., Thomas F., Lamy I. Investigation of physico-chemical features of soil colloidal suspensions // Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 2006, Vol. 287, Pages 94–105.
26. Joannopoulos J.D., Meade R.D., Winn J.N. Photonic Crystals. Princeton University Press, 1995.
27. Namjesnic-Dejanovic K., Maurice P.A. Atomic force microscopy of soil and stream fulvic acids // Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 1997, Vol. 120, Pages 77–86.
28. Patrick A. Gerin and Yves F. Dufrene Native surface structure of natural soil particles determined by combining atomic force microscopy and X-ray photoelectron spectroscopy // Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 2003, Vol. 28, Pages 295–305.
29. Plaschke M., Romer J., Klenze R., Kim J.I. In situ AFM study of sorbed humic acid colloids at different pH // Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 1999, Vol. 160, Pages 269–279.
30. Scanning Probe Microscopy and Spectroscopy: Theory, Techniques, and Applications Ed. Dawn Bonnell Wiley-VCH; 2 edition, 2000.

ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАСТЕНИЙ-ЭКЗОТОВ В ЛЕСНЫХ КУЛЬТУРАХ И В ОЗЕЛЕНЕНИИ

А.М. ЖУКОВ, *гл. н. с. ФГУ Всероссийского научно-исследовательского института лесоводства и механизации лесного хозяйства, д-р биол. наук*

vniilm@mail.ru

Значительный опыт создания лесных культур из пород-интродуцентов, подкрепленный анализом фитосанитарного состояния посадок, был приобретен во второй половине прошлого столетия в странах Европы. В основном это были посадки различных видов лиственницы, псевдотсуги тиссолистной, сосны веймутовой, сибирской, черной, для менее плодородных почв использовались сосна Банкса, сосна горная.

Однако сразу же было установлено, что присущие определенным породам грибы – возбудители болезней – продвигаются на новые территории с растениями-хозяевами. Все посадки указанных интродуцентов в

различной степени были заражены болезнями, характерными только для них. Практически во всех лиственничных насаждениях был обнаружен рак лиственницы (*Lachnellula willkommii*), в насаждениях псевдотуги тиссолистной – шотландское шютте (*Rhabdocline pseudotsugae*), в насаждениях сосны веймутовой – ржавчинный рак (*Cronartium ribicola*), а на соснах сибирской и черной – побеговый рак (*Scleroderris lagerbergii*) [1]. В связи с развитием грибов-возбудителей заболеваний в регионах Западной Европы (Англия, Германия, Швейцария) пришлось отказаться от выращивания ряда экзотов (псевдотсуга, ель ситхинская, большая пихта – *Abies grandis*)

даже в том случае, когда климатические и почвенные факторы были благоприятны.

В то же время получены были сведения о появлении новых или распространении существующих, но ограниченно распространенных ранее грибов в ряде регионов. В связи с этим обитающие на хвое грибные паразиты стали рассматривать в качестве первичной причины отмирания хвойных лесов. Из анализа литературы следует, что такие виды, как *Lophodermium piceae*, *L. macrosporum*, *Rhizosphaera kalkhoffii*, *Scleroderris lagerbergii*, которые ранее не рассматривались в качестве первичных паразитов хвойных пород, стали рассматриваться как серьезные патогены.

Обоснованными в значительной степени могут считаться следующие положения, влияющие на решение об использовании растений-экзотов:

– гриб-паразит, не представляющий большой опасности для растения-экзота в его родной среде обитания, при перемещении становится чрезвычайно серьезным в новых условиях;

– растение-экзот может быть заселено местными грибами-патогенами. Не обладая необходимым иммунитетом, интродуцированное растение для нового региона окажется бесполезным;

– гриб-паразит, перенесенный растением-экзотом, может оказаться опасным для местных растений.

Значительное количество пород-интродуцентов высаживали в разное время в европейской части России как в лесные культуры, так и в целях озеленения. Были использованы в основном хвойные породы: сосна черная австрийская (*P. nigra*), сосна веймутова (*P. strobus*), сосна горная (*P. mugo*), сосна крымская или палласова (*P. pallasiana*), сосна сибирская, кедр сибирский (*P. sibirica*); ель колючая (*Picea pungens*), ель канадская, белая (*P. canadensis*); пихта сибирская (*Abies sibirica*), пихта бальзамическая (*A. balsamea*); лиственница сибирская (*Larix sibirica*), лиственница европейская (*L. decidua*); туя западная (*Thuja occidentalis*); псевдотсуга тиссолистная или Мензиса (*Pseudotsuga taxifolia*); можжевельник казацкий (*Juniperus sabina*), можжевельник виргинский (*Jun. virginiana*).

В последнее время значительный объем посадочного материала декоративных растений-экзотов завозят агрофирмы, занимающиеся озеленением.

При лабораторном анализе образцов хвои и ветвей, пораженных грибными заболеваниями интродуцированных хвойных (*Coniferales*), проведенном в Отделе защиты леса ВНИИЛМ, были обнаружены патогенные грибы, связанные в своем развитии с этими породами и переносимые при ввозе этих пород в новые регионы. Ряд грибов являются новыми либо малоизвестными возбудителями заболеваний для регионов европейской части России, куда были ввезены породы-интродуценты.

Сосна веймутова. Поражение ветвей (язвенный рак) и хвои (усыхание). Симптомы поражения: хвоя на побегах приобретает пятнистую окраску – желтую, зеленую, коричневую. На поверхности и в толще коры побегов формируются черные, погруженные, конусовидные стромы-плодоношения гриба *Phacidiopycnis pseudotsugae* (Wils.) Hahn. Развитие гриба вызывает некроз коры. При кольцевании некрозом побег и хвоя на нем выше места поражения усыхают. Гриб известен у нас на Кавказе (Краснодарский край) на пихте кавказской [2] и в Московской области на сосне веймутовой и псевдотсуге Мензиса. *Phacidiopycnis pseudotsugae* в США считается опасным паразитом, разрушающим кору ветвей и стволов северо-американских древесных пород – сосны веймутовой и псевдотсуги. В Европе гриб считается паразитом лиственницы, сосны европейской кедровой и пихты белой на юге и в центре Европы. В Финляндии, Швеции, Норвегии гриб поражает сосну скрученную [10].

На хвое сосны веймутовой в Подмосковье найден гриб *Rhizosphaera kalkhoffii* Bubak. Гриб вызывает отмирание хвои. Плодоношения гриба – пикниды, мелкие, округлые, черные, располагаются небольшими группами вдоль хвои. В посадках сосны веймутовой в Краснодарском крае обнаружено поражение хвои еще одним грибом-патогеном – *Diplodia thujae* Westend. Пораженная хвоя приобретает коричневый цвет. Сквозь покровные ткани прорываются плодоношения гриба – округ-

лые темные пикниды. Гриб ранее был известен в Европе, где поражает виды *Abies* и тую западную.

На хвое сосны веймутовой в Подмосковье обнаружены сопутствующие этой породе грибы *Hypoderma brachysporum* (Rostr.) Tubeuf и *Lophodermium nitens* Dark [4].

Гриб *Hypoderma brachysporum* на пораженной хвое сосны веймутовой формирует темные, овальные, расположенные вдоль хвои апотеции до 1 мм длиной. Гриб *Lophodermium nitens* на хвое сосны веймутовой формирует плодовые тела (апотеции) овальные, иногда вытянутые – веретеновидные, черные, блестящие. Вокруг плодоношения черная овальная полоска, окаймляющая плодовое тело. Спороношения гриба развиваются вначале на концах хвои, хвоя желтеет, у основания оставаясь зеленой.

Грибы ранее были известны в Северной Америке (Массачусетс, Огайо, Северная Каролина, Западная Вирджиния) [9]. В европейской части России грибы являются новыми, достаточно опасными патогенами.

Следует указать, что сосна веймутова используется в лесных культурах, а также в групповых посадках в парках регионов европейской части России, начиная с южной подзоны тайги до лесостепи включительно. Поскольку рекомендуется создавать смешанные с сосной веймутовой древостои из сосны обыкновенной, лиственницы и ели, существует опасность перехода присущих сосне веймутовой грибов на эти породы.

Сосна крымская, палласова, сосна черная австрийская. Поражение хвои.

В ряде регионов России обнаружен опасный возбудитель заболевания хвойных пород – *Dothistroma septospora* (Dorog.) Morelet (*D. pini*) Hulb.). Заболевание, известное как пятнистый ожог хвои, или красная пятнистость, вредоносно и широко распространено во многих регионах мира (Северная и Южная Америка, Африка, Азия, Европа). В Европе *D. septospora* был обнаружен в 1967 г. Хозяевами гриба являются более 50 видов р. *Pinus*, а также виды *Larix*, *Pseudotsuga*.

Пятнистый ожог хвои был обнаружен в 2003 г. в Адлерском лесничестве (Сочинской государственной природной националь-

ный парк) на сосне пицундской [2]. Пораженная хвоя сосны приобретает пеструю окраску пятнами (коричневую, зеленую, желтую). На хвое образуются вздутия, раскрывающиеся линейными щелями. Под эпидермисом – вытянутые стромы, содержащие округлые камеры-локулы с бесцветными спорами-конидиями. В 2005 г. пятнистый ожог хвои сосны обыкновенной был обнаружен в сосняках Красноярского края (Национальный парк «Шушенский бор», Перовское л-во).

Помимо аборигенных видов сосен можно было ожидать развитие *D. septospora* на соснах-интродуцентах *Pinus nigra*, *P. pallasiana*, *P. cembra*, *P. strobus*, широко применявшихся в целях озеленения и плантационного лесоразведения в различных регионах России. Это предположение подтвердилось. В Ростовской области болезнь поразила посадки сосны крымской разного возраста на больших площадях. Очаги пятнистого ожога хвои обнаружены нами в Усть-Донецком, Городищенском, Селивановском, Вешенском, Верхне-Донецком лесхозах [5].

Во всех случаях больная хвоя приобретает характерную пятнистую окраску – покрыта мелкими коричневыми пятнами, Сквозь покровные ткани хвои прорываются темные линейные спороношения гриба. Поражение сосны крымской заболеванием начинается с нижних ветвей, распространяясь далее по всей кроне. Характерно, что хвоя на концах ветвей, стадийно молодая, грибом не поражается. Наиболее обширные очаги образуются в загущенных посадках сосны крымской в условиях влажного микроклимата. Ожог хвои распространяется больными сеянцами и черенками и наблюдается не только в местах произрастания восприимчивых сосен, но и в смешанных посадках, например, с сосной обыкновенной и кедром. Подобные очаги отмечались в Городищенском лесхозе, причем сосна обыкновенная повреждается грибом в меньшей степени, нежели сосна крымская.

В июне 2006 г. обнаружено развитие *D. septospora* на хвое сосны черной в заповеднике «Ясная поляна». Видимо, этот гриб был занесен в заповедник вместе с посадочным материалом хвойных пород. Имеются

сведения, что *D. septospora* найден в г. Москве и Подмоскowie на *Pinus sp.* [6, 7].

Установлено, что совместно с *D. septospora* хвою многих сосен поражают грибы *Diplodia pinea* (Desm.) Kickx. и *Cyclaneusma minus* (Butin) di Cosmo, Peredo et Minter. Эти грибы образуют комплекс, развивающийся на хвое, почках, побегах [5].

Достаточно опасным патогенным грибом для хвойных пород является *Diplodia pinea*, вызывающий болезнь увядания верхних побегов. Известный ареал достаточно широк. Этот гриб найден в Африке, Азии (Китай, Индия, Турция), Австралии, Новой Зеландии, Европе, Центральной и Северной Америке, Канаде, где поражает многие виды *Abies*, *Cupressus*, *Larix*, *Pinus*, *Picea*, а также *Thuja orientalis*, *Juniperus communis*, *Pseudotsuga menziesii*, *Cedrus deodora* [10]. В России представляет опасность для аборигенных пород – *Pinus sylvestris*, *P. hamata*, *P. pithyusa*, а также пород, широко используемых в целях интродукции: *Picea pungens*, *P. glauca*, *Pseudotsuga taxifolia*, *Abies balsamea*, *Larix decidua*, *Pinus nigra*, *P. strobus*, *P. ponderosa*, *P. mugo*, *P. pallasiana*.

В последнее время *D. pinea* обнаружен нами в достаточно удаленных друг от друга регионах России. Так, в сентябре 2001 г. *D. pinea* найден в окрестностях г. Краснодара на побегах сосны обыкновенной и черной. На Черноморском побережье (окр. Адлера, Сочи, Лазаревского) *D. pinea* найден в июне 2002 г. [3]. В этом регионе гриб поражает секвойю вечно-зеленую, тис ягодный, кипарис, кедр ливанской, сосны обыкновенную и пицундскую. *D. pinea* у кедра ливанского вызывает усыхание ветвей, на ветвях формируются группы округлых черных пикнид, прорывающихся сквозь кору. У кипариса, тиса и секвойи *D. pinea* вызывает поражение хвой, концов побегов и целых ветвей. На хвое сверху (иногда и снизу) формируются толстостенные темные пикниды, прорывающие покровные ткани. В европейской части России *D. pinea* найден нами в 2003 г. на сосне обыкновенной в лесных питомниках Тверской, Ульяновской и Московской областей. В Тверской области в посадках сосны черной (п. Завидово) гриб вызывает гибель и опадение

хвои, а также усыхание ветвей. В Московской области повреждает сосну черную в озеленительных посадках. Сосна палласова (крымская) также поражается *D. pinea*. Этот гриб найден нами на сосне крымской в Северной Осетии (окр. пос. Эльхотово). Грибом заселяются верхние побеги сосен. Плодоношения гриба развиваются группами у основания пучков хвой.

Достаточно опасными патогенами на соснах считаются виды рода *Cyclaneusma*: *C. minus* (Butin) di Cosmo, Peredo et Minter (= *Naemocyclus minor* Butin), *C. niveum* (Pers.) di Cosmo, Peredo et Minter (= *N. niveus* (Pers.) Fuck. ex Sacc.). Грибы вызывают пожелтение хвой и последующее отмирание.

Наиболее опасен *C. minus*, поражающий живую хвою сосен. *C. niveum* считается слабым патогеном. *C. minus* был известен ранее в Европе (Австрия) и Северной Америке (Вирджиния), где развивался на *Pinus mugo*, *P. contorta*, *P. ponderosa*, *P. sylvestris*. Сведения об *C. niveum* более обширны. Этот гриб фиксировался в Европе (Сербия, Болгария), в Северной Америке (Орегон, Вашингтон, Онтарио, Небраска, Калифорния), а также в Мексике и Канаде, где повреждал сосны: *Pinus contorta*, *P. jeffreyi*, *P. nigra*, *P. ponderosa*, *P. radiata*, *P. sylvestris* [9].

C. minus образует на хвое округлые, беловато-желтые плодовые тела – апотеции, разрывающие эпидермис хвой. Развитие гриба вызывает усыхание и опадение хвой.

Отмечены случаи совместного развития *Cyclaneusma minus* и *Dothistroma septospora* на соснах. Наиболее характерным примером совместного развития грибов-патогенов на хвое сосен можно считать очаги поражения этими грибами посадок сосны крымской в Ростовской области. Сосна крымская поражалась таким комплексом в посадках на территориях Усть-Донецкого, Городищенского, Вешенского и Селивановского лесхозов. Совместное развитие грибов-патогенов значительно повреждало молодые посадки.

Достаточно тревожным обстоятельством является нахождение на хвое и ветвях сосны черной в окрестностях Краснодара гриба *Botryosphaeria ribis* (Tode:Fr.) Gross. et Dugg. Гриб является опасным возбудителем забо-

левания хвои и ветвей сосен и ели европейской в Европе, кипариса и можжевельников в Северной Америке. Может поражать также лиственные породы. Анаморфами гриба считаются *Dothiorella gregaria* Sacc. (*Dothiorella form*) и *Fusicoccum aesculi* Corda (*Fusicoccum form*) [8].

У сосны черной, на хвое (у основания пучка хвои) и на ветвях, плодоношения анаморфы *Dothiorella gregaria* развиваются совместно с сумчатой стадией (телеоморфой) *Botryosphaeria ribis*. Плодоношения располагаются группами на темной строме (на хвое линейными группами), причем прорываются через покровные ткани. Пикниды гриба темные округлые со светлым содержимым. В пикнидах развиваются веретеновидные конидии, слегка окрашенные, с зернистым содержимым, 20–25×5–6 мкм размером. Конидии образуются на тонких конидиеносцах, располагающихся плотным слоем внутри пикнид и по длине равным конидиям. В дальнейшем на этих же стромах формируются перитеции телеоморфы *Botryosphaeria ribis*. В перитециях образуются булавовидные сумки до 150 мкм длиной. В сумках содержатся овальные веретеновидные порой неравнобокие (ромбовидные) споры. Они одноклеточные, слабо окрашенные с каплями масла и зернистым содержимым, 25–28×10–12 мкм. Гриб *Botryosphaeria ribis* был обнаружен нами в 2002 г. также на хвое пихты сахалинской на Дальнем Востоке России. В дендрарии г. Сочи *Botryosphaeria ribis* обнаружен на хвое тиса ягодного. Пораженные грибом ветви и хвоя усыхают, хвоя приобретает коричневую окраску и осыпается. В этом же дендрарии на стеблях ногоплодника (*Podocarpus sp.*) обнаружена анаморфа – *Fusicoccum aesculi*. На стеблях больных растений образуются плотные черные округлые стромы со многими камерами. Конидии большие веретеновидные одноклеточные с зернистым содержимым, 25–35×5–8 мкм размером.

Следует заключить, что, поскольку сосны черная и крымская используются в виде чистых, либо смешанных с сосной обыкновенной культур в европейской России, проникшие вместе с этими породами грибы представляют опасность для хвойных древостоев.

Используемый в качестве декоративного кустарника ногоплодник также может служить источником инфекции при использовании больных экземпляров для озеленения.

Ель канадская, ель колючая. Болезнь увядания хвои и ветвей.

Большая хвоя желтеет, затем становится светло-коричневой. На побеге образуются вытянутые вдоль оси побега засмоленные пятна отмирающей коры. На хвое и побеге в месте поражения образуются многочисленные округлые черные плодоношения гриба *Diplodia pinea*. Гриб является опасным патогеном, вызывающим отмирание елей в искусственных посадках.

В ряде случаев отмечено поражение молодых побегов и почек ели канадской и ели колючей еще одним грибом. Плодоношения (пикниды) гриба *Discella strobilina* (Desm.) Died. (= *Sirococcus strobilinus* (Desm.) Petr.) формируются на коре ветвей и почках. Пикниды располагаются группами, черные округлые с отверстием на вершине. Гриб найден в озеленительных посадках ели канадской в Москве и Московской области. Ранее в этом регионе не отмечался. *Discella strobilina* известен в Европе (Австрия, Англия, Германия, Финляндия, Швеция), найден на ели обыкновенной и лиственнице европейской, соснах обыкновенной и скрученной [10]. При переносе грибной инфекции с посадочным материалом ели колючей существует опасность поражения грибом этих пород на территории европейской части России.

Характерным грибом, сопутствующим ели колючей до самых границ ее распространения, следует считать *Megaloseptoria mirabilis* Naum. Гриб обнаружен в посадках ели колючей в Московской области (окр. г.г. Серпухов, Сергиев Посад), где поражает почки на концах ветвей. Почки покрываются плотным слоем темных поверхностных пикнид, концы побегов усыхают. Гриб может переходить на ель обыкновенную, что было отмечено в Данковском питомнике (НПО «Русский лес») г. Серпухова на пораженных сеянцах и саженцах ели.

Поражение хвои и ветвей ели колючей вызывает также патогенный гриб *Acanthostigma parasitica* (Hart.) Sacc. При

поражении наблюдается дехромация хвои – хвоя обесцвечивается. На пораженных ветвях луб отмирает пятнами. Ниже места некроза луб продолжает оставаться зеленым. На границах некрозного пятна и живого луба образуются плодоношения гриба в виде округлых черных перитециев, погруженных в толщу луба. Сумки гриба цилиндрические с длинной ножкой, до 100 мкм длиной. Споры веретеновидные, слегка окрашенные, с 3–4 перегородками, с каплями масла, 17–2××5–6 мкм. Гриб ранее был известен в Европе, где поражает пихту, тсугу канадскую, ель в Румынии, Дании, Германии. В Канаде гриб поражает ветви *Abies balsamea*. В европейской части России гриб относится к малоизвестным. Нами найден в Московской и Тверской областях.

Болезнь хвои и побегов туи, можжевельников, псевдотсуги.

Пораженные побеги и хвоя туи (*Thuja occidentalis*) покрываются многочисленными коричневыми пятнами, концы побегов усыхают. На концах побегов образуются спороношения гриба *Pestalotia funerea* Desm.(=*Pestalotiopsis funerea* (Desm.) Steyaert). Гриб является факультативным паразитом и селится на ослабленных растениях. *Pestalotia funerea* образует темные скопления мицелия – ложа под покровными тканями хвои. Наружу, через разрывы эпидермиса, выделяются черные ленточки спор – конидии. Конидии овальные, с перегородками и коричневыми серединными клетками. Характерным признаком гриба является наличие на конце споры четырех тонких длинных щетинок. Грибы обнаружены нами вначале на Черноморском побережье Кавказа, затем в Московской области [2].

Pestalotia funerea достаточно вредоносен, поскольку может поражать хвою, ветви, молодые стволы многих видов сосен, кипарисов, можжевельников. Гриб ранее был обнаружен в Западной Европе, Северной Америке, Мексике, Канаде, Австралии, Новой Зеландии. *Pestalotia funerea* распространяется по территории европейской части России не только с посадочным материалом хвойных пород. В 2009 г. гриб был обнаружен в Подмосковье на декоративном кустарнике бирю-

чине (*Ligustrum sp.*), завезенном агрофирмами в целях озеленения.

Поражение хвои и стеблей туи западной вызывают грибы *Coryneum thujinum* Dearn., *Steganosporium piriforme* (Hoffm.) Corda, *Acanthostigma parasitica* (Hart.) Sacc. Грибы обнаружены нами в Московской области на туе западной в озеленительных посадках.

Можжевельники виргинский, казацкий (*Juniperus virginiana*, *Jun.sabina*), а также обыкновенный можжевельник и можжевельники Черноморского побережья Краснодарского края поражаются болезнями побурения хвои и некрозами побегов. В основном болезни можжевельников вызываются анаморфными грибами. Следует предположить, что ряд грибов, возбудителей болезней можжевельников, сопутствуют можжевельникам по всему ареалу их произрастания. На это указывают наши находки *Lophodermium juniperinum* (Fr.) de Not на можжевельниках Кавказа, в Тверской, Костромской, Московской областях; *Diplodia juniperi* West в окрестностях Сочи, Геленджика, в Костромской области; *Asperisporium juniperinum* (Georgesqu: Bodea) Sutton et Hodges в можжевельниковых лесах Кавказа, а также в Тверской и Московской областях; *Cytospora dubyi* Sacc. на можжевельниках Кавказа и Московской области; *Hendersonia notha* Sacc. et Br. в районе Анапы, в Костромской и Московской областях. Не исключено распространение отдельных видов грибов с посадочным материалом декоративных можжевельников, ввозимых в новые регионы для озеленения. Примером может служить появление гриба *Pestalotia funerea* на *Juniperus sp.* в Москве и Московской области, ранее в этом регионе не известном.

Побурение хвои и некроз ветвей псевдотсуги вызывают грибы *Phomopsis juniperivora* Hahn. и *Rhizosphaera kalkhoffii* Bubak. Грибы были обнаружены нами в Московской области (окр.г.Серпухов) в культурах псевдотсуги. При поражении грибом *Phomopsis juniperivora* хвоя псевдотсуги теряет интенсивную окраску – от светло-зеленой до серой и усыхает на ветвях. На хвое образуются плодоношения гриба – стромы пикнидиального типа, черные, плоские, пог-

руженные в ткани хвои с обеих сторон. Плодоношения затем прорываются устьищем наружу и выделяют обильные, в виде светлых ленточек, споры-конидии двух видов – овально-веретеновидные и нитевидные, слабо изогнутые. *Phomopsis juniperivora* отмечался ранее на можжевельнике виргинском и туе западной, а *Rhizosphaera kalkhoffii* может поражать многие хвойные породы, поэтому грибы представляют опасность для растений-интродуцентов и местных аборигенных пород.

Следует заключить, что в случае использования растений-экзотов для создания лесных культур, а также озеленения, необходим тщательный лесопатологический до-смотр ввозимого посадочного материала и его выбраковка в случае заражения грибными болезнями. Распространение грибов на территории России может вызвать гибель посадок растений-экзотов и заражение болезнями местных хвойных и лиственных деревьев и кустарников. Появление опасных малоизученных грибных болезней может привести к дополнительным затратам на разработку мер борьбы с этими заболеваниями.

Библиографический список

1. Василяускас, А.П. Грибные болезни интродуцированных хвойных пород в лесных культурах и зеленых насаждениях Литвы / А.П. Василяускас // 2 Всес. научно-техн. конф. «Охрана лес. экосистем и рац. использ. лес. ресурсов». – М., 1991. – С. 144–145.
2. Жуков, А.М. Новые для Северо-Западного Кавказа фитопатогенные грибы на древесных породах горно-лесного пояса / А.М. Жуков, Е.А. Жуков // «Экологически безопасная защита растений от вредителей и болезней». – Пушкино, 2004. – бюл-летень №4. – С. 43–53.
3. Жуков, А.М. Патогенные микромицеты и фитофаги на хвойных породах Северного Кавказа / А.М. Жуков, Ю.И. Гниненко // Матер. 5-й междунар. конф. «Проблемы лесной фитопатологии и микологии». – М., 2002. – С. 88–92.
4. Жуков, А.М. Новый для России вид сумчатых грибов из рода *Lophodermium* / А.М. Жуков, Ю.И. Гниненко // «Современные проблемы защиты лесов Причерноморского региона и сопредельных территорий». Инф.бюл.ВПРС МОББ. – 2007. – №7. – С. 50–53.
5. Жуков, А.М. Малоизвестные грибы – возбудители заболеваний хвойных пород в России / А.М. Жуков, Ю.И. Гниненко // Инф.бюл.ВПРС МОББ. Познань-Пушкино. – 2007. – № 37. – С. 134–141.
6. Соколова, Э.С. Инфекционные болезни деревьев и кустарников в насаждениях Москвы / Э.С. Соколова, Е.Г. Мозолевская, Т.В. Галасьева. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2009. – 130 с.
7. Соколова, Э.С. Грибные болезни древесных интродуцентов в насаждениях Москвы и Подмоскovie / Э.С. Соколова, Г.Б. Калганихтна. // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2009. – № 5(68). – С. 145–153.
8. Gareth M. I., White J. F. Notes on Coelomycetes. Concerning the Fusicoccum anamorph of *Botryosphaeria ribis*. // Mycotaxon. 1987, vol. XXX. – P. 117–125.
9. Hepting George. Diseases of Forest and shade trees of the United States // U. S. Department of Agriculture Forest service, 1971, № 386. –658 p.
10. Roll-Hansen F. Fungi dangerous to *Pinus contorta* with special reference to pathogens from North Europe // Europ. Journ. of Forest Pathology. Hamburg und Berlin: Verlag Paul Parey, 1978, vol. 8, № 1.-P.p. 1-14.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ ДРЕВЕСИНЫ, ВЫЗЫВАЮЩИХ СУШИЛЬНЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ

В.П. ГАЛКИН, доц. каф. древесиноведения МГУЛ, канд. техн. наук

vgalkin@mgul.ac.ru

Первопричина возникновения сушильных напряжений заключается в усушке древесины. В связи с перепадами влажности между поверхностью и внутренними зонами доски наблюдается усушка наружных слоев, сдерживаемая более влажными внутренними. Возникающие при этом напряжения от недопущенной усушки называют влажностными. При сушке под воздействием растягивающей нагрузки поверхностные слои приобретают остаточную (замороженную) деформацию удлинения. Поэтому в конце сушки, когда влажность в материале станет достаточно равномерной, удлиненные поверхностные слои будут сжатыми вследствие усушки внутренних зон доски. Представляло интерес исследование влажностных и остаточных деформаций, а также прочности и жесткости древесины при изменении влажности и температуры.

Для выполнения таких исследований была сконструирована экспериментальная установка, с помощью которой можно определить:

- модуль упругости древесины;
- предел прочности в направлении поперек волокон;

- несиловые влажностные деформации – свободную усушку;
- деформации от стеснения усушки;
- деформативность древесины при ее нагружении в условиях регулируемой в широком диапазоне влажности и температуры окружающего воздуха.

Установка оснащена электронным измерителем влажности древесины Sh 0401 производства ЗАО Научная электроника.

Экспериментальная установка представлена на рис. 1.

Исследования проводили в тангенциальном направлении поперек волокон на образцах древесины ясеня сечением $(3 - 4) \times 17$ мм и длиной рабочей части 30 мм. Образец находился в захватах горизонтального нагружающего устройства, расположенного внутри климатической камеры (на рис. 1 камера снята и видна на втором плане). Климатическая камера оснащена увлажнителем, нагревательным устройством, психрометром и вентилятором с регулируемой скоростью вращения. По высоте камера разделена горизонтальной перегородкой. В нижней части смонтирован вентилятор, создающий вертикально-горизонтальную схему циркуляции воздуха.

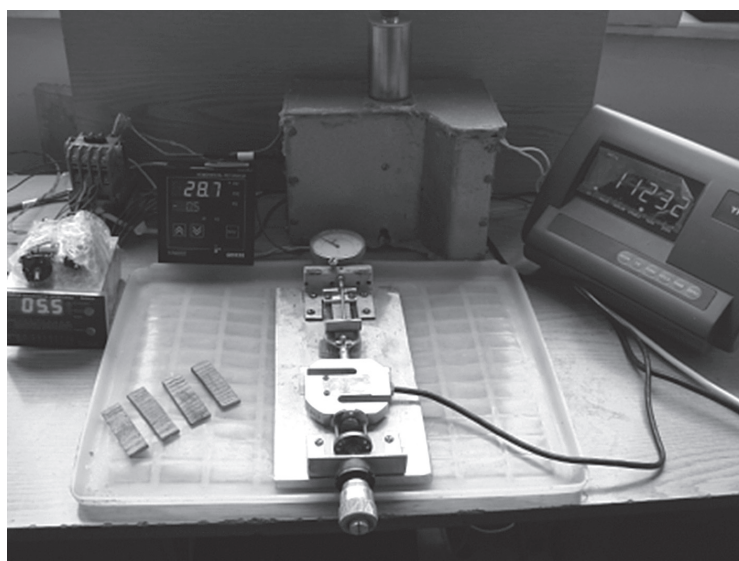


Рис. 1. Экспериментальная установка

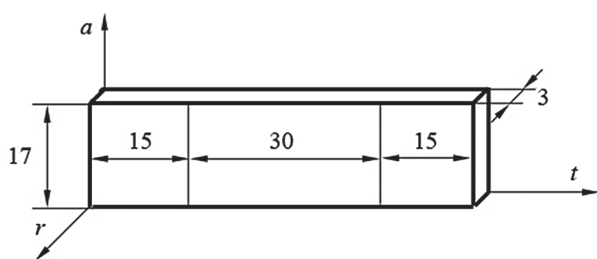


Рис. 2. Образец для измерения деформации в тангенциальном направлении

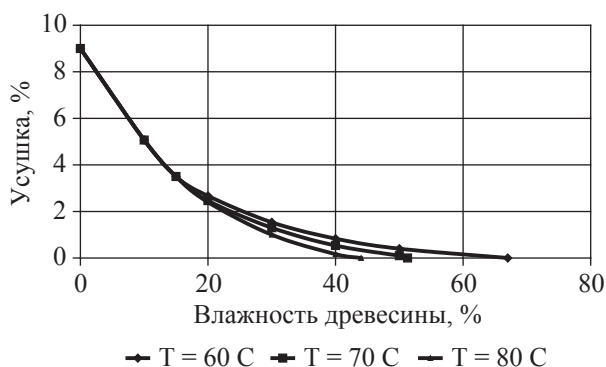


Рис. 3. Влияние температуры на тангенциальную усушку древесины ясеня

На пути воздушного потока расположена электрическая спираль и сверху над перегородкой психрометр. Нижний воздуховод образуется, когда камера устанавливается на горизонтальную станину экспериментальной установки. В процессе эксперимента направление циркуляции совпадает с плоскостью испытуемого образца и таким образом воздух омывает его поверхность снизу и сверху. Внутри камеры находится емкость, которая может заполняться водой. В этом случае образец оказывается погруженным в воду. Таким образом, можно высушивать, увлажнять и нагружать образец, не прерывая процесс измерения деформаций. Нагрузку образца можно осуществлять, создавая натяжение с помощью микрометрического винта, либо используя съемные грузы. Величина нагрузки, приложенной к образцу, измеряется тензометрическим силоизмерителем. Для регулирования температуры и влажности используется двухканальный измеритель – регулятор ТРМ202 производства фирмы «ОВЕН». Текущие значения силы и температуры сухого и смоченного термометра отображаются на дисплее и могут выводиться на ПК по RS-485. Деформация образца измеряется индикатором часового типа ИЧ-10 с ценой деления 0,002 мм.

Внешний вид образцов и структурные направления показаны на рис. 2.

Ранее, на поперечных срезах древесины толщиной 500 мкм, нами было показано, что зависимость усушки от влажности представлена двумя диапазонами: начальным – нелинейным и при влажности менее 15 % – диапазоном линейной усушки. При увеличении температуры наблюдалось сокращение нелинейного участка зависимости усушки от влажности. Однако установить температурные зависимости усушки не удалось в связи с ограничением максимальной температуры на уровне 50 °С. Поэтому предстояло исследовать зависимость усушки от влажности при более высокой температуре.

Для экспериментов использовали образцы, полученные последовательными резами из одной заготовки. Усушку измеряли при стабильных значениях температуры 60, 70 и 80 °С. Начальная влажность образцов составляла около 100 %. Эксперименты выполняли по следующей методике. В камере создавали насыщенное состояние воздуха и требуемую температуру. Потом влажность воздуха в камере снижали, чтобы показания смоченного термометра отличались на 2 °С, и выдерживали образец до тех пор, пока не стабилизируется его влажность. Затем ступенчато, через 1 °С продолжали снижать показания смоченного термометра, каждый раз выдерживая образец до тех пор, пока показания влагомера не станут постоянными. В первой серии опытов, при возникновении усушки, эксперимент прекращали, выкалывали из образца центральную часть размером 10–12 мм и весовым методом уточняли влажность древесины. Другие эксперименты выполняли до тех пор, пока увеличивается усушка, при заданной температуре, а далее постепенно повышали температуру до 103 °С, добиваясь полной усушки древесины. Полученные зависимости влияния температуры на тангенциальную усушку ясеня приведены на рис. 3.

Наличие двух диапазонов на зависимости усушки от температуры древесины объясняется следующими причинами. Нелинейность в начале усушки возникает в результате наличия воды микрокапиллярной конденсации. При увеличении температуры ослабевают капиллярные силы удерживаю-

щие воду, в результате чего снижается значение влажности начала усушки. Силы адсорбционного взаимодействия древесины с водой больше капиллярных и практически не зависят от температуры.

На основании результатов выполненных исследований получено аналитическое описание зависимости усушки от текущей влажности древесины, включающее 2 диапазона. Начальный диапазон термозависимой усушки от $W_{\text{ПН}}$ до 15 % и диапазон усушки, не зависящий от температуры, от 15 % и менее. Зависимость усушки от влажности определяется следующими выражениями

$$\beta = \begin{cases} 0 & \text{при } W > W_{\text{ПН}} \\ -\frac{0,75\beta_{\text{max}} \cdot W_T}{W_{\text{ПН}}} + 0,75\beta_{\text{max}} & \text{при } 15 \leq W_T \leq W_{\text{ПН}} \\ \beta_{\text{max}}(1 - 0,05W_T) & \text{при } W < 15\% \end{cases} \quad (1)$$

В свою очередь, значение $W_{\text{ПН}}$ определяется выражением

$$W_{\text{ПН}} = 20 + 0,125(100 - t^\circ\text{C}). \quad (2)$$

Дифференциальный коэффициент усушки K_β определяется выражением

$$K_\beta = \begin{cases} \beta_{\text{max}} / 20 & \text{при } W < 15\% \\ 0,25 \cdot \beta_{\text{max}} / (W - 15\%) & \text{при } 15\% \leq W \leq W_{\text{ПН}} \end{cases} \quad (3)$$

Проведенные исследования показывают, что древесина содержит около 20–23 % адсорбционной воды. Нелинейный участок зависимости усушки от влажности древесины возникает в результате наличия воды микрокапиллярной конденсации.

Для определения модуля упругости и предела прочности использовали сухие образцы, влажностью около 6 % и влажностью около 100 %. Эксперименты выполняли на трех температурных уровнях: 20, 60 и 80 °С. Определение предела прочности древесины выполняли на образцах, которые предварительно фрезеровали по ширине, формируя зону разрушения для исключения краевого эффекта, вызываемого обжатием образца в захватах. Модуль упругости рассчитывали по величине нагрузки и деформации образцов, которые нагружали с помощью микрометрического винта. Предел прочности определяли

по максимальным напряжениям, предшествующим разрушению.

На основании выполненных исследований с линеаризацией зависимости модуля упругости и предела прочности от температуры и влажности древесины были получены следующие выражения:

$$E = \begin{cases} [-21,8 + (0,148 \cdot t^\circ\text{C})] \cdot W_T + \\ + (902 - 6,6t^\circ\text{C}) & \text{при } 0 \leq W \leq W_{\text{ПН}} \\ [-21,8 + (0,148 \cdot t^\circ\text{C})] \cdot W_{\text{ПН}} + \\ + (902 - 6,6t^\circ\text{C}) & \text{при } W > W_{\text{ПН}} \end{cases} \quad (4)$$

$$\sigma_{\text{ПР}} = \begin{cases} [-0,394 + (0,0024 \cdot t^\circ\text{C})] \cdot W_T + \\ + (14,9 - 0,09t^\circ\text{C}) & \text{при } 0 \leq W \leq W_{\text{ПН}} \\ [-0,394 + (0,0024 \cdot t^\circ\text{C})] \cdot W_{\text{ПН}} + \\ + (14,9 - 0,09t^\circ\text{C}) & \text{при } W > W_{\text{ПН}} \end{cases} \quad (5)$$

где W_T – текущая влажность древесины;
 $W_{\text{ПН}}$ – влажность предела насыщения клеточных стенок древесины.

Выводы

Разработана экспериментальная установка, позволяющая определять модули упругости и пределы прочности древесины, несилловые влажностные деформации, деформации от стеснения усушки, деформативность древесины при ее нагружении в условиях регулируемой влажности и температуры окружающего воздуха, поведение древесины при повышенной температуре и влажности окружающей среды.

Установлены зависимости усушки и предела насыщения клеточных стенок от температуры древесины.

Получены графические зависимости, отражающие влияние повышенной температуры на тангенциальную усушку древесины ясеня.

Установлены более точные зависимости, позволяющие рассчитывать усушку и коэффициент усушки в зависимости от влажности древесины.

Получены выражения, позволяющие определять модуль упругости и предел прочности ясеня в тангенциальном направлении поперек волокон, в зависимости от температуры и влажности древесины.

РАСЧЕТ СУШИЛЬНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В ПИЛОМАТЕРИАЛАХ С УЧЕТОМ ОСОБЕННОСТЕЙ СУШКИ ДРЕВЕСИНЫ

В.П. ГАЛКИН, доц. каф. древесиноведения МГУЛ, канд. техн. наук

vgalkin@mgul.ac.ru

В связи с тем, что влажность при сушке пиломатериалов распределена неравномерно, возникают напряжения от недопущенной усушки. Такие напряжения принято считать влажностными. Вследствие неравномерности распределения остаточных, замороженных деформаций появляются напряжения обратного знака. Полные сушильные напряжения представляют собой алгебраическую сумму этих составляющих.

Напряжения вызывают опасность расщепления пиломатериалов во время сушки или недопустимого изменения формы и размеров при механической обработке высушенной древесины. В связи с этим, вопросам образования напряжений и деформациям, во многом определяющим качество сушки древесины, уделяется большое внимание.

Закон деформирования древесины при стесненной усушке записывается в виде бесконечной суммы малых приращений деформации [1]. При постоянной температуре с учетом нелинейности зависимостей между напряжениями и деформациями закон изменения напряжений, соответствующих изменению влажности, в гигроскопическом диапазоне на величину $\Delta W = W_{п.г.} - W$ приобретает следующий вид [2]

$$\sigma = \sigma_0 \left(\frac{K_\beta \Delta W}{\varepsilon_0} \right)^m \cdot \left(1 + \frac{m}{m+1} \cdot \gamma \Delta W \right), \quad (1)$$

где K_β – коэффициент усушки;

σ_0 и ε_0 – базовые значения напряжений и деформаций;

m и γ – коэффициенты;

W – текущая влажность древесины.

При $m = 1$ и $\sigma_0 = E_0 \varepsilon_0$ выражение для расчета напряжений приобретает вид

$$\sigma_0 = EK_\beta \Delta W (1 + 1/2 \gamma \Delta W). \quad (2)$$

Как видно из выражения (2), точность расчета напряжений во многом определяется погрешностью измерения коэффициента K_β . Традиционно коэффициент усушки K_β определяется выражением

$$K_\beta = \beta / W_{пн}, \quad (3)$$

где β – максимальная усушка древесины;

$W_{пн}$ – предел насыщения клеточных стенок древесины ($W_{пн} \approx 30\%$).

Усушка древесины рассчитывается более точно при использовании дифференциального коэффициента усушки [3]

$$K_\beta = \begin{cases} \beta_{MAX} / 20 \text{ при } W < 15\% \\ 0,25 \cdot \beta_{MAX} / (W_{пн} - 15\%) \\ \text{при } 15\% \leq W \leq W_{пн} \end{cases}. \quad (4)$$

Значение усушки древесины, полученное при воздействии растягивающих напряжений, называют редуцированной усушкой [4]. Зависимость дифференциального коэффициента редуцированной усушки K_β^* от растягивающей нагрузки $\sigma / \sigma_{пр}$, определяется выражением

$$K_\beta^* = \begin{cases} K_\beta \text{ при } < 0,3 \\ K_\beta (-1,4 \sigma / \sigma_{пр} + 1,55) \\ \text{при } \sigma / \sigma_{пр} \geq 0,3 \end{cases}. \quad (5)$$

Напряжения при сушке удобно анализировать с помощью одноосных стержневых моделей. Стержни имеют разную влажность, соответствующую распределению по толщине доски. Концы всех стержней закреплены между собой. Такая модель представляет собой статически неопределимую систему.

Рассмотрим одномерную трехстержневую модель. При снижении влажности поверхностных зон, в гигроскопическом диапазоне, их усушка сдерживается сопротивлением внутренней зоной. Величина растягивающих напряжений в поверхностном, наружном стержне определяется зависящим от влажности модулем упругости. Этот показатель вычисляется как среднее $E_{ср}$ между начальным E_0 и конечным E_K модулями:

$$E_{ср} = (E_0 + E_K) / 2, \quad (6)$$

При снижении влажности центрального стержня происходит уменьшение напряжений в поверхностном стержне. Однако раз-

грузка происходит при большей жесткости древесины, характеризующейся модулем E_K . Поэтому поверхностный стержень в разгруженном состоянии имеет замороженные деформации удлинения. При дальнейшей сушке центрального стержня в поверхностном стержне возникают сжимающие напряжения. Тогда в центральной зоне напряжения также меняют знак и становятся растягивающими.

В рассматриваемой трехстержневой модели половина доски представлена двумя стержнями, площади которых пов./внутр. соотносятся как 1/4.

Максимально допустимые напряжения в поверхностных зонах σ_{II} (стержень 1) могут быть определены по упрощенной формуле [1]

$$\sigma_{II} = 0,8K_{\beta}\Delta WE_{CP}. \quad (7)$$

Тогда напряжения в центральном стержне с учетом разницы площадей будут

$$\sigma_B = 0,2K_{\beta}\Delta WE_{CP}. \quad (8)$$

С учетом изменения жесткости древесины при разгрузке величина усушки доски при различной влажности стержней определяется выражением

$$K_{\beta}\Delta W = \frac{\sigma_{II}}{1,5E_{II}} + \frac{\sigma_B}{1,5E_{CP}}. \quad (9)$$

Решая (9) с учетом толщины стержней $\sigma_{II} = 4\sigma_B$, получаем величину изменения напряжений в поверхностной зоне, возникающую при разгрузке стержня

$$\sigma_{II} = 6K_{\beta}\Delta W \frac{E_{II} \cdot E_{CP}}{4E_{CP} + E_{II}}. \quad (10)$$

Таким образом, текущие напряжения поверхности определяются разницей значений по (8) и (10)

$$\sigma_{II} = 0,8K_{\beta} \cdot \Delta W_I \cdot E_{CP} - 6K_{\beta}\Delta W_{TEK} \frac{E_{II} \cdot E_{CP}}{4E_{CP} + E_{II}}, \quad (11)$$

где ΔW_I – значение влажности, соответствующее максимальным напряжениям при их росте в поверхностной зоне (при расчете режимов $\Delta W_{доп}$ – допустимое значение перепада влажности);

ΔW_{TEK} – текущее значение изменения влажности центрального стержня.

В реальных процессах сушильные напряжения всегда меньше предела прочности. Разница между напряжениями и пределом

прочности зависит от жесткости режима. Выражение, характеризующее жесткость режима, выглядит в виде

$$\sigma_{II} = M \sigma_{IIр} \quad (12)$$

где M – коэффициент, определяющий жесткость режима сушки.

Приравнивая правые части уравнений (7) и (12), получаем квадратное уравнение, решение которого представляет допустимый перепад влажности $\Delta W_{доп}$ в наружном стержне с учетом коэффициента жесткости режима M

$$\Delta W_{доп} = \frac{1,25 \cdot M \cdot B_{\sigma} - \frac{A}{B}}{K_{\beta} \cdot B} + \sqrt{\left(\frac{A}{B} - \frac{1,25 \cdot M \cdot B_{\sigma}}{K_{\beta} \cdot B}\right)^2 + \frac{2,5 \cdot M \cdot A_{\sigma}}{K_{\beta} \cdot B}}, \quad (13)$$

Распределение влажности по толщине материала в различное время сушки τ можно аппроксимировать параболой 2-го порядка:

$$W(x, \tau) = W_{II} - (x/R)^2(W_{II} - W_{II}), \quad (14)$$

где x – координата;

R – половина толщины доски;

W_{II} и W_{II} – влажность центральной зоны и поверхности доски.

Средняя влажность определяется выражением

$$W_{CP} = \frac{1}{R} \int_0^R W(x) dx = \frac{W_{II} + 2W_{II}}{3}. \quad (15)$$

Для сравнительной оценки различных методов расчета напряжений, возникающих в поверхностной зоне, дубовые доски толщиной 50 мм были высушены при температуре 50 °С одноступенчатым режимом. Экспериментально определенное среднее значение сжимающих напряжений по пяти доскам составило 2,4 МПа. Напряжения в поверхностном слое рассчитывали тремя способами: по коэффициенту усушки, определенному по линейной зависимости усушки от влажности, в которой усушка возникает при влажности 25 % (3); дифференциальному коэффициенту усушки, определенному без учета редуцирования усушки (4) и коэффициенту редуцированной усушки (5). Результаты расчетов представлены в графическом виде на рисунке.

При использовании коэффициента линейной усушки максимальные растягивающие напряжения в поверхностном стержне составили 3,7 МПа, а сжимающие в конце сушки около 3,4 МПа.

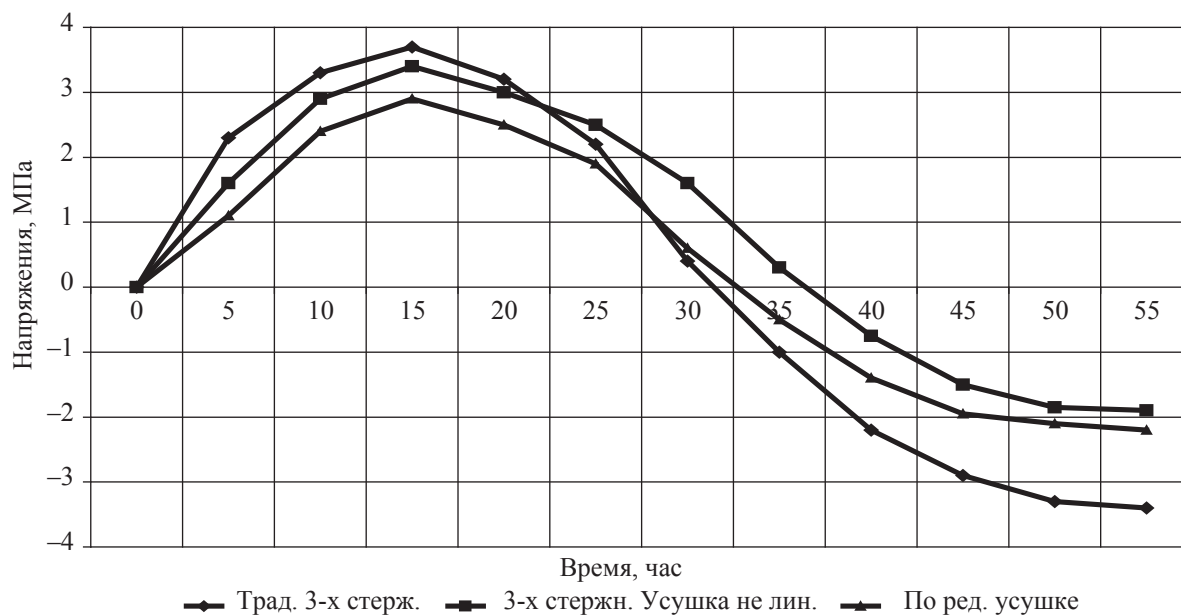


Рисунок. Напряжения поверхностной зоны доски при сушке одноступенчатым режимом. Дуб, $S = 50$ мм, $t = 50$ °С.

Принимая для расчетов дифференциальный коэффициент усушки, получили растягивающие напряжения 3,4 МПа и сжимающие в конце сушки 1,95 МПа. При расчете напряжений по коэффициенту редуцированной усушки максимальные растягивающие напряжения составили 2,9 МПа, а сжимающие – 2,2 МПа, наиболее точно приблизившись к экспериментальным значениям.

Библиографический список

1. Лапшин, Ю.Г. Деформативность и прочность древесины и древесностружечных плит в техно-

логических процессах: дисс. ... д-ра техн. наук / Ю.Г. Лапшин. – М., 1981. – 328 с.

2. Уголев, Б.Н. Контроль напряжений при сушке древесины / Б.Н. Уголев, Ю.Г. Лапшин, Е.В. Кротов. – М.: Лесная пром-сть, 1980. – 208 с.

3. Уголев, Б.Н. Изменение наноструктуры древесины при влагозадержанных деформациях растянутых образцов древесины / Б.Н. Уголев, В.П. Галкин и др. // Научные труды МГУЛ. – 2007. – Вып. 338. – С. 9–16.

4. Уголев, Б.Н. Влияние нагрузки на усушку древесины. Технология и оборудование для переработки древесины / Б.Н. Уголев, В.П. Галкин // Науч. Тр. – Вып. 342. – М.: МГУЛ, 2008. – С. 4–9.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРОВОЛНОВОЙ ЭНЕРГИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЧАСТОТ ДЛЯ СУШКИ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

В.П. ГАЛКИН, доц. каф древесиноведения МГУЛ, канд. техн. наук

vgalkin@mgul.ac.ru

Поскольку электромагнитная энергия диапазона СВЧ обеспечивает возможность безынерционного нагрева всего объема, она стала довольно широко применяться в быту и промышленности [1]. Основная причина, препятствующая широкому распространению микроволновых технологий в деревообработке, сложность достижения в материале равномерного температурного поля. Вследствие анизотропии, неоднородности строения и наличия пороков древеси-

на представляет собой достаточно сложный объект с хаотическим распределением диэлектрических характеристик. Задача достижения более равномерного температурного поля в материале отчасти решается импульсным облучением материала. Периоды воздействия микроволновой энергии чередуются с периодами отсутствия облучения [2]. С этой целью используется направленное поле СВЧ, перемещающееся вдоль штабеля пиломатериалов [3].

Чтобы обеспечить равномерный по толщине прогрев сортимента, необходимо обеспечить определенные характеристики напряженности электромагнитного поля (ЭМП). По мере распространения электромагнитной волны в материале происходит рассеяние электромагнитной энергии [4]. При направлении волны по координате Z энергия снижается, следуя экспоненциальному закону $-e^{-2\alpha Z}$, где α – коэффициент затухания, определяемый выражением [5]

$$\alpha \approx 1,48 \cdot 10^{-8} f \sqrt{\varepsilon(\sqrt{1 + (\operatorname{tg} \delta)^2} + 1)}. \quad (1)$$

Скорость распространения электромагнитной волны в материале, называемая фазовой скоростью v_ϕ , м/с, становится меньше скорости света c и определяется выражением

$$v_\phi \approx \frac{4,23 \cdot 10^8}{\sqrt{\varepsilon(\sqrt{1 + (\operatorname{tg} \delta)^2} + 1)}} < c. \quad (2)$$

Проникновение микроволновой энергии в материал принято оценивать поверхностным эффектом. В идеальном диэлектрике (прозрачном для излучения, т.е. без потерь) электромагнитные волны распространяются без затухания. В идеальный проводник, наоборот, электромагнитное поле совершенно не проникает, и волна полностью отражается от него. Влажная древесина хорошо поглощает электромагнитную энергию. Абсолютно сухая древесина приближается к идеальному диэлектрику. Количественно проникаемость материала характеризуется так называемой допустимой глубиной проникновения, на которой обеспечиваются условия равномерности напряженности ЭМП. Допустимая глубина проникновения Δ , см определяется выражением [6]

$$\Delta = \frac{c}{\pi f \sqrt{\varepsilon} \operatorname{tg} \delta} = \frac{9,55 \cdot 10^3}{f \cdot \sqrt{\varepsilon} \operatorname{tg} \delta}, \quad (3)$$

где f – частота ЭМП, МГц.

Из приведенной формулы (3) следует, что допустимая глубина проникновения снижается при увеличении частоты ЭМП и диэлектрических характеристик материала.

Использование мощных источников ЭМП разрешено только на выделенных «промышленных» частотах. Для диапазона СВЧ

это частоты 460, 915 и 2450 МГц. Из отечественных древесных пород максимальное затухание ЭМП возникает в лиственнице [7]. Рассчитанная по диэлектрическим показателям зависимость допустимой глубины проникновения ЭМП от влажности древесины лиственницы на частоте 915 и 2450 МГц приведена на рис. 1.

Как видно из рис. 1, допустимая глубина проникновения ЭМП на частоте 915 МГц более чем в два раза превышает аналогичный показатель на частоте 2450 МГц, что характерно для любой влажности древесины. Так, например, при влажности древесины 60 % на частоте 915 МГц могут высушиваться с хорошими показателями качества материалы толщиной до 180 мм, а на частоте 2450 МГц – только 70 мм. Следует отметить, что для высококачественной сушки необходимо обеспечить приблизительно одинаковую напряженность ЭМП со стороны пластей сортимента. В конвейерных сушильных установках эта задача решается путем использования отражающих экранов, изменяющих направление вектора напряженности поля СВЧ [8].

Для того чтобы обеспечить условия высококачественной сушки сортиментов в штабеле, необходимо создать приблизительно одинаковые условия для сушки досок, расположенных как снаружи, так и внутри штабеля. Критерием равенства условий выступает напряженность ЭМП. Теоретически рассчитать изменение напряженности при распространении электромагнитной энергии в штабеле пиломатериалов достаточно сложно. Решение подобных задач рассматривается в теории слоистых диэлектриков. Совместно со специалистами НПО «Исток» была разработана математическая модель, основанная на методике Ю.В. Егорова [9] для расчетов процессов затухания электромагнитной энергии в частично заполненных прямоугольных волноводах. Модель позволяла рассчитать затухание ЭМП в зависимости от влажности древесины, частоты микроволновой энергии, а также толщины прокладок, используемых для формирования штабеля. Однако проверка адекватности модели показала недостаточную точность расчетов составляющую 25–30 % [10].

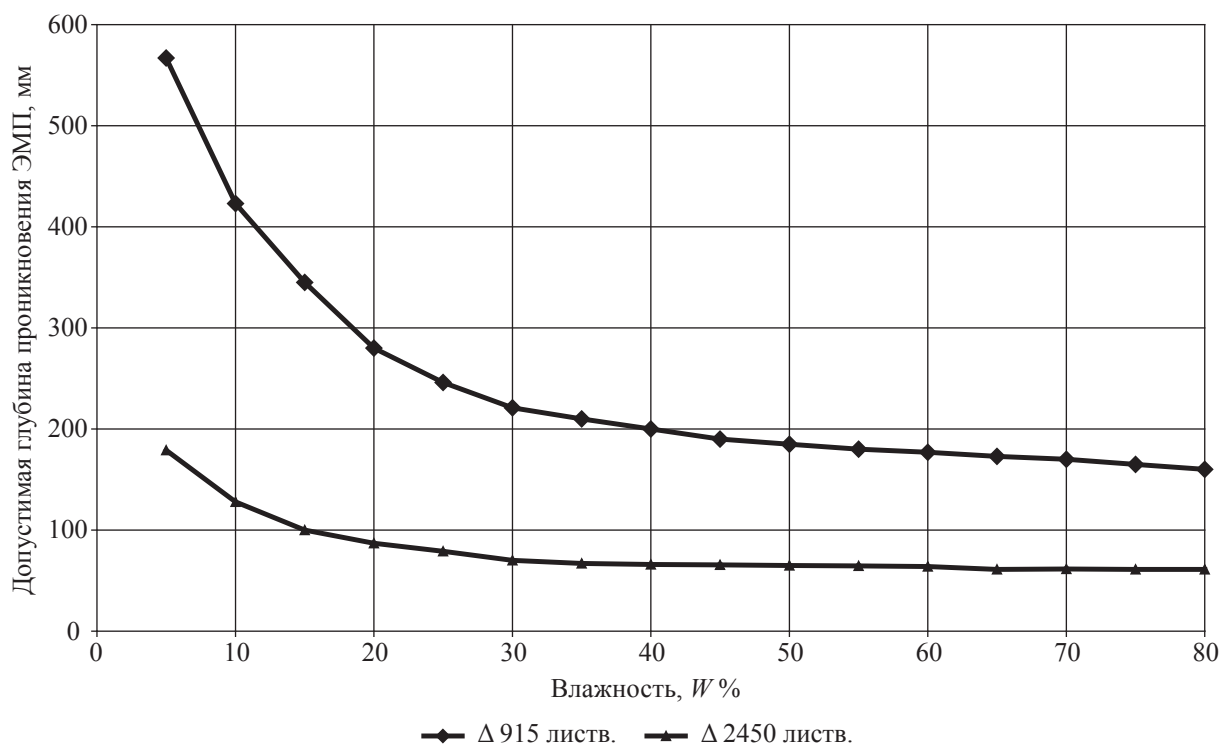


Рис. 1. Зависимость влажности древесины от допустимой глубины проникновения ЭМП для лиственницы на частоте 915 и 2450 МГц

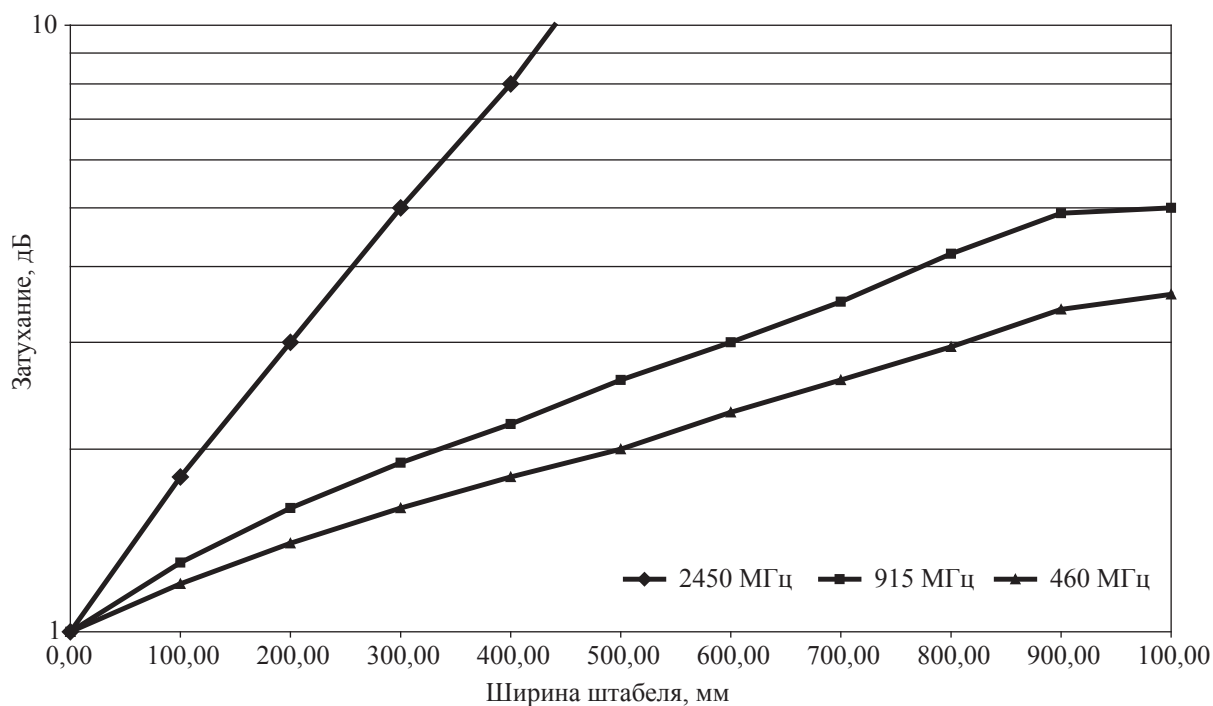


Рис. 2. Зависимости затухания электромагнитной энергии на промышленных частотах от ширины штабеля пиломатериалов (при толщине прокладок 40 мм и влажности древесины $W_{CP} = 65\%$)

С целью уточнения зависимостей затухания электромагнитной энергии были проведены эксперименты, моделирующие процессы, возникающие в реальном штабеле

пиломатериалов. Микроволновая энергия направлялась в волноводную камеру, в которой был сформирован фрагмент штабеля длиной и шириной 1 метр. В первоначальной серии

опытов использовали сосновые доски толщиной 20, 40 и 50 мм. Влажность досок составляла 10–11 % либо 60–65 %. Доски укладывали на прокладки толщиной 20, 40 и 60 мм. Микроволновая энергия подводилась сбоку экспериментального штабеля. Напряженность ЭМП измерялась по ширине штабеля: на входе в него и различном удалении от входа. Для каждой из трех промышленных частот в экспериментах использовались разные камеры. Было установлено, что затухание напряженности ЭМП снижается при увеличении толщины прокладок и возрастает при увеличении влажности древесины. Влияния толщины доски на затухание микроволновой энергии не обнаружилось. Дальнейшие эксперименты выполняли на сосновых и дубовых досках влажностью 46–65 % и толщиной 25 мм. При одинаковой влажности досок в штабеле из древесины дуба наблюдалось несколько большее затухание энергии СВЧ по сравнению со штабелем из сосновых досок. На расстоянии 1000 мм разница в затухании микроволновой энергии составляла около 0,5 дБ, что пренебрежимо мало.

Увеличение толщины прокладок до 60 мм значительно повышает проницаемость штабеля, но снижает объем загрузки камеры. Поэтому более целесообразной оказалась толщина прокладок 40 мм. Зависимости затухания микроволновой энергии от ширины штабеля пиломатериалов приведены на рис. 2.

При подводе к штабелю электромагнитной энергии с обеих боковых сторон центральные зоны получают суммарную удельную микроволновую мощность от двух облучателей. Пренебрегая напряженностью поля во второй половине ширины штабеля, можно ужесточить критерий равномерности поля, приняв следующее соотношение напряженности $E_{ц}$ в центральной зоне

$$E_{ц} \geq E_0 / 2, \quad (4)$$

где E_0 – напряженность поля на входе в штабель пиломатериалов.

Такому критерию удовлетворяет показатель затухания 3 дБ, при котором $E_0 / E_{ц} = 1,99$. Как видно из рис. 2, указанное

затухание возникает на ширине штабеля в зависимости от частоты: 460 МГц – 800 мм, 915 МГц – 600 мм и 2450 МГц – 200 мм. Таким образом, при облучении с двух боковых сторон максимальная ширина штабеля не должна превышать на частоте: 460 МГц – 1600 мм, 915 МГц – 1200 мм и на частоте 2450 МГц – 400 мм.

Выводы

Получены параметры влажности древесины, позволяющие определять допустимую толщину отдельных сортиментов, при которой обеспечивается высокое качество микроволновой сушки на частоте 915 и 2450 МГц.

Для промышленных диапазонов частот микроволнового поля определена допустимая ширина штабеля пиломатериалов, при которой может обеспечиваться высокое качество сушки.

Библиографический список

1. Окресс, Э. СВЧ-энергетика. – Т. 2. Применение энергии сверхвысоких частот в промышленности / Э. Окресс. – М.: Мир, 1971. – 273 с.
2. Галкин, В.П., Громько В.Н. Патент РФ № 2101630. Способ комбинированной сушки пиломатериалов.
3. Галкин, В.П., Громько В.Н. Патент РФ № 2105943. Установка периодического действия комбинированной сушки пиломатериалов.
4. Конструкции и техника СВЧ Учебное пособие. – Ч. III. / Е.А. Воробьев. – ЛИАП, 1976. – 142 с.
5. Пюшнер, Г. Нагрев энергией сверхвысоких частот / Г. Пюшнер. – М.: Энергия, 1968. – 163 с.
6. Терещенко, А.И. Работает СВЧ / А.И. Терещенко. – М.: Знание, 1977. – Т. 35. – 64 с.
7. Торговников, Г.И. Диэлектрические свойства древесины / Г.И. Торговников. – М.: Лесная пром-сть, 1986. – 128 с.
8. Галкин, В.П., Громько В.Н., Ашмарин В.Н. Патент РФ № 2056601. Установка непрерывного действия комбинированной сушки пиломатериалов.
9. Егоров, Ю.В. Частично заполненные прямоугольные волноводы / Ю.В. Егоров. – М.: Советское радио, 1987. – 217 с.
10. Галкин, В.П. Повышение эффективности использования микроволновой энергии различных рабочих частот для сушки пиломатериалов / В.П. Галкин, В.Н. Громько // Деревообрабатывающая промышленность. – 1997. – Вып.4. – С. 20–21.

Аксенов П.А., Коровин В.В. СРАВНИТЕЛЬНО-АНАТОМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДРЕВЕСИНЫ ДУБА, ПРИМЕНЯЕМОЙ В ВИНОДЕЛИИ.

В статье рассматриваются особенности макро- и микроструктуры древесины различных видов дуба из регионов России и Франции. Обсуждается вопрос дифференцированного использования древесины дуба в виноделии.

Ключевые слова: древесина дуба, микроструктура, виноделие.

Aksenov P.A., Korovin V.V. RATHER-ANATOMIC RESEARCH OF WOOD OF THE OAK USED IN WINEMAKING.

In article features macro- and microstructures of wood of various kinds of an oak from regions of Russia and France are considered. The question of differentiated use of wood of an oak in winemaking is discussed.

Key words: wood of the oak, microstructures, winemaking.

Белошицкая Е. «НАРОДНАЯ БОТАНИКА» Н.В. ГОГОЛЯ (К 200-ЛЕТИЮ ПИСАТЕЛЯ).

Статья рассматривает увлечение писателя Н.В. Гоголя ботаникой, его планы написания книги о растениях. Приводятся экономические сведения, а также сведения о природных фактах и явлениях, имеющих отношение к растительности Полтавской губернии 19 века и нашедших отражение в творчестве Н.В. Гоголя.

Ключевые слова: Н.В. Гоголь, ботаника, история литературы.

Beloshitskaya E. «NATIONAL BOTANY» N.V.GOGOL (TO THE 200 ANNIVERSARY OF THE WRITER).

Article considers hobby of writer N. V.Gogol botany, its plans of a writing of the book about plants. Economic data, and also data on the natural facts and the phenomena which concerning vegetation of the Poltava province of 19 centuries and have found reflexion in creativity by N.V.Gogol are resulted.

Key words: N.V.Gogol, botany, a literary history.

Кароль Лятовски ПОЯСНЕНИЯ К ОСНОВНЫМ БИОЛОГИЧЕСКИМ ТЕОРИЯМ ИОСИФА ПАЧОСКОГО.

Научное наследие Иосифа Кондратовича Пачоского составляет минимум 350 публикаций. В статье приводится краткий обзор наиболее значимых публикаций. Излагается суть сформулированной И.К. Пачоским концепции интразональности и связанной с ней ее методологическое значение в современной ботанике.

Ключевые слова: Иосиф Кондратович Пачоский, международные конференции, фитосоциология, биологические теории, пантопизм, субституция.

Karol Lyatovski REMARKS OF GENERAL BIOLOGICAL THEORIES OF JOSEPH PACZOSKI.

The scientific heritage of Iosif Kondratovich Pachosky consist of minimum 350 publications. The short review of most important publications is set out in the article. The most important thesis of intazonal conception formulated by I.K. Pachosky and the methodological significance of this conception are discussed at the article.

Key words: Joseph Paczoski, international conferences, phytosociology, biological theories, pantopism, substitution.

Романовский М.Г. ОСОБЕННОСТИ МЕТОДОЛОГИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ.

Основная методологическая особенность биологических исследований – их несводимость к методологии классической физики из-за неоднозначности ответов объекта на однотип-

ные раздражения. Ответы (морфологические и поведенческие), допускаемые особью, геномом, популяцией, образуют упорядоченные семейства, последовательности, структуры. Только на основе идей поливариантности возможно адекватное описание биологического вида, также как и его эволюционных преобразований.

Ключевые слова: биологические исследования, методология, неоднозначность ответов, изменчивость, эволюция.

Romanowsky M.G. METHODOLOGICAL PECULIARITIES OF RESEARCHES IN BIOLOGY.

As the main peculiarity of biological objects investigation the author consider their non equality to the methodology of the classic physic which difference is due to polymorphism of individual replies on the same irritant. Replies (morphological or behavior) of the individual, genome or population on the factors of pressure grow to the organized families, sequences, structures. Only on the base of polymorphic ideology we may create an adequate characteristic of the species system and come to comprehension of its evolutionary process.

Key words: researches in biology, methodological, ambiguity of answers, variability, evolution.

Романовский М.Г. ТЕЛЛЕРМАНОВСКОЕ ОПЫТНОЕ ЛЕСНИЧЕСТВО – ОБЪЕКТ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ БИОГЕОЦЕНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ.

Дан обзор истории, основных направлений, методов и достижений фундаментальных биогеоценологических исследований в широколиственном лесном массиве, выполнявшихся Институтом лесоведения РАН с 1944 по 2009 г. Обсуждаются дальнейшие перспективы развития стационарных лесоэкологических исследований.

Ключевые слова: биогеоценология, лесостепные леса, ландшафт, почвообразование, углеродный цикл.

Romanowsky M.G. THE TELLERMAN EXPERIMENTAL FOREST AREA AS AN OBJECT OF FUNDAMENTAL BIOGEOCENOSIS INVESTIGATIONS.

There given a view on the history, the main trends, methods and achievements in fundamental biogeocenosis investigations in the broadleaved forest massive have leaded by the Russian Academy of Science Foundation Institute of Forest Research RAS since 1944 till 2009. The perspectives of progress in the investigation at experimental forest area is discussed in the article.

Key words: a biogeocenology, forest-steppe woods, a landscape, soil formation, a carbon cycle.

Романовский М.Г. ПРОДУКТИВНОСТЬ ГЕТЕРОТРОФОВ И ИХ РОЛЬ В ФОРМИРОВАНИИ NPP ТЕЛЛЕРМАНОВСКОГО ЛЕСА (ЮЖНАЯ ЛЕСОСТЕПЬ).

Описана структура гетеротрофного населения дубрав. Даны оценки биомасс функционально-систематических групп. Биомасса гетеротрофов и ее прирост рассмотрены как функция NPP-продукции. Для устойчивого существования биогеоценоза ($NEP \approx 0$) прирост вторичной биомассы не должен превышать $1/3$ NPP.

Ключевые слова: углеродный цикл, биогеоценозы, гетеротрофы, прирост вторичной биомассы.

Romanowsky M.G. HETEROTROPHIC PRODUCTIVITY AND ITS MEANING IN NPP OF THE TELLERMAN FOREST (SOUTH FOREST-STEEP).

The structure of heterotrophic population of oak forest is described. The estimations of the biomass of different functional-systematical heterotrophic groups and its mass increment is given. The heterotrophic biomass and its increment are considered as a function of NPP in balanced biogeocenosis. For persistent being of biome ($NEP \approx 0$) the secondary biomass increment must not exceed $1/3$ NPP.

Key words: a carbon cycle, biogeocenoses, heterotrophic, a gain of a secondary biomass.

Пальчиков С.Б., Румянцев Д.Е. СОВРЕМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ.

В статье рассматриваются возможности использования оборудования фирмы RINNTECH в дендрохронологических исследованиях. Анализируются особенности работы с прибором LINTAB и установкой LIGNOSTATION. Приводится описание различных пакетов программного обеспечения для статистической обработки рядов радиального прироста. Современные возможности для сбора и анализа дендрохронологической информации делают этот метод доступным широкому кругу ученых.

Ключевые слова: дендрохронология, оборудование для дендрохронологических исследований

Palchikov S.B., Rumiantsev D.E. MODERN INSTRUMENTATION FOR DENDROCHRONOLOGICAL RESEARCHES.

Possibilities for using RINNTECH instrumentation for dendrochronology researches are discussed in the article. The features for work with LINTAB and LIGNOSTATION are described at the article. The software kits for statistical analysis time series of ring width is described too. Modern possibilities for tree ring analysis makes this method available for great number of investigators.

Key words: dendrochronology, instrumentation for dendrochronology investigations.

Ловелиус Н.В., Трофимова А.Д. ПРИРОСТ ГОДИЧНЫХ КОЛЕЦ ХВОЙНЫХ В ЮЖНОМ СИХОТЭ-АЛИНЕ В СВЯЗИ С ИЗМЕНЕНИЯМИ РЕГИОНАЛЬНЫХ И ГЛОБАЛЬНЫХ ФАКТОРОВ СРЕДЫ.

В статье рассматривается связь прироста годичных колец хвойных в условиях Южного Сихотэ-Алине с изменениями региональных и глобальных факторов среды. Проведенный анализ факторов среды накануне и в годы аномального прироста сосны корейской, ели аянской и пихты белокорой дает возможность проследить, насколько велико значение внутригодового перераспределения метеорологических и гелиофизических характеристик природной среды для роста деревьев во время их относительного покоя и в период вегетации.

Ключевые слова: дендрохронология, радиальный прирост, хвойные породы, солнечная активность

Lovelius N.V., Trofimova A.D. THE CONIFERS RADIAL GROWTH IN SOUTH SIKHOTE-ALIN IN CONNECTION WITH GLOBAL AND REGIONAL EQUIPMENT FACTORS CHANGES

The connection of conifers radial growth in South Sikhote-Alin with regional and global factors changes are discussed in the article. The analysis of equipment factors before the year of anomaly growth and at the year of anomaly growth for *Pinus koraiensis*, *Picea ajanensis* and *Abies nephrolepis* give the possibilities for understand how much is the importance of inter year redistribution of meteorological and heliophysics parameters for tree growth at the vegetation season and at the non-vegetation period.

Key words: radial growth, conifers, solar activity

Ловелиус Н.В., Трофимова А.Д. РОСТ ПИХТЫ БЕЛОКОРОЙ В ЮЖНОМ СИХОТЭ-АЛИНЕ И ФАКТОРЫ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ.

В статье излагаются результаты исследования изменчивости радиального прироста пихты белокорой в связи с факторами природной среды с использованием метода дендроиндикации. Прослежены особенности колебаний радиального прироста пихты за период около 140 лет. Выявлены закономерности влияния локальных и глобальных факторов на прирост пихты.

Ключевые слова: дендроиндикация, радиальный прирост, пихта белокорая

Lovelius N.V., Trofimova A.D. ABIES NEPHROLEPIS RADIAL GROWTH VARIABILITY INVESTIGATION

The results of *Abies nephrolepis* radial growth variability investigation with dendroindication method in connection to equipment factors changes is set out in the article. The features of fir radial growth fluctuations in 140 year time interval is analysed at the article. The regularities of local and global factors impact for the fir radial growth were revealed

Key words: dendroindication, radial growth, *Abies nephrolepis*

Корчагов С.А., Грибов С.Е., Щекалев Р.В. СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ ЕЛИ В ПЛАНТАЦИОННЫХ КУЛЬТУРАХ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ.

Леса Европейского Севера на протяжении многих лет являлись объектом экстенсивной эксплуатации, что вызвало ухудшение их породно-качественного состава и уменьшение доли хвойных насаждений в транспортно- и экономически доступной части лесного фонда. Вопрос обеспечения доступным и качественным древесным сырьем в настоящее время приобретает особую актуальность. Одним из выходов в сложившейся ситуации может быть создание плантационных лесных культур с ориентацией процесса лесовыращивания на получение целевых видов сортиментов определенного качества. Плантационная форма ведения лесного хозяйства получила развитие на территории Вологодской области в связи с дефицитом древесного сырья для целлюлозно-бумажной промышленности. Состояние плантаций оценивается, как правило, по росту и продуктивности древостоев. В современных условиях существует практическая необходимость исследований качества формирующейся древесины с целью определения возможности ее использования по назначению.

Ключевые слова: лесные культуры, плантации, качество, древесина, древесное сырье, плотность.

Korchagov S.A., Gribov S.E., ShChekalev R.V. PROPERTIES OF WOOD OF THE FIR-TREE IN PLANTATION CULTURES OF THE VOLOGDA AREA.

Woods of the European North throughout many years were object of extensive operation that has caused deterioration of their qualitative structure and reduction of a share of coniferous plantings in a transport and economically accessible part of wood fund. The maintenance question accessible and qualitative wood raw materials gets now a special urgency. Creation of wood cultures with orientation of process of growth of wood to reception of target kinds of certain quality can be one of exits in the circumstances. Conducting a forestry in the form of a plantation has had development in territory of the Vologda area in connection with deficiency of wood raw materials for a pulp and paper industry. The condition of plantations is estimated, as a rule, on growth and efficiency of forest stands. In modern conditions there is a practical necessity of researches of quality of formed wood for the purpose of definition of possibility of its use to destination.

Key words: wood cultures, plantations, quality, wood, wood raw materials, density.

Румянцев Д.Е., Соломина О.Н., Липаткин В.А., Мацковский В.В. ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕКРЕСТНОГО ДАТИРОВАНИЯ ХРОНОЛОГИЙ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ И ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ РАВНИНЫ.

Европейская часть России все еще остается мало исследованной в дендрохронологическом отношении. Для работы по построению многосотлетней хронологии Московского региона необходимо иметь данные о взаимозаменяемости дендрохронологического материала разных видов хвойных из разных регионов и разных типов условий произрастания. В статье рассматриваются результаты оценки сходства хронологий сосны и ели на территории Русской равнины. Показано, что для построения многосотлетней хронологии могут быть использован дендрохронологический материал из смежных с Московской областью регионов.

Ключевые слова: дендрохронология, перекрестная датировка, Московская область

Rumyantsev D.E., Solomina O.N., Lipatkin V.A., Matskovsky V.V. POSSIBILITIES FOR CROSS-DATING NORWAY SPRUCE AND SCOTS PINE CHRONOLOGIES IN THE CENTRAL PART OF THE EAST EUROPEAN PLAIN.

European part of Russia still remain little investigated for dendrochronology. For works for long year chronology of Moscow region building is necessary to have data about possibility for change the dendrochronology samples from different regions and different sites. The results of similarity estimation for pine and spruce chronologies from the Russian plain are discussed in the article. Had been shown, that the dendrochronological material from adjacent to Moscow region regions may be use for Moscow chronology building.

Key words: dendrochronology, cross-dating, Moscow region

Погиба С.П., Пугачев Д.И. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА РОСТА МЕЖВИДОВЫХ ГИБРИДОВ ПИХТ В ИВАНТЕЕВСКОМ ДЕНДРОПАРКЕ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ.

Представлена сравнительная характеристика темпов роста 56-летних межвидовых гибридов и сортов пихт из коллекционно-гибридного фонда Ивантеевского дендропарка им. академика А.С.Яблокова в Московской области. Анализ полученных результатов показал, что 56-летние межвидовые гибриды пихт опережают по темпам роста исходные 78-летние родительские виды по высоте на 10–43 %, по диаметру на 22–149 % и соответствуют ходу роста нормальных пихтовых насаждений I бонитета.

Ключевые слова: гибриды, пихта, дендропарк.

Pogiba S.P., Pugachev D.I. THE COMPARATIVE ESTIMATION OF GROWTH OF INTERSPECIFIC HYBRIDS OF FIRS IN THE IVANTEEVSKY TREE NURSERY OF MOSCOW REGION.

The comparative characteristic of rates of increase of 56-year-old interspecific hybrids and grades of firs from kollektionno-hybrid fund of the Ivanteevsky tree nursery is presented them. Of academician A.S.Jablokova in Moscow Region. The analysis of the received results has shown that 56-year-old interspecific hybrids of firs advance on rates of increase initial 78-year-old parental kinds on height on 10–43 %, on diameter on 22–149 % and correspond to a course of growth of normal fir plantings.

Key words: hybrids, a fir, a tree nursery.

Потапова Е.Ю. НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЛИСТВЕННИЧНИКОВ В МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ.

В статье рассматриваются особенности формирования лиственничников с учётом реализации разнонаправленных «стратегических» тенденций морфогенеза отдельных деревьев. На примере двух пробных площадей, заложенных в лиственничниках Магаданской области, показано, что наиболее долговечные (старше 400 лет) деревья значительно уступают по высоте основному пологу.

Ключевые слова: экотон «лес–тундра», стратегия, пионеры, конкуренты.

Potapova E.U. SOME FEATURES OF FORMATION OF THE LARCH FORESTS IN THE MAGADAN REGION.

The features of larch stands forming are discussed in the article. The main attention give for different strategies of morphogenesis of individual trees. The example of two plots planted larch forests in the Magadan region shows that the most long-lived (over 400 years) trees are far below the height of the main curtain.

Key words: «wood-tundra», strategy, pioneers, competitors.

Абатуров А.В., Абатурова Г.А. ЛИСТВЕННИЦА НА КАМЧАТКЕ.

В геологическом прошлом лиственница росла в центральной части полуострова Камчатка. После окончания последнего оледенения она заняла другие, подходящие для нее терри-

тории. В условиях изоляции у лиственницы изменились многие морфологические признаки и другие биологические особенности. По сравнению с лиственницей на материке повысилась изменчивость.

Ключевые слова: лиственница, Камчатка, климат, морфологические особенности.

Abaturov. A.V., Abaturova G.A. LARCH ON KAMCHATKA.

In the geological past the larch grew in the central part of peninsula Kamchatka. After the termination of last freezing it has occupied others, approaching for it, territory. In the conditions of isolation at a larch many morphological signs and other biological features have changed. In comparison with a larch on continent variability has raised.

Key words: larch, Kamchatka, morphological signs.

Кухта А.Е., Румянцев Д.Е. ЛИНЕЙНЫЙ И РАДИАЛЬНЫЙ ПРИРОСТЫ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В ВОЛЖСКО-КАМСКОМ И ЦЕНТРАЛЬНО-ЛЕСНОМ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ПРИРОДНЫХ ЗАПОВЕДНИКАХ.

В работе излагаются результаты исследования сопряженности линейного и радиального прироста сосны обыкновенной в Волжско-Камском и Центральном-Лесном государственных природных заповедниках. Показано, что, в отличие от сосны Центрально-Лесного государственного природного заповедника, сосна Волжско-Камского государственного природного заповедника подвергается воздействию лимитирующего фактора - дефицита осадков и по признаку влагообеспеченности находятся близко к краю своего диапазона толерантности.

Ключевые слова: радиальный прирост, линейный прирост, дендрохронология, сосна обыкновенная.

Kouhta A.E., Rumiantsev D.E. LINEAR AND RADIAL GROWTH OF SCOTS PINE IN THE VOLGSKO-KAMSKI AND CENTRAL FOREST RESERVE.

The results of investigation for radial and linear pine growth in the conditions of Volgsko-Kamsky Reserve and Central Forest reserve are presented in the article. Had been shown, that in contrast with pine of Central-Forest Reserve pine from Volgsko-Kamsky Reserve has experience of limiting factor for linear growth, which indicates that there pine is in the conditions which are near to limit of tolerance.

Key words: radial growth, linear growth, dendrochronology, Scots pine.

Захаров Ю.Г. ИЗМЕНЧИВОСТЬ ТРЕНДОВ ЛИНЕЙНОГО ПРИРОСТА У ЕСТЕСТВЕННОГО ВОЗОБНОВЛЕНИЯ СОСНЫ В УСЛОВИЯХ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ.

В статье изложены результаты исследований изменчивости линейного прироста сосны. Показано, что для роста естественного возобновления сосны в высоту условия освещенности более значимы, чем другие факторы среды. Получены уравнения трендов линейного прироста, которые могут использоваться при построении экологических моделей развития фитоценозов. Сопоставление подобных кривых для разных географических районов может быть использовано для лесорастительного районирования.

Ключевые слова: линейный прирост, сосна обыкновенная, естественное возобновление.

Zaharov U.G. VARIABILITY OF TRENDS OF THE LINEAR GAIN AT NATURAL RENEWAL OF THE PINE IN THE CONDITIONS OF THE TVER REGION.

The results of pine linear growth investigation are presented in the article. The light conditions are more important for young pine growth than other ecological factors. The equations of linear growth trends was calculate. They may use for ecological modeling of phytocenosis evolution. The comparison of such kind of functions may give the scientific basis for forest growth zoning.

Key words: linear growth, Scots pine, natural regeneration.

Амосова И.Б., Феклистов П.А. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАГИ ПО СЕЧЕНИЮ СТВОЛА В ДРЕВЕСИНЕ БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ.

Выполнен анализ распределения влажности по радиусу ствола от камбия к сердцевине у березы. Выявлено пять моделей распределения влажности. Установлено, что наиболее интенсивно проводят воду последние с 1 по 9 годичных колец. Установлена тесная криволинейная зависимость между расстоянием от камбия и влажностью древесины.

Ключевые слова: березы повислая, камбий, радиус ствола.

Amosova I.B., Feklistov P.A. DISTRIBUTION OF A MOISTURE ON SECTION OF A TRUNK IN WOOD *BETULA PENDULA*.

The analysis of distribution of humidity on radius of a trunk from cambium to a core, at a birch is executed. Five models of distribution of humidity are revealed. It is established, that most intensively will carry out (spend) water last with 1 till 9 year rings. It is established close crooked dependence between distance from cambium and humidity of wood.

Key words: *betula pendula*, cambium, radius of a trunk.

Коровин В.В., Пайамнор В., Аксенов П.А. АНАТОМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА УКОРЕНЕНИЯ ЧЕРЕНКОВ КЛЕНА ПРИ ОБРАБОТКЕ СТИМУЛЯТОРАМИ РОСТА.

Проанализированы анатомические изменения проводящей ткани черенков нескольких видов клена при обработке ростовыми веществами в процессе укоренения. Показано, что видовая принадлежность влияет на процессы укоренения больше, чем разные типы ростовых веществ.

Ключевые слова: виды клена, ростовые вещества, анатомические признаки, корнеобразование.

Korovin V.V., Paiamnor V., Aksenov P.A. ANATOMICAL STUDYING OF PROCESS OF ROOTING OF CUTTINGS OF A MAPLE AT PROCESSING BY AUXESIS.

Anatomic changes of a vascular tissue of cuttings of several species of a maple are analysed at processing auxesis in the course of rooting. It is shown, that the specific accessory influences rooting processes more than different types auxesis.

Key words: kinds of a maple, substance of growth, anatomic signs, root formation.

Пайамнор В. ХРОМОСОМНЫЕ НАБОРЫ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ КЛЕНА.

Определены хромосомные числа 8 видов клена, произрастающих в дендрариях Московской области. Установлено, что при искусственном разведении у кленов часто наблюдается полиплоидия.

Ключевые слова: виды клена, хромосомные числа, полиплоиды.

Paiamnor V. CHROMOSOMAL COMPLEMENTS OF SOME SPECIES OF A MAPLE.

Chromosomal numbers of 8 species of the maple growing in tree nurseries of the Moscow area are defined. It is established, that at artificial cultivation at maples it is often observed polyploidy.

Key words: species of the maple, chromosomal numbers, polyploidy.

Лебедев В.Г., Шестибратов К.А. ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА ЯСЕНЯ ОБЫКНОВЕННОГО *IN VITRO*.

Разработана эффективная система клонального микроразмножения взрослых деревьев ясеня обыкновенного (*Fraxinus excelsior*). Определены оптимальные условия для размножения, укоренения и акклиматизации растений *in vitro*. Эта методика может быть использована как для быстрого размножения генотипов, так и для проведения других работ, требующих культуры ткани *in vitro*, в частности, для генетической трансформации.

Ключевые слова: ясень обыкновенный, культура *in vitro*, размножение, укоренение, акклиматизация.

Lebedev V.G., Schestibratov K.A. EFFECTIVE MICROPROPAGATION TECHNOLOGY FOR COMMON ASH.

An effective micropropagation protocol for mature trees of common ash (*Fraxinus excelsior*) was developed. Optimal conditions for multiplication, rooting and acclimatization were determined. This methodic may be use for rapid genotypes reproduction, and for also works, for which the in vitro tissues cultures need, for example for genetic transformation.

Key words: common ash, in vitro culture, propagation, rooting, acclimatization.

Иванов Ю.В., Карташов А.В., Савочкин Ю.В. УСТОЙЧИВОСТЬ ВСХОДОВ *PINUS SYLVESTRIS* И *PICEA ABIES* К СОЛЕВОМУ СТРЕССУ.

В работе изучена реакция всходов и особенности функционирования некоторых компонентов защитных систем ели европейской и сосны обыкновенной в ответ на действие NaCl. Обсуждаются возможные механизмы приспособления хвойных к стрессовым условиям на ранних этапах их развития.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, ель европейская, солевой стресс, антиоксидантная защитная система растений, активные формы кислорода.

Ivanov Yu.V., Katrashov A.V., Savochkin Yu.V. *PINUS SYLVESTRIS* AND *PICEA ABIES* YOUNG GROWTH SALT STRESS TOLERANCE.

The response of common spruce and pine young growth and their certain components of protective systems functioning under NaCl were studied. Possible mechanisms of stress adaptation of coniferous plants at early development stages are discussed.

Key words: *Pinus sylvestris*, *Picea abies*, salt stress, plants antioxidant defense system, reactive oxygen species.

Коженкова А.А., Захарова А.А. ОПЫТ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА ПИХТЫ СИБИРСКОЙ ПРИ ИНТРОДУКЦИИ.

В статье рассмотрен опыт выращивания посадочного материала пихты сибирской в лесном питомнике Московской области. Показано, что сеянцы этой породы значительно уступают в росте сеянцам ели европейской; хорошо переносят пересадку в возрасте 4 лет. При их выращивании рекомендована более интенсивная агротехника для своевременного достижения стандартных размеров по высоте.

Ключевые слова: интродукция, пихта сибирская, посадочный материал.

Kozhenkova A.A., Zakharova A.A. PRACTICAL EXPERIENCE OF GROWING THE PLANTING MATTER OF SIBERIAN FIR-TREE FOR THE PURPOSE OF INTRODUCTION.

The article reviews practical experience of growing the planting matter of Siberian Fir-tree in nursery forest of Moscow region. It was established, that seedlings of Siberian fir has significantly shorter than Norway spruce seedlings. They have a good tolerance for relocation. The more intensive agrotechnology for seedlings culture is recommended.

Key words: Introduction, Siberian Fir-tree (*Abies sibirica* L.), the planting matter.

Гусева Н.Ю. ИНТРОДУКЦИЯ ЛЖЕТСУГИ МЕНЗИСА В СЕВЕРНОЙ ПОДЗОНЕ СМЕШАННЫХ ЛЕСОВ.

Дендрологическое разнообразие в Ярославской области изучалось и обогащалось с середины XX в. Давно замечено, что почвенные и климатические условия этого района благоприятны для произрастания многих лесообразующих, декоративных и плодовых видов и сортов древесно-кустарниковых пород. Расширение породного ассортимента лесных насаждений может быть успешно обеспечено интродукцией ценных хвойных лесообразователей из других районов страны или других стран. Необходимость введения экзотов вызвана бедностью ден-

дрофлоры местных лесов, хозяйственно-экономическими и природоохранными соображениями.

Ключевые слова: лжетсуга, интродукция, породный ассортимент.

Guseva N.U. PSEUDOTSUGA MENZIESII AS AN IMPORTANT TREE STAND COMPONENT IN Yaroslavl REGION.

Dendrological variability in Yaroslavl Region has been studied and enriched since the middle of XX century. It has been noted that there are favorable soil and climatic conditions in this region for growing many stand-forming, ornamental and fruit species. Species diversity may be increased by way of introduction of valuable coniferous species from other areas of the country or from other countries. Introduction of alien species is necessary due to poor dendroflora of local forests and economic and environmental reasons.

Key words: pseudotsuga, introduction, pedigree assortment.

Семаев С.В. ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ КУЛЬТУРЫ КЕДРА СИБИРСКОГО В ДМИТРОВСКОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ.

Представлены результаты полевых исследований 12 климатипов в 31 летних географических культурах кедра сибирского из различных регионов Сибири. Показано, что большинство географических экотипов успешно прошли акклиматизацию. Максимальные значения таксационных показателей характерны для климатипов из Иркутской области и Республики Хакасия.

Ключевые слова: географические культуры, кедр сибирский, лесничество.

Semaev S.V. GEOGRAPHICAL SPECIES OF A SIBIRIAN CEDAR IN THE DMITROV FOREST DISTRICT, MOSCOW REGION RUSSION.

There are represented field research results of Siberian Cedar from 12 different climatic-geographic zones of Siberia. Had been shown, that the most part of geographical ecotypes were successfully acclimatized. The maximal level of taxation parameters have the ecotypes of Irkutsk and Hakasia region.

Key words: geographical species, sibirian cedar, forest district.

Хамитова С.М., Хамитов Р.С. ВЛИЯНИЕ ТИПА АПОФИЗА ШИШЕК СОСНЫ КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ В НИХ СЕМЯН.

Приведены результаты исследований по выделению маркерных признаков, коррелирующих с содержанием семян в шишках сосны кедровой сибирской. Исследования проведены в районе интродукции вида (Вологодская область). Выявлена связь образования нормально развитых фертильных семенных чешуй с типом апофиза шишек.

Ключевые слова: сосна кедровая сибирская, шишки, семена, интродукция, селекция.

Khamitova S.M., Khamitov R.S. INFLUENCE OF THE APOPHYSIS TYPE OF THE SIBIRIAN PINE CONES ON THE FORMATION IN THEIR SEEDS.

The article gives results of studies aimed at distinguishing marker signs correlated with the seeds content of the Siberian pine cones. The investigations was carried out in the region of the species introduction (Vologda oblast). The author analyzes the connection of normally-developed fertile seed scale formation with the apophysis type of the cones.

Key words: Siberian pine, cones, seeds, introduction, selection.

Нечаев А.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ХВОЙНО-ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ И ПИХТОВО-ЕЛОВЫХ ЛЕСОВ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА ДЛЯ ЗАГОТОВКИ ПИЩЕВЫХ ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ, СБОРА ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ И ВЕДЕНИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА (ПЧЕЛОВОДСТВО).

В статье приводится информация по основным видам дикорастущих соковых, ореховых, ягодных, овощных, лекарственных и медоносных растений, а также пищевых грибов, произрас-

тающих в хвойно-широколиственных и пихтово-еловых лесах на российском Дальнем Востоке. Даются краткие обзоры по ресурсам и освоению пищевых и лекарственных растений.

Ключевые слова: хвойно-широколиственные леса, пихтово-еловые леса, лекарственные растения.

Nechaev A.A. UTILIZATION OF CONIFERS-BROADLEAVED AND FIR-SPRUCE FORESTS IN THE FAR EAST FOR STORING FOOD FOREST RESOURCES, MEDICAL PLANTS AND LEADING AGRICULTURE (APICULTURE).

The article shows the information on the basic species of wild growing sap, nut, berry, vegetable, medical and honey plants, also edible mushrooms growing in the conifers-broadleaved and fir-spruce forests in the Russian Far East. It gives a short review of the resources and utilization of food and medical plants.

Key words: conifers-broadleaved forests, fir-spruce forests, medical plants.

Стоноженко Л.В., Коротков С.А. МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ИССЛЕДОВАНИЮ СТРУКТУРЫ ЕЛЬНИКОВ И ОБОСНОВАНИЕ ИХ ВОЗРАСТА СПЕЛОСТИ.

В работе рассматривается обоснование возраста спелости ельников Московской области в зависимости от закономерностей их структуры. Выявлено, что показатель ранговой структуры древостоя может использоваться как критерий естественной спелости. Рассмотренные в статье критерии продуктивности и устойчивости еловых древостоев, по нашему мнению, могут служить для принятия решений при лесоуправлении.

Ключевые слова: возраст спелости, еловые древостои, структура древостоя.

Stonojenko L.V., Korotkov S.A. METHODOICAL APPROACHES FOR SPRUCE STANDS STRUCTURE INVESTIGATION AND THE EXPLANATION OF THE AGE OF CUTTING

The explanation of the age of cutting for spruce stands of Moscow region in relation with their structure. It was established, that indicator of rang structure of stand may be use as the criteria of natural ripeness. The results of investigations may be useful for decision making in forest management.

Key words: age of ripeness, spruce stands, stand structure

Тибукв А.В. ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ БИОГРУППЫ ЕЛИ НА ВЫРУБКАХ.

Рассмотрены биометрические параметры группового и одиночно растущего подростка ели. Показано, что количественные характеристики одиночных и групповых деревьев ели в основном совпадают, но параметры, влияющие на качество древесины ствола, различаются, и это различие увеличивается с возрастом деревьев.

Ключевые слова: биогруппа ели, биометрические параметры.

Tibukov A.V. THE PECULIARITIES OF THE SPRUCE BIOGROUPS REGENERATION FORMING ON THE CUTOVER AREAS.

Biometric parameters of group and single growing spruce underforest have been considered. The quantitative parameters of individual and group-growing young spruce trees concurs, but parameters which are important for timber quality are differ, and the difference is increase with increasing the age.

Key words: spruce biogroup, biometric parameters.

Феклисов П.А., Шаньгина Н.П., Торбик Д.Н. ЕСТЕСТВЕННОЕ ЛЕСОВОЗРОЖДЕНИЕ В СОСНЯКАХ ЧЕРНИЧНЫХ, ПРОЙДЕННЫХ ПРОХОДНЫМИ РУБКАМИ УХОДА.

В статье представлены результаты исследования процесса естественного лесовозрождения в пригородных сосняках черничных г. Архангельска, пройденных проходными рубками ухода. В статье рассматривается зависимость количества подростка различных древесных по-

род от расстояния от волока. Все полученные данные проанализированы с помощью методов математического моделирования. Данные можно использовать в практических целях.

Ключевые слова: естественное лесовозобновление, сосняки черничные, математическое моделирование.

Feklistov P.A., Shangina N.P., Torbik D.N. NATURAL REFORESTATION IN BILBERRY PINE AFTE IMPROVEMENT CUTTING.

In given clause the results of research of process natural reforestation in suburban bilberry pine of Archangelsk, afte improvement cutting. In clause the dependence of quantity(amount) undergrowth of various wood breeds from distance from skid is considered(examined). All received data are analysed with the help of methods of mathematical modeling. The data can be used in the practical purposes.

Key words: natural reforestation, bilberry pine, mathematical modeling.

Корчагов С.А., Грибов С.Е., Стребков Н.Н. ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА КУЛЬТИВИРУЕМОЙ ПОРОДЫ ПРИ ЦЕЛЕВОМ ВЫРАЩИВАНИИ БАЛАНСОВОЙ ДРЕВЕСИНЫ.

Древесина ели является основным видом сырья для целлюлозно-бумажной промышленности. В последнее время наряду с елью широкое применение находит древесина сосны. Сосна, как правило, характеризуется более высокими техническими свойствами древесины в сравнении с елью. Предложенный экономико-квалиметрический метод оценки древесного сырья подтверждает целесообразность выращивания на целлюлозу в условиях кисличного типа леса южной подзоны тайги древесины ели. Это обеспечивает получение с одного гектара лесных культур на 20 % больше готового полуфабриката (сульфатной целлюлозы) в сравнении с культурами сосны.

Ключевые слова: лесные культуры, целлюлоза, древесина, целевое лесовыращивание, целлюлозно-бумажная промышленность.

Korchagov S.A., Gribov S.E., Strebkov N.N. SUBSTANTIATION OF THE CHOICE OF CULTIVATED BREED AT TARGET CULTIVATION OF BALANCE WOOD.

Wood of a fur-tree is the basic kind of raw material for a pulp and paper industry. Recently alongside with a fur-tree wide application is found with wood of a pine. The pine, as a rule, is characterized by higher technical properties of wood in comparison with a fur-tree. The offered economic-qualitative method of an estimation of wood raw material confirms expediency of cultivation on cellulose in conditions of highly productive type of a wood of a southern subzone of a taiga of wood of a fur-tree. It provides reception from one hectare of wood cultures on 20 % more than a ready semifinished item (sulphatic cellulose) in comparison with cultures of a pine

Key words: wood cultures, cellulose, wood, target cultivation of wood, pulp and paper industry.

Николаев Д.К., Глазунов Ю.Б. ОСОБЕННОСТИ ПОВРЕЖДЕНИЯ СНЕГОЛОМОМ ДРЕВОСТОЕВ СОСНЫ И ЕЛИ.

Приведены результаты исследования повреждения снеголомом 67-летних культур сосны (*Pinus silvestris* L.) и 57-летнего ельника (*Picea abies* L.) естественного происхождения в Можайском районе Московской области. Снеголом произошел 14 октября 2007 г. после выпадения 26,8 мм снега при температуре воздуха +0,8°. Установлено, что деревья сосны, как правило, обламываются ниже кроны, что приводит к их гибели. Чаше повреждаются наименее сбежистые из наиболее высоких деревьев. У деревьев ели обламывается верхняя часть кроны, в среднем 4,6 м, что соответствует приросту за 12–15 лет, при этом повреждение, как правило, оказывается нелетальным. Повреждаются преимущественно лидирующие деревья, однако соотношение $D_{1.3}/H$ для ели не имеет существенного значения. В среднем были повреждены 11.6 % сосен и 14.9 % елей первого яруса.

Ключевые слова: сосна, ель, Московская область.

Nikolaev D.K., Glazunov Yu. B. THE FEATURES OF SNOW DAMAGE OF SCOTS PINE AND NORWAY SPRUCE STANDS.

The results of research of snow damage of Scots pine (*Pinus silvestris* L.) and Norway spruce (*Picea abies* L.) in Moscow region are presented. The culture of pine is 67 years old, the age of the natural stand of spruce is 57 years. The snow damage occurred at November 14th of 2007 as result of 26.8 mm of snow precipitation at air temperature +0.8°. Pine trees usually brake at points below the crown and die subsequently. The highest trees of pine with slightly tapering stems are most susceptible to breakage caused by snow loading. Crown breakage is typical for spruce trees. Average length of broken part of crown is 4.6 m, or about 12-15 years growth, the majority of trees recover after breakage. As a rule leader trees are damaged, but taper is not important factor for spruce because of crown breaking. In total 11.6 % trees at pine stand and 14.9 % trees at spruce stand was broken by snowload.

Key words: pine, spruce, Moscow region.

Алейников А.А. ДИНАМИКА РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ДОЛИН МАЛЫХ РЕК В РЕЗУЛЬТАТЕ СТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БОБРОВ.

В статье показаны и количественно охарактеризованы изменения лесной растительности на территории заповедника «Брянский лес» в результате средопреобразующей деятельности популяции бобра европейского. По результатам натурных описаний растительного покрова речной долины и дешифрирования космических снимков высокого разрешения сопоставлено состояние растительности днища долины модельного водотока – малой реки Скутянки за период с 1989 по 2008 гг.

Ключевые слова: растительный покров, бобр европейский, средообразование, пруды, мониторинг биоразнообразия.

Aleynikov A.A. SMALL RIVER BASINS VEGETATION DYNAMICS AS AFFECTED BY BEAVER ACTIVITIES.

Changes in forest vegetation of «Bryansky les» forest reserve caused by European beaver engineering activities are described and evaluated. Skutyanka river basin vegetation cover time series (1989 – 2008) were compared based on field research and remote sensing data analysis.

Key words: vegetation, European beaver, ecosystem engineering, pond, monitoring of biodiversity.

Ухваткина О.Н., Комарова Т.А., Трофимова А.Д. ОСОБЕННОСТИ ОНТОГЕНЕЗА *PICEA AJANENSIS* (LINDL. ET GORD.) FISCH. EX CARR. В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГОРНОГО ПОЯСА ЮЖНОГО СИХОТЭ-АЛИНЯ.

В статье впервые проведено описание жизненного цикла развития *Picea ajanensis* в условиях среднегорного пояса Южного Сихотэ-Алиня, сделаны описания онтогенетических состояний, а также выделены существенные признаки, позволяющие определять онтогенетическое состояние *P. ajanensis*.

Ключевые слова: онтогенез, *picea ajanensis*, Сихотэ-Алиня.

Ukhvatkina O.N., Komarova T.A., Trofimova A.D. THE FEATURES OF ONTOGENESIS *PICEA AJANENSIS* (LINDL. ET GORD.) FISCH. EX CARR. IN THE MIDDLE PART OF SOUTHERN SIKHOTE-ALIN MOUNTAINS.

The life cycle *Picea ajanensis* of in forest communities, burn sites and felling in the middle part of South Sikhote-Alin Mountains was studied. Ten ontogenetic stages (plantlet, seedling, juvenile plant, immature plant, virginal plant, young reproductive plant, mature reproductive plant, old reproductive plant and quasisenile plant) are recognized. The characteristic features of each ontogenetic stages were described. The ontogenetic analysis of *Picea ajanensis* plants shows polyvariations of ontogenetic pathways under the influence of diverse community and environmental conditions.

Key words: ontogenesis, *Picea ajanensis*, Sikhote-Alin.

Ивонин В.М., Пиньковский М.Д., Самсонов С.Д. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ АНАЛИЗА РЕКРЕАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ТЕРРИТОРИИ СОЧИНСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА.

С использованием ГИС-технологии для территории СНП получены средства пространственного анализа с различным составом отображаемой графической информации. На их основе определили ключевые показатели рекреационного потенциала характеризуемой территории. Анализ пространственной информации, работа с нормативно-научной литературой, статистические вычисления на основе табличной информации позволили определить экологическую рекреационную емкость лесов, доступных и привлекательных для отдыха в СНП.

Ключевые слова: ГИС-технологии, средства пространственного анализа, рекреационный потенциал.

Ivonin V.M., Pinkovsky M.D., Samsonov S.D. GIS-TECHNOLOGY USING FOR RECREATION POTENTIAL ANALYSIS OF SOCHI NATIONAL PARK TERRITORY

With the help of GIS-technologies the means for spatial analysis for Sochi National Park territory with different composition of graphical information. On this basis the key indicators of recreation potential for investigate territory were received. The spatial information analysis, the work with scientific literature, statistical calculations on the basis of table information made it possible to define the ecological recreation capacity of forests, which are possible and attractive for rest in Sochi National Park.

Key words: GIS-technologies, the spatial information analysis, recreation potential.

Анциферова В.А., Анциферов А.В. ПАНСКИЙ ЛЕС: ПРОБЛЕМЫ БИОРАЗНООБРАЗИЯ И РЕКРЕАЦИОННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ.

В статье приведены исторические, географические, ботанические, экологические сведения о панском лесу (Мичуринский район Тамбовской области). Представлен основной видовой состав древесной, кустарниковой и травянистой растительности. Описаны проблемы рекреационного использования леса и предложены пути их решения.

Ключевые слова: лес, флора, фауна, виды, проблемы, охрана.

Antsiferova V.A., Antsiferov A.V. PANSKY FOREST: PROBLEMS OF BIODIVERSITY AND RECREATIONAL USE.

In article historical, geographical, botanical, ecological data about Pansky forest (area Michurinsky of the Tambov area) are resulted. The basic specific structure wood, shrub and grassy vegetation to presented. Problems of recreational use of a forest are described and ways of their decision are offered.

Key words: forest, flora, fauna, species, problems, protection.

Евменова А.В. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО РАЗВИТИЮ СИСТЕМЫ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ГОРОДА ВОРОНЕЖ.

Автор статьи в период своей работы в ЗАО «Группа Компаний ШАНЭКО» участвовала в разработке экологического аспекта генерального плана г. Воронежа. Был проведен анализ современного состояния и проектных решений генерального плана по развитию системы озеленения города. В целях неотложного принятия мер по сохранению и развитию территорий Природного комплекса г. Воронежа было предложено проведение ряда первоочередных мероприятий, направленных на обеспечение целостности и взаимодействия основных составляющих Природного комплекса – природных и озелененных территорий и связи их с загородными ландшафтами.

Ключевые слова: проектные решения, системы озеленения города Воронеж, Природный комплекс.

Evmenova A.V. THE CURRENT STATE AND DESIGN DECISIONS ON DEVELOPMENT OF SYSTEM OF GARDENING OF THE CITY OF VORONEZH.

The author of clause during the work in Joint-Stock Company « Group of Companies SHANEKO » participated in development of ecological aspect of the general plan of Voronezh. The analysis of a modern condition and design decisions of the general plan on development of system of gardening of Voronezh has been lead. With a view of urgent acceptance of measures on preservation and development of territories of the Natural complex of Voronezh, Ecological aspect of the General plan of Voronezh carrying out of some the prime actions directed on maintenance of integrity and interaction of the basic components of the Natural complex – the natural both planted trees and shrubs territories was offered, and to their communication with country landscapes.

Key words: design decisions, system of gardening of the city of Voronezh, Natural complex.

Завидовская Т.С. ФЛОРА ГОРОДА БОРИСОГЛЕБСКА.

На территории г. Борисоглебска зарегистрировано 560 видов сосудистых растений из 84 семейств и 361 рода. В биоморфологической структуре повышена роль древесных, однолетних и сорных видов. Дендрофлора обогащается за счет интродукции растений. Исследование фитоценотической структуры показало преобладание степных и опушечных видов. Адвентивная фракция составляет 26,1 %. Флора имеет евразийско-европейско-западноазиатский спектр географических элементов. Исследования позволили установить некоторые особенности флоры г. Борисоглебска.

Ключевые слова: урбанофлора, таксономическая структура флоры, биоморфологическая структура флоры, географическая структура флоры, адвентивные виды.

Zavidovskaya T.S. ANALYSIS OF THE FLORA OF THE TOWN OF BORISOGLEBSK.

560 species of vascular plants in 84 families and 361 genera are registered in the area of Borisoglebsk. The role of arboreous, annual and weed plants is increased in the biomorphological structure of the flora. Arboreal flora enriches owing to the introduction of the plants. The research of phytocenotic belonging of the plants made apparent the predominance of steppe species and species grown on the border of the wood. The advantive fraction amounts 26,1 %. The flora has eurAsian-european-west-Asian spectrum of the geographical elements. The research afforded possibilities of aseertainig some peculiarities of the flora of Borisoglebsk.

Key words: urban flora, taxonomic structure of the flora, biomorphological structure of the flora, geographical structure of the flora, adventive species.

Таранец И.П., Кузнецова Н.А., Смуров А.В. ВЛИЯНИЕ РЕКРЕАЦИИ НА ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЧВООБИТАЮЩИХ КОЛЛЕМБОЛ В ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ.

Экспериментально изучено влияние рекреационной нагрузки и ее последствий на численность и пространственное размещение почвенных организмов на примере коллембол. В опыте моделировали разную степень рекреационной нагрузки (от минимальной до максимальной). Выяснили, что при всех уровнях нагрузки агрегированность отдельных видов, как правило, увеличивалась. При максимальной и средней нагрузках процент особей, концентрирующихся в скоплениях, практически всегда увеличивался, при минимальной нагрузке происходило его снижение. Агрегированность общей численности возрастала, но процент особей коллембол в скоплениях снижался. При всех изучаемых нами нагрузках общая численность коллембол снижалась в несколько раз, а количество видов – почти вдвое. В спектре биотопических групп возрастала доля эврибионтов, но спектр жизненных форм практически не менялся (преобладала группа поверхностно обитающих форм). Наиболее «выносливыми» к вытаптыванию были крупные поверхностно обитающие виды.

Ключевые слова: пространственное распределение, рекреация, экосистема, коллемболы.

Taranets I.P., Kuznetsova N.A., Smurov A.V. THE INFLUENCE OF HUMAN TRAMPLING ON SPATIAL DISTRIBUTION OF SOIL-DWELLING COLLEMBOLA IN FOREST ECOSYSTEMS.

The influence of human trampling and its consequences on number and spatial distribution of soil-dwelling organisms was experimentally studied using collembola as a model organism. Our experiment we simulated different levels of human trampling (from minimum to maximum). We found out that at all levels of trampling the aggregation level of some species, as a rule, increased. At the maximum and average levels of trampling the percentage of individuals concentrated in congestions practically always increased, at the minimum level of trampling we can see its decrease. The aggregation level of the total number increased, but the percentage of individuals in congestions decreased. At all loadings studied total number of collembola decreased several times, and the quantity of species decreased almost twice. The fraction of eurybionts in the spectrum of biotope groups increased, but the spectrum of vital forms practically did not change (the group of is superficial-living forms prevailed). The most tolerant to trampling were large species.

Key words: spatial distribution, a recreation, ecosystem, collembola.

Бекецкая Т.В., Умарова А.Б., Железова С.В. ВЛИЯНИЕ ДРЕВЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА СВОЙСТВА ПОЧВ (НА ПРИМЕРЕ МОДЕЛЬНОЙ ПОЧВЫ ПОЧВЕННОГО СТАЦИОНАРА МГУ).

Работа посвящена вопросу взаимосвязи между древесной растительностью и почвами в смешанных насаждениях при выровненных начальных условиях. Приведены результаты исследования воздействия деревьев девяти пород на почвенный покров на разных глубинах. Проанализирована динамика основных физических и химических свойств почвы, что позволяет выявить преобладающие процессы почвообразования. Изучение выживаемости деревьев и радиального прироста их стволов дает характеристику состоянию насаждений и условиям роста древесных пород.

Ключевые слова: древесная растительность, свойства почв, физические и химические свойства.

Beketskaja T.V., Umarova A.B., Zhelezova S.B. INFLUENCE OF WOOD VEGETATION ON PROPERTIES OF SOILS (ON THE EXAMPLE OF MODELLING SOIL OF THE SOIL HOSPITAL OF THE MOSCOW STATE UNIVERSITY).

This work deals with the relationship between woody vegetation and soils in mixed stands with the aligned initial conditions. It contains the results of studying the impact of nine wood species on soil conditions at different depths. We analyzed the dynamics of the basic physical and chemical properties of soil, which allows identifying the dominant soil-forming processes. Vitality of trees and rate of stem diameter growth characterize the status of standing forest and condition of trees development.

Key words: wood vegetation, properties of soils, physical and chemical properties.

Федотов Г.Н., Шалаев В.С., Путляев В.И., Иткис Д.М. ИССЛЕДОВАНИЕ НАНОСТРУКТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ПОЧВЕННЫХ ГЕЛЕЙ.

В работе проведено исследование гелевых пленок, выделенных из почв, методом атомно-силовой микроскопии, приведены полученные результаты и их анализ. Проведенное исследование свидетельствует, что использование атомно-силовой микроскопии для исследования почвенных гелей является достаточно перспективным.

Ключевые слова: почва, гель, атомно-силовая микроскопия.

Fedotov G.N., Shalaev V.S., Putljaev V.I., Itkis D.M. RESEARCH OF NANOSTRUCTURAL ORGANIZATION OF THE SOIL'S GELS.

In this article the research of the gel films, which were allocated from soils, has been made. It was produced by the method of atomic-power microscopy. There are the received results and their

analysis in this work. The conducted research testifies that the using of atomic-power microscopy for research of soil gels is perspective enough.

Key words: soil, gel, atomic-power microscopy.

Жуков А.М. ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАСТЕНИЙ – ЭКЗОТОВ В ЛЕСНЫХ КУЛЬТУРАХ И В ОЗЕЛЕНЕНИИ.

Породы, интродуцированные на территории России для использования в лесных культурах и в целях озеленения, переносят патогенные грибы, ранее на территории России неизвестные, либо отмеченные в единичных случаях и поэтому слабо изученные. В числе таких естественных комплексов «растение-хозяин и гриб-патоген», которые обнаружены нами, следует назвать потенциально опасные: сосна веймутова является переносчиком грибов *Phacidiopycnis pseudotsugae*, *Diplodia thujae*, *Hypoderma brachysporum*, *Lophodermium nitens*;

сосна крымская (палласова), черная австрийская являются переносчиками грибов *Dothiostroma septospora*, *Diplodia pinea*, *Cyclaneusma minus*, *Botryosphaeria ribis* с анаморфой *Dothiorella gregaria*; ели колючая и канадская являются переносчиками грибов *Diplodia pinea*, *Discella strobilina*, *Megaloseptoria mirabilis*;

Ключевые слова: древесные интродуценты, патогенные грибы, грибные болезни.

Zhukov A.M. EXOTICS-PLANTS USING LIKE A PROBLEM IN THE SILVICULTURE AND GARDENING.

Information of introduced trees 'and shrubs' diseases in plantings in European Russia. Data on occurrence of little known coniferous disease pathogens are given. This fungi are caused a plant disease at a main coniferous tree species. Fungi disease of a needles at *Pinus strobus* caused by: *Phacidiopycnis pseudotsuga*, *Diplodia thujae*, *Hypoderma brachysporum*, *Lophodermium nitens*. In a stands *P.pallasiana*, *P.nigra* in a needles of trees and lives the fungus – *Dothiostroma septospora*, *Diplodia pinea*, *Cyclaneusma minus*, *Botryosphaeria ribis* with stadium perfectum *Dothiorella gregaria*. *Diplodia pinea*, *Discella strobilina*, *Megaloseptoria mirabilis* has been caused fungi disease of a needles *Picea canadensis*, *P.pungens*.

Key words: introduced trees and shrubs, fungal pathogens, diseases of plants.

Галкин В.П. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ ДРЕВЕСИНЫ, ВЫЗЫВАЮЩИХ СУШИЛЬНЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ.

Дано описание экспериментальной установки, позволяющей определять модули упругости и пределы прочности древесины, несиловые влажностные деформации, деформации от стеснения усушки, деформативность древесины при ее нагружении в условиях регулируемой влажности и температуры окружающего воздуха. Приводятся результаты экспериментальных исследований: усушки, модуля упругости, предела прочности, дифференциального коэффициента усушки.

Ключевые слова: модуль упругости, предел прочности, температура, предел насыщения клеточных стенок древесины, тангенциальная и радиальная усушки древесины.

Galkin. V.P. EXPERIMENTAL SEARCHING OF WOOD PROPERTIES THAT AROUSE DRYING TENSION.

Scheme of experimental installation for estimating of coefficients elasticity and tensile strengths of wood, non-strength humidity deformations, deformations of constraint shrinkage, deformability of wood during stressing at regulated moisture and temperature of environment is given. Results of experimental studying of shrinkage, coefficient elasticity, tensile strength, differential shrinkage coefficient are given.

Key words: coefficient elasticity, tensile strength, temperature, tangential and radial shrinkage.

Галкин В.П. РАСЧЕТ СУШИЛЬНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В ПИЛОМАТЕРИАЛАХ С УЧЕТОМ ОСОБЕННОСТЕЙ СУШКИ ДРЕВЕСИНЫ.

Рассмотрен закон деформирования древесины при стесненной усушке. Показано, что величина сушильных напряжений зависит от коэффициента усушки. Приведены результаты развития напряжений в поверхностной зоне доски, при сушке одноступенчатым режимом, рассчитанные по коэффициенту усушки, дифференциальному коэффициенту усушки и дифференциальному коэффициенту редуцированной усушки.

Ключевые слова: модуль упругости, предел прочности, температура, тангенциальная и радиальная усушки древесины.

Galkin V.P. CALCULATION OF DRYING TENSION IN SAW TIMBER TAKING INTO ACCOUNT PECULIARITIES OF WOOD DRYING.

Principal regularity of wood deforming during constraint shrinkage is described. Author shows that value of drying tensile depends on shrinkage coefficients. Results of tensile spreading at surface zone of board are given used shrinkage coefficients, differential shrinkage coefficient and differential coefficient of reduced shrinkage.

Key words: coefficient elasticity, tensile strength, temperature, tangential and radial shrinkage.

Галкин В.П. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРОВОЛНОВОЙ ЭНЕРГИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЧАСТОТ ДЛЯ СУШКИ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ.

Рассмотрен закон распространения электромагнитной энергии в материале. Введено понятие «допустимой глубины» проникновения электромагнитного поля (ЭМП), на которой обеспечивается возможность качественной сушки древесины. Приведены зависимости от влажности допустимой глубины проникновения ЭМП для древесины лиственницы. Также, приведены зависимости затухания ЭМП в штабеле пиломатериалов, позволяющие установить размеры штабеля, в зависимости от используемой частоты электромагнитного поля.

Ключевые слова: микроволновая энергия, коэффициент затухания, скорость распространения, глубина проникновения, влажность древесины.

Galkin V.P. WOOD DRYING OF SAW TIMBER USING MICROWAVE ENERGY OF INDUSTRIAL FREQUENCIES.

Principal regularities of spreading microwave energy in wood are considered. Definition «Acceptable depth» was introduced. Acceptable depth is depth of penetration of electromagnetic field for support quality drying of wood. Correlation between moisture content of wood and acceptable depth for larch wood are given. Besides attenuation of electromagnetic field in lumber pile is studied, that allows to set dimensions of pile in dependence on frequency value.

Key words: microwave energy, coefficient of attenuation, velocity of spread, depth of penetration, moisture content of wood.