

В ЧЮМЕРЕ



- *Исследование структуры и химического состава древесины дуба различного географического происхождения*
- *Пловарность фаутовых деревьев осины*
- *Сравнительная характеристика физико-механических свойств древесины сосны*
- *Изменения в почвах пашен среди нагорной лесостепной дубравы*
- *Особенности укоренения и роста кедра сибирского*
- *К истории об усыхании еловых лесов в междуречье Северной Двины и Пинеги*
- *Анализ генетических моделей, объясняющих феномен карельской березы*
- *Углерод темно-серых почв и материнских суглинков под дубравами лесостепных водоразделов*

СОДЕРЖАНИЕ

Курносков Г.А., Коровин В.В.	<i>Предисловие</i>	4
Романовский М.Г., Федорова А.И., Щекалев Р.В., Абиссаломова О.В.	<i>Поверхностная плотность листовых пластинок дуба черешчатого</i>	5
Аксенов П.А., Коровин В.В.	<i>Исследование структуры и химического состава древесины дуба различного географического происхождения для оценки его пригодности к производству высококачественных коньячных спиртов</i>	9
Бекмансуров М.В., Османова Г.О.	<i>Оценка поврежденных листьев <i>Plantago major</i> L. и <i>Plantago lanceolata</i> L. биотрофными консортами в разных местообитаниях</i>	17
Владимиров Б.Н., Романовский М.Г., Щекалев Р.В.	<i>Отмирание ветвей первого порядка в процессе роста и дифференциации деревьев в клоне осины естественного происхождения</i>	24
Горячев В.М.	<i>Особенности восстановительной динамики лесов в пойме реки Надым (Западная Сибирь)</i>	29
Ершов Р.В., Коптев С.В., Ежов О.Н.	<i>Товарность фауных деревьев осины</i>	36
Завидовская Т.С.	<i>К вопросу о географической структуре флоры нагорной части Теллермановского лесного массива</i>	39
Канев В.А.	<i>Флора высших сосудистых растений предгорной части среднего течения реки Илыч Печоро-Илычского биосферного заповедника</i>	45
Коровин В.В., Румянцев Д.Е.	<i>Естественный отбор и перспективы искусственного отбора на скорость роста в популяциях хвойных пород</i>	50
Корчагов С.А., Грибов С.Е., Клюквина Н.А.	<i>Сравнительная характеристика физико-механических свойств древесины сосны в посадках по типам леса</i>	54
Мамаев В.В., Романовский М.Г., Судницына Т.Н.	<i>Изменения в почвах пашен среди нагорной лесостепной дубравы</i>	57
Матвеева Р.Н., Буторова О.Ф.	<i>Особенности укоренения и роста кедра сибирского, размноженного черенкованием</i>	62
Неволин О.А., Третьяков С.В., Торхов С.В.	<i>К истории об усыхании еловых лесов в междуречье Северной Двины и Пинеги</i>	65
Османова Г.О.	<i>Состояние ценопопуляций <i>Plantago major</i> L. и <i>Plantago media</i> L. в лесных фитоценозах Республики Марий Эл</i>	75

Пайамнор В.	<i>Изучение фенологических особенностей кленов зеленокорого и красного и определение плоидности их хромосомного набора в условиях Ивантеевского питомника</i>	80
Погиба С.П.	<i>Анализ генетических моделей, объясняющих феномен карельской березы</i>	83
Погиба П.А.	<i>Зависимость всхожести семян некоторых сортов Viola от сроков хранения</i>	86
Прохорова Е.В., Несветаев В.А.	<i>Опыт выращивания карельской березы на постоянном лесосеменном участке в Шабалинском лесхозе Кировской области</i>	90
Романовский М.Г., Щекалев Р.В.	<i>Почвообразование и сукцессии растительности в пойме реки Хопер</i>	96
Романовский М.Г., Судницына Т.Н., Мамаев В.В.	<i>Углерод темно-серых почв и материнских суглинков под дубравами лесостепных водоразделов</i>	103
Румянцев Д.Е., Мельник П.Г., Степанова О.В.	<i>Дендрохронологически реконструированная динамика рангов по продуктивности и качеству древесины у разных провенциций ели в географических культурах</i>	109
Сиволапов А.И., Табацкая Т.М., Сиволапов В.А.	<i>Плантационные культуры березы, созданные регенерантами in vitro в учебно-опытном лесхозе ВГЛТА</i>	113
Тарханов С.Н., Щекалев Р.В.	<i>Внутриорганизменная и внутривидовая изменчивость количественных признаков Pinus sylvestris L. в северной тайге Северо-Двинского бассейна при атмосферном загрязнении</i>	116
Тарханов С.Н., Дудник С.В.	<i>Оценка индивидуальной обусловленности изменчивости морфологических признаков в северотаежных популяциях хвойных Северо-Двинского бассейна</i>	123
Тарханов С.Н., Щекалев Р.В.	<i>Эндогенная и внутривидовая изменчивость полигенных признаков Picea obovata Ledeb. x P. abies (L.) Karst. в бассейне Северной Двины при атмосферном загрязнении</i>	125
Терехова Е.А., Зуихина С.П.	<i>Оценка зимостойкости и перспективности представителей рода Acer в условиях Москвы</i>	131
Третьяков С.В.	<i>Прирост сосны и ели в смешанных древостоях средней подзоны тайги Европейского Севера России, затронутых хозяйственной деятельностью</i>	137
Турмухаметова Н.В., Шивцова И.В.	<i>Морфологический подход к оценке состояния среды по асимметрии листа Betula pendula Roth. и Fragaria vesca L.</i>	140
Чумаченко С.И., Паленова М.М., Починков С.В., Кухаркина Е.В.	<i>Имитационное моделирование динамики насаждений FORRUS-S – инструмент выбора стратегии и планирования лесного хозяйства</i>	143

ПРЕДИСЛОВИЕ

В апреле 2006 г. при кафедре селекции, генетики и дендрологии МГУЛ на базе анатомической лаборатории, созданной кафедрой, учрежден и функционирует постоянно действующий межинститутский (МГУЛ – ИЛ АН) семинар «Производственный процесс и структура деревьев, древесины и древостоев».

Цель семинара – детальное и всестороннее обсуждение научных идей и конкретных исследований в области селекции и генетики древесных растений, дендрологии, лесоведения, таксации, лесных культур, ботанического и технического лесоведения и смежных с перечисленными наук.

Состав семинара не регламентирован. В нем участвуют преподаватели, аспиранты, увлеченные наукой студенты, сотрудники научно-исследовательских институтов. Не ограничено участие иногородних корреспондентов, не регламентируются также объем сообщений и время их обсуждения. Сопредседатели семинара – д.б.н. проф. В.В. Коровин (МГУЛ) и заместитель директора Института лесоведения РАН д.б.н. М.Г. Романовский.

Семинар позволяет ученым со стажем, молодым ученым и соискателям научных степе-

ней в неформальной обстановке апробировать результаты исследований, выслушать критические замечания и получить конкретную помощь более опытных коллег. Межфакультетская анатомическая лаборатория предоставляет исследователям, участвующим в семинаре, помещение и приборную базу для углубленных исследований в пределах компетенции названной лаборатории.

В 2006 г. материалы заседаний и статьи иногородних корреспондентов семинара были оформлены в виде депонированной в ВИНТИ коллективной монографии, название которой повторяет название постоянно действующего семинара. В настоящем выпуске «Лесного вестника» представлены статьи по материалам сообщений, заслушанных на заседаниях во второй половине 2006–2007 учебного года, сюда же включены и доклады иногородних участников нашего семинара. Кроме того, в данном выпуске помещены статьи, предназначенные для специального номера «Лесного вестника», посвященного памяти профессора Антонины Яковлевны Любавской, но поступившие в университет с опозданием. По содержанию эти статьи вполне соответствуют тематике семинара.

Зав. кафедрой селекции, генетики и дендрологии, проф. Г.А. Курносов,
профессор кафедры В.В. Коровин



Участники четырнадцатого, последнего в 2006–2007 учебном году, заседания семинара: (слева) В.А. Брынцев – д.б.н., директор ФГУ Учебно-методический центр Рослесхоза, проф. каф. лесных культур МГУЛ; Д.Е. Румянцев – к.б.н., доцент, каф. ботаники и физиологии растений МГУЛ; М.Г. Романовский – д.б.н., зам. директора по научной работе Института лесоведения РАН; С.И. Чумаченко – д.б.н., зав. каф. информационных технологий в лесном секторе МГУЛ; В.В. Коровин – д.б.н., профессор, каф. селекции, генетики и дендрологии; Р.В. Щекалев – к.б.н., науч. сотр. отдела экологии широколиственных лесов Института лесоведения РАН; П.А. Аксенов – зав. лабораторией каф. селекции, генетики и дендрологии МГУЛ.

ПОВЕРХНОСТНАЯ ПЛОТНОСТЬ ЛИСТОВЫХ ПЛАСТИНОК ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО

М.Г. РОМАНОВСКИЙ, зам. директора по науке Института лесоведения РАН, д-р биол. наук,
 А.И. ФЕДОРОВА, проф. Воронежского ГУ, д-р биол. наук,
 Р.В. ЩЕКАЛЕВ, науч. сотр. отдела экологии широколиственных лесов Института лесоведения РАН, канд. биол. наук,
 О.В. АБИССАЛОМОВА, Воронежский ГУ

Поверхностная плотность листовых пластинок дуба черешчатого (ПП, г/м²) подчинена закономерностям групповой изменчивости количественных признаков: ряд изменчивости ПП состоит из трех-четырёх групп с перекрывающимися наполовину областями определения. Модальные значения средней ПП: 60–70, 100–110 и 140–150 г/м². В четвертой, слабо представленной группе листовых пластинок ПП ≈ 200 г/м². Для высечек, лишенных крупных жилок, модальные значения плотности: 41, 60, 79, 98 г/м². Групповая изменчивость ПП, судя по литературным данным, – общее правило для сосудистых растений. Изменяя в соответствии с освещенностью в период дифференциации соотношение листьев с разной ПП и их пространственную ориентацию, деревья оптимизируют продукционный процесс.

Масса единичной поверхности листьев (мг/см² или г/м²) в отечественной литературе обычно называется удельной поверхностной плотностью (УПП) [1]. Мы, однако, используем термин «поверхностная плотность» (ПП) листа, поскольку плотность всегда удельная величина, отнесенная к единице поверхности или объема.

Варьирование ПП листовых пластинок связано с их световой специализацией: теневые листья примерно вдвое тоньше световых и ПП у них примерно в 2 раза ниже. Эта общая закономерность свойственна большинству древесных растений [2, 3] и ярко проявляется у дуба черешчатого [5]. Световые кривые фотосинтеза листьев разной специализации настолько различаются, что корректный расчет величины фотосинтеза целой кроны по данным об интенсивности фотосинтеза отдельных листовых пластинок невозможен без учета соотношения световых и теневых листьев [6].

Соотношение световой и теневой листовой отчасти компенсирует пространственные и временные вариации *LAI* в направлении оптимизации продукционного процесса в насаждении [7]. При снижении *LAI* светопроницаемость полога увеличивается и растет доля световой листовой. Соотношение *LAI* и средней поверхностной плотности листьев практически не изучено.

В течение трех лет мы собирали данные об изменчивости ПП листьев дуба черешчатого в разных экотопах Теллермановского леса (Воронежская обл.). Выполнены массовые оценки ПП листовой (сухая масса единицы поверхности листа, г/м²) в трех насаждениях дуба черешчатого, занимающих экотопы, контрастные по продуктивности и положению в ландшафте. Это осоково-снытьевая дубрава на темно-серых лесных тяжелосуглинистых почвах (*I*₅ класс бонитета), припойменная полевокленовая дубрава на тяжелосуглинистых почвах (III класс бонитета) и солонцовая подполянная дубрава на тяжелых суглинках с прослойками глины (Va класс бонитета).

Листья отбирали в юго-восточном секторе кроны. На побегах срывали все листья, в наименьшей степени поврежденные филлофагами, кроме листьев при вершине и при основании побега. При сборе листовой использованы вышки для подъема в кроны в 6 и 30 кварталах Теллермановского опытного лесничества. На опушках солонцовой поляны и пашни в 5 квартале листовой собирали с земли.

ПП листовых пластинок определяли двумя способами: измеряя массу и площадь целых листьев и массу высечек площадью 2 см². Образцы листьев сушили при температуре 95–100 °С в течение 1,5 суток, затем взвешивали на торсионных весах (*Polmed*).

Площадь у каждого листа определяли отдельно подсчетом квадратов на палетке с

разрешением 0,25 см². Эта методика оценки площади выбрана с учетом массового повреждения листьев филлофагами и обилия листьев с нарушенным подобием формы листа в пределах дерева.

Прямоугольные высечки делали, максимально отступив от главной жилки и захватывая одну жилку второго порядка. Такая методика позволяет, с одной стороны, дать более прямые оценки плотности фотосинтезирующих участков листовых пластинок, с другой – точно определить площадь образца. Объединение листы филлофагами не только нарушает и усложняет форму листа, снижая точность оценок площади листовых пластинок, но также увеличивает участие в общей площади более плотных жилок, искажая оценки плотности. Использование высечек позволяет измерять плотность у поврежденных листьев. Во взвешиваемый участок листовой пластинки попадает только 1 жилка второго порядка, что позволяет приблизить оценки плотности к основной рабочей части листа между жилок. Метод высечек представляется оптимальным для массовых полевых исследований ПП листьев.

В отличие от сложившихся представлений о двух типах листы (тенивая и световая) у дуба выделяются 4 группы листьев с разной ПП листовых пластинок и, соответственно, с разной толщиной мезофилла. Листовые пластинки дуба черешчатого образуют четыре естественные группы с модами ПП: 60–70 г/м² в первой, 100–110 г/м² во второй и 140–150 г/м² в третьей, для четвертой группы, плохо представленной в выборках с вышек, ПП ~ 200 г/м². Средние и модальные значения (групповые распределения симметричны) плотности листовых групп: 65; 100; 145; 195 г/м² (табл. 1).

Модальные значения ПП высечек: 41, 60, 79, 98 г/м². Средняя ПП всего листа (ρ_1) соотносится с ПП высечек (ρ_2): $\rho_1 = \rho_2 + 0,008 \rho_2^2$.

Группы листовых пластинок с разной ПП можно отождествить с теневой, полутеневой, световой и суперсветовой листвой. Моды, соответствующие теневым, полутеневым, световым и суперсветовым листьям, повторяются во всех насаждениях и в разные годы.

Т а б л и ц а 1

**Распределение листовых пластинок дуба черешчатого по величине ПП, г/м².
Выборки из юго-восточного сектора крон.
Нагорная осоково-снытьевая дубрава
I₅ класса бонитета**

Целые листья		Высечки	
ПП, г/м ²	число образцов	ПП, г/м ²	число образцов
20–30	9	20–25	4
30–40	25	25–30	18
40–50	36	30–35	46
50–60	69	35–40	90
60–70	87 *	40–45	166*
70–80	62	45–50	153
80–90	53	50–55	176
90–100	59	55–60	246*
100–110	71 *	60–65	227*
110–120	30	65–70	159
120–130	16	70–75	136
130–140	11	75–80	131
140–150	14	80–85	94
150–160	6	85–90	69
160–170	2	90–95	51
170–180	2	95–100	61
180–190	1	100–105	44
190–200	0	105–110	20
более 200	3	110–115	5
Сумма	556	Сумма	1896

Примечание: Жирным шрифтом выделены локальные максимумы частот. * – отклонение частоты от скользящей средней по 3 в сторону превышения существенны по критерию χ^2 : ($\chi^2 \geq 3$). Средняя плотность всего листа (ρ_1) соотносится с плотностью высечек (ρ_2): $\rho_1 = \rho_2 + 0,008 \rho_2^2$

Построив распределение листовых пластинок по ПП, можно оценить процент участия в выборке разных групп. В первом приближении (исходя из того, что дисперсии ПП внутри групп примерно одинаковы) это можно сделать по частотам групповых мод в сглаженных рядах распределений.

Максимумы частот, соответствующие модальным группам листьев с разной ПП, выражены в выборках листьев с отдельных деревьев. При расширении объема выборки и увеличении числа деревьев распределение по ПП приобретает характерный вид непрерывного ряда, составленного из серии групп, в котором области изменения признака в соседствующих группах перекрываются

примерно на 1/2, а форма внутригрупповых распределений близка к треугольному Симпсоновскому [7]. Однако, выделив из единого ряда подвыборки листьев из «теневого» и «световой» части кроны, ясно обнаруживаем групповое сложение ряда (табл. 2; рисунок).

В нижней трети листового полога древостоев доминирует (~80 %) листва первой группы (средняя ПП высечек ~65 г/м²); в верхней трети листва второй группы (~80 %, ПП высечек ~100 г/м²), тогда как листва первой группы отсутствует. В листовом пологе сомкнутой высокопродуктивной нагорной дубравы теневые листья составят около 45 %; промежуточные – 40 %; световые (2 группы) – 15 %. Пользуясь данными о распределении листьев по группам плотности, можно получить массовую информацию о соотношении в пологе древостоя листвы разного «светового» типа. Так, в листовом пологе сомкнутой высокопродуктивной нагорной дубравы теневые листья составят около 40 %; промежуточные – 40 %; световые (3 и 4 группы) – 20 %.

Полученный результат позволяет на массовых выборках установить соотношения листьев разного типа в подразделениях листового полога древостоя и крон отдельных деревьев, что очень важно для определения первичной продуктивности насаждений. ПП листьев тесно связана с толщиной мезофилла и с удельной фотосинтетической продуктивностью листовой поверхности [1, 5, 6, 8].

Групповая специализация листьев происходит во время их роста [10]. В соответствии с освещенностью образуется более или менее мощная палисадная паренхима, клетки которой обретают 4n содержание ДНК благодаря нередуцированным политенным хромосомам [8].

Групповая специализация малоподвижных короткочерешковых почти сидячих листьев дуба проявляется в их пространственном расположении [9]. Она может проявляться также в определении направлений роста побегов, в результате побеги будут преимущественно выбирать немногочисленные ориентации в пространстве, а проекция кроны будет систематически отклоняться от эллиптической формы, приобретая лучевую структуру.

Т а б л и ц а 2

Распределение листовых пластинок дуба черешчатого по величине поверхностной плотности, ρ_1 , г/м². Выборки с вышек из восточного сектора крон

ПП, г/м ²	Число измерений		
	нижняя треть кроны	средняя треть кроны	сумма
20–30	9	0	9
30–40	25	0	25
40–50	36	0	36
50–60	67	2	69
60–70	79 *	8	87 *
70–80	41	21	62
80–90	15	38	53
90–100	11	48	59
100–110	16 *	55 *	71 *
110–120	4	26	30
120–130	0	16	16
130–140	2	9	11
140–150	3	11	14
150–160	2	4	6
160–170	1	1	2
170–180		2	2
180–190		1	1
190–200		0	0
более 200		3	3
Сумма	314	245	556

Примечание: Жирным шрифтом выделены локальные максимумы частот. * отклонение частоты от скользящей средней по 3 в сторону превышения существенно по критерию χ^2 : ($\chi^2 \geq 3$).

Конечно, идеальная форма кроны будет искажена влиянием затенения от соседей, но в разреженных, например пойменных насаждениях, усреднения по выборкам из 5–10 деревьев позволяют ее увидеть. Пробные измерения радиусов кроны по 16 направлениям (шаг азимута 22,5°) у деревьев дуба в пойменной дубраве при сомкнутости первого яруса 0,5 указывают на перспективность подобного поиска.

Усредненные проекции крон в двух выборках по 5 деревьев имеет пятиугольную структуру. Различия в длине средних радиусов достигают 1 м, однако статистически недостоверны: радиусы крон по фиксированным азимутам сильно варьируют. Для дальнейшей проверки гипотезы потребуется увеличить объем выборки.

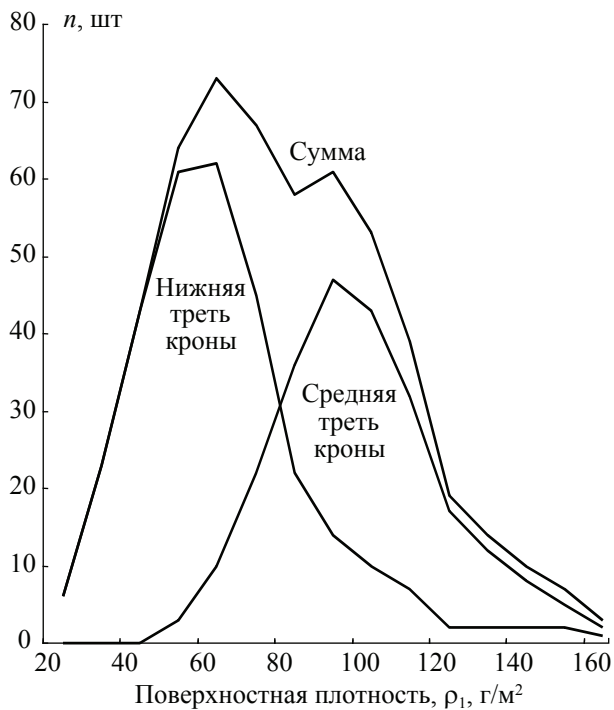


Рисунок. Распределение листьев дуба черешчатого по величине ПП

Впервые показан групповой характер изменчивости ПП одной из основных характеристик, дифференцирующих световые и теневые листья. Существуют не две, как предполагалось, а четыре группы листья с разной мощностью мезофилла (в основном палисадной паренхимы). Результаты важны для понимания механизмов световой специализации листовых пластинок в процессе их развития и для моделирования первичного ВРР-продуцирования древостоев. Групповая изменчивость ПП листья указывает на участие триггерных генетических механизмов в выборе варианта морфогенеза листа в зависимости от освещения в период роста листовой пластинки [10]. Универсальность процесса дифференциации листья в соответствии с освещенностью и сходство предельных различий толщины мезофилла световых и теневых листьев у разных видов растений позволяют предполагать, что закономерности варьирования ПП, выявленные у дуба черешчатого,

присущи и иным видам верхних ярусов растительного покрова.

Данные о групповой структуре распределения листьев по плотности позволяют получить массовую информацию о соотношении в пологе древостоя листья разного «светового» типа и разной первичной продуктивности. Дальнейшие исследования ПП с использованием модельных деревьев позволят дать более точное представление о структуре листового полога древостоя.

Библиографический список

1. Цельникер, Ю.Л. Рост и газообмен CO_2 у лесных деревьев / Ю.Л. Цельникер, И.С. Малкина, А.Г. Ковалев и др. — М.: Наука, 1993. — 256 с.
2. Синнот, Э. Морфогенез растений: Пер. с английского / Э. Синнот. — М.: Ин. Литература, 1963. — 604 с.
3. Леопольд, А. Рост и развитие растений: Пер. с английского / А. Леопольд. — М.: Мир, 1968. — 495 с.
4. Лир, Х. Физиология древесных растений: Пер. с немецкого / Х. Лир, Г. Польштер, Г.И. Фидлер. — М.: Лесная пром-сть, 1974. — 421 с.
5. Карандина, С.Н. Особенности роста дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) в Прикаспийской низменности / С.Н. Карандина. — М.: АН СССР, 1963. — 92 с.
6. Молчанов, А.Г. Зависимость интенсивности фотосинтеза дуба черешчатого от факторов окружающей среды / А.Г. Молчанов // Лесоведение. — 2002. — № 6. — С.13–22.
7. Романовский, М.Г. Полиморфизм древесных растений по количественным признакам / М.Г. Романовский — М.: Наука, 1994. — 96 с.
8. Мокроносов, А.Т. Фотосинтетическая функция и целостность растительного организма. (42-е Тимирязевское чтение) / А.Т. Мокроносов. — М.: Наука, 1983. — 64 с.
9. Романовский, М.Г. Распределение листовой массы и ориентация листьев в пологе снытьево-осоковой дубравы / М.Г. Романовский, А.Ф. Ильюшенко // Научные основы ведения лесного хозяйства в дубравах. Тезисы Всесоюзной конф. — Воронеж: ВЛТИ, 1991. — С.38–40.
10. Ashton P.M.S., Berlyn G.P. A comparison of leaf physiology and anatomy of *Quercus* (section *Erytrobalanus* — *Fagaceae*) species in different light environment // American Journal of Botany. 1994. V.18. N5. P.589-597.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ДРЕВЕСИНЫ ДУБА РАЗЛИЧНОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЕГО ПРИГОДНОСТИ К ПРОИЗВОДСТВУ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫХ КОНЬЯЧНЫХ СПИРТОВ

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*

В тех странах Европы, где традиционно занимались производством коньяка, для получения колотой клепки и изготовления бочек для выдержки коньячных спиртов использовалась ядровая древесина дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) и дуба скального (*Q. petraea* L. ex Liebl.) [13, 14]. Нужную древесину получали, эксплуатируя собственные дубравы или экспортируя ее из других стран. Последнее характерно для Франции, несмотря на то что собственные запасы древесины дуба в этой стране наибольшие в Европе.

В настоящее время высококачественная древесина названных видов в нашей стране является остродефицитным материалом ввиду многих причин, среди которых важнейшими следует считать переруб расчетной лесосеки, нерациональное использование заготовленной древесины и общую для всей Европы деградацию дубрав. Л.А. Оганесянц [7] справедливо полагает, что высокие требования к спецсортиментам для производства винодельческих бочек также существенно уменьшают сырьевую базу.

Актуальность проблемы расширения сырьевой базы для изготовления винных и коньячных бочек побуждает многих зарубежных и отечественных ученых искать возможность использования древесины других видов дуба, мало изученных с позиции требований виноделия. Кроме того, мы полагаем, что некоторые экотипы дубов черешчатого и скального могут существенно отличаться по анатомическим и биохимическим показателям, в значительной степени определяющим степень пригодности древесины для изготовления винных и коньячных бочек.

В руководствах и рекомендациях по производству винодельческих бочек излагаются лишь некоторые придержки для отбора

сырья по недопустимым порокам и макроскопическим признакам древесины, основанные на эмпирическом опыте практиков-бондарей, и недостаточно внимания уделяется особенностям строения и химического состава древесины, тесно связанным с происхождением и экологическими условиями произрастания дуба [9]. Важно отметить, что структурные и химические характеристики древесины в основном определяют органолептические свойства выдерживаемых в бочках напитков, они же влияют на скорость их созревания и на качество вырабатываемых из древесины дубовых экстрактов [5, 6, 10].

Классические исследования В.Е. Вихрова [2] показали, что физико-механические свойства древесины ранней и поздней фенологических форм дуба тесно связаны с условиями произрастания. Исходя из этого, мы допускаем, что некоторые особенности анатомического строения и биохимические свойства древесины дуба также в той или иной степени зависят от условий произрастания [1, 4].

В настоящей работе мы рассматриваем вопросы влияния строения древесины дуба и состава ее спирто-водных экстрактов на качество алкогольной продукции, выдержанной в дубовой таре, а также приводим рекомендации по отбору древесины дуба для производства высококачественных коньячных спиртов.

Нами в институте виноделия (ГУ ВНИИ ПБ и ВП) проведен высокоэффективный жидкостной хроматографический анализ спирто-водных экстрактов древесины черешчатого и скального дубов из нескольких районов Франции и этих же видов дуба из России (Республика Адыгея) и Украины.

Химический анализ экстрактов древесины проводился по следующей схеме:

1. Образцы древесины высушивались до воздушно-сухого состояния.

2. Древесину измельчали методом растирания до мелкодисперсного состояния.

3. Экстракция проводилась в темноте 55 % водным этанолом в течение месяца при нормальных условиях с периодическим взбалтыванием содержимого. Затем экстракт отфильтровывали через пористый стеклянный фильтр № 4.

4. Фильтрат анализировали с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии. Ароматические альдегиды и кислоты, фурановые альдегиды в опытных и контрольных образцах определяли на жидкостном хроматографе Shimadzu LC-4A (Япония). Содержание экстрактивных веществ пересчитывали на 1 г древесины.

5. Содержание экстрагируемых общих полифенолов проводили по стандартной методике Фолина-Чокальтеу.

Анализ результатов эксперимента (табл. 1) выявил количественные различия в химическом составе экстрактов из древесины дуба различного географического происхождения. Представленные данные еще раз объясняют традиционное предпочтение лемузенского дуба в производстве коньячных бочек. Особенно высокие значения отмечаются в содержании общих фенолов и эллаговой кислоты, накапливающихся преимущественно в паренхимных клетках.

Кроме того, анализируемые экстракты значительно различались по показателю цветности. Более насыщенный цвет имели экстракты из широкослойной древесины из провинций Limousin и Voges.

На основе классических руководств по общей анатомической и микроскопической технике [3, 8, 11, 12] нами разработана и опробована специальная методика анатомических исследований применительно к древесине дуба.

Сравнительно-анатомические исследования древесины проводились на образцах, привезенных из разных районов Франции (Voges, Centre Orleans, Centre Bourgest, Centre Blois, Centre Sarthe, Limousin), Северного Кавказа, Приморского края, Теллермановского опытного лесничества ИЛ РАН Воронежс-

кой области. Образцы древесин из Франции и Северного Кавказа были любезно предоставлены лабораторией коньяка и крепких спиртных напитков ВНИИ ПБ и ВП. Условия произрастания насаждений, в которых проводился сбор материалов, четко различались по ряду экологических факторов внешней среды (средние температуры сезонов, количество осадков, влажность воздуха, солнечная радиация).

Кроме того, дубравы, в которых отбирались образцы древесины, различались по лесоводственным и таксационным показателям (породный и возрастной состав насаждений, лесотипологические различия, полнота, распределение деревьев по ступеням высоты и диаметра, формовой состав). По разработанной нами методике проводился ряд анатомических и гистохимических анализов, в результате которых были получены данные, позволяющие сделать определенные выводы о критериях оценки древесины дуба для производства коньяка и виски.

Проведено сравнительное описание анатомических элементов ядровой древесины дуба *Q. petraea* (Mattuschka) Liebl., *Q. mongolica* Fisch. ex Ledeb., *Q. robur* L. *Q. castaneifolia* C. A. Mey., *Q. alba* L. Целью сравнительно-анатомического анализа являлось установление взаимосвязи между особенностями анатомического строения древесины и степенью ее пригодности для выдержки качественных коньячных спиртов. Средние показатели величины радиального прироста, протяженности и процента поздней древесины рассматриваемых видов дуба с учетом их географического происхождения приведены в табл. 2.

Значения среднего радиального прироста, превышающие 2,5 мм (условно установленный предел ширины годичного кольца на поперечном срезе при отборе древесины для производства высококачественных коньячных спиртов), зафиксированы у дуба черешчатого из Киева, Адыгеи, провинции Limousin и Теллермановского лесничества (у поздней феноформы); у дуба скального из С. Кавказа. Средний процент поздней древесины превышает условную величину в 60–65 % у всех рассматриваемых вариантов.

Т а б л и ц а 1

**Результаты физико-химического анализа спирто-водных
экстрактов древесины дуба**

Район происхождения древесины	Галловая к-та	Оксиметил-фурфурол	Фурфурол	Ванилиновая к-та	Сиреневая к-та	Ванилин	Сиреневый а-д	т-Кумаровая к-та	Синаповая к-та	Феруловая к-та	Конифероловый а-д	Синаповый а-д	Эллаговая к-та	Общие фенолы
Voges-2	230	30	80	164	89	49	112	159	43	–	–	–	250	60 300
Limousin	540	42	100	280	101	28	88	185	30	–	–	–	480	93 800
Centre Orleans	310	31	80	230	140	54	67	170	44	–	–	–	178	73 700
Centre Bourgest	540	23	60	54	80	46	113	131	41	–	–	–	285	62 600
Киев	830	50	64	179	76	38	91	43	52	3	–	–	220	53 200
Адыгея	130	27	18	29	61	26	42	280	30	2	–	–	240	49 500

Примечание: Содержание экстрагируемых соединений приведено в мкг компонента, приходящегося на 1 г воздушно-сухой древесины

Т а б л и ц а 2

**Средние показатели радиального прироста, протяженности зоны поздней
древесины и ее доли в годичном приросте**

Вид Район произрастания	Средний прирост по радиусу, мм	Протяженность зоны поздней древесины, мм	Процент поздней древесины, %
<i>Q. mongolica</i> ДВК-Хехцир	1,20	0,75	62,5
<i>Q. petraea</i> Кавказ	3,04	2,40	79,0
<i>Q. petraea</i> Voges-1	1,63	1,37	84,0
<i>Q. petraea</i> Voges-2	1,84	1,54	83,7
<i>Q. petraea</i> Centre Bourgest	1,34	1,12	83,6
<i>Q. petraea</i> Centre Blois	1,56	1,28	82,1
<i>Q. petraea</i> Centre Sarthe	0,99	0,79	80,0
<i>Q. robur</i> L. f. <i>praecox</i> Czern. Теллерман	2,02	1,37	67,8
<i>Q. robur</i> L. f. <i>tardiflora</i> Czern. Теллерман	2,96	2,12	71,6
<i>Q. robur</i> Limousin	4,56	3,22	70,6
<i>Q. robur</i> Centre Orleans	1,25	0,99	79,2
<i>Q. robur</i> Киев	2,61	2,03	77,7
<i>Q. robur</i> Адыгея	2,87	2,32	80,8
<i>Q. castaneifolia</i> Иран	1,79	1,21	67,6
<i>Q. alba</i> Северная Америка	1,88	1,57	83,5

Гистологические особенности ядровой древесины дуба из двух провинций Франции

Показатель	Вид (место произрастания)	
	<i>Q. robur</i> (Limousin)	<i>Q. petraea</i> (Voges-2)
Диаметр сосудов ранней древесины, мкм	200–270	180–250
Расположение сосудов ранней древесины на поперечном срезе	3–4 кольца протяженностью 1,5–2 мм. Сосуды образуют неровные концентрические ряды, местами вытянутые в радиальном направлении	2–3 кольца протяженностью 0,2–0,7 мм. Вытянутые в радиальном направлении образования встречаются редко
Расположение сосудов поздней древесины на поперечном срезе	Образуют длинные радиальные цепочки, немного расширяющиеся к внешней границе годичного кольца.	Сосуды располагаются скученно, образуя слабо вытянутые участки с неровными краями
Толщина широких сердцевинных лучей, мм	0,4–0,8	0,25–0,4
Высота широких сердцевинных лучей, мм	10–30	7–20
Число широких сердцевинных лучей на 1 см ²	1–3	1,5–3,7
Встречаемость узких сердцевинных лучей на тангентальном срезе	Очень высокая. Максимальная из всех проанализированных древесин	Высокая
Встречаемость частично двухрядных лучей	1–2 из 10	0,5–1 из 10
Отношение ширины клеток узких сердцевинных лучей к их высоте на тангентальном срезе	> 1	≥ 1
Выраженность метатрахеальной паренхимы	Метатрахеальная паренхима хорошо выражена, образует широкие тяжи	Метатрахеальная паренхима хорошо выражена. Тяжи уже
Встречаемость аксиальной паренхимы в поздней зоне	Очень высокая	Высокая
Затилуванность сосудов ранней древесины	Степень затилуванности максимальна. Тилы многочисленные, мелкие. Затилуваны все сосуды	Степень затилуванности высокая. Тилы крупные. Затилуваны все сосуды
Затилуванность сосудов поздней древесины	Затилуваются не полностью. Затилуваны не все сосуды	Затилуваются не полностью. Затилуванные сосуды встречаются редко

Сравнительно большие величины радиального прироста и протяженности зоны поздней древесины наблюдаются у дуба, традиционно используемого в коньячном производстве Франции из района Limousin, и дуба, традиционно используемого в производстве белых вин, произрастающего в районе Voges. Дуб, произрастающий в этих районах, особенно в провинции Limousin, традиционно считается лучшим сырьем в производстве бочек для выдержки высококачественных коньячных спиртов. По этой причине приводится более подробное описание особенностей анатомического строения ядровой древесины дуба из вышеупомянутых регионов.

Древесина лимузенского дуба наиболее твердая и плотная из всех рассматриваемых образцов. Имеет наиболее темный (серо-коричневый) оттенок. Радиальные приросты

широкие с хорошо выраженным разграничением зон ранней и поздней древесины. Вдоль крупных широких сердцевинных лучей нередко проходят радиальные трещины, возникающие при сушке. Широкие сердцевинные лучи, пересекая границу прироста, часто смещают край годичного кольца с образованием на поперечном разрезе «ступеньки» высотой 0,2–1,5 мм. На тангентальном разрезе иногда наблюдается слабая свилеватость, предположительно вызванная многочисленными широкими сердцевинными лучами. Наибольшие скопления механических элементов древесины наблюдаются в начале зоны поздней древесины. У узких сердцевинных лучей встречается частичная двухрядность. В широких сердцевинных лучах изредка появляются призматические кристаллы оксалата кальция ($\text{Ca}(\text{COO})_2$).

Гистологические особенности ядровой древесины ранней и поздней формы дуба черешчатого из Теллермановского лесничества

Показатель	Фенологические формы	
	<i>Q. robur</i> L. f. <i>praecox</i> Czern.	<i>Q. robur</i> L. f. <i>tardiflora</i> Czern.
Диаметр сосудов ранней древесины, мкм	180–240	190–260
Расположение сосудов ранней древесины на поперечном срезе	3–4 кольца протяженностью 0,45–1,20 мм. Кольца сосудов неровные, иногда прерывистые	3–4 кольца протяженностью 0,70–1,85 мм. Сосуды образуют неровные концентрические ряды
Расположение сосудов поздней древесины на поперечном срезе	Сосуды располагаются радиальными цепочками или группируются, образуя вытянутые участки с неровными краями	Аналогично <i>Q. robur</i> L. (Limousin)
Толщина широких сердцевинных лучей, мм	0,4–0,6	0,2–0,8
Высота широких сердцевинных лучей, мм	10–35	7–37
Число широких сердцевинных лучей на 1 см ²	1–4	1–6
Встречаемость узких сердцевинных лучей на тангентальном срезе	Чаще – высокая.	Близка к <i>Q. robur</i> L. (Limousin)
Встречаемость частично двухрядных лучей	0,2–0,5 из 10	1,0–1,5 из 10
Отношение ширины клеток узких сердцевинных лучей к их высоте на тангентальном срезе	Чаще < 1	> 1
Выраженность метатрахеальной паренхимы	Метатрахеальная паренхима образует узкие тяжи	Метатрахеальная паренхима хорошо выражена. Образует широкие тяжи. В узкослойной древесине – менее выражена
Встречаемость аксиальной паренхимы в поздней зоне	В широкослойной древесине – высокая	Аналогично <i>Q. robur</i> L. (Limousin)
Затилуванность сосудов ранней древесины	Степень затилуванности средняя. Тилы крупные. Затилуваны все сосуды	Степень затилуванности высокая. Тилы крупные. Затилуваны все сосуды
Затилуванность сосудов поздней древесины	Затилуваются не полностью. Затилуванные сосуды встречаются редко	Затилуваются не полностью. В широкослойной древесине затилуванные сосуды встречаются часто

Древесина дуба из района Voges более светлая с буроватым оттенком. По механическим свойствам немного уступает лимузенской. Радиальный прирост в 2–3 раза меньше. Граница между ранней и поздней древесиной выражена слабее. Свиленатость практически не наблюдается. Граница годичного кольца ровная. Скопления волокон либриформа в поздней древесине на поперечном срезе представлены небольшими участками с округлыми краями. В клетках широких и узких сердцевинных лучей, тяжах метатрахеальной паренхимы и, реже, между волокон либриформа часто встречаются отдельные призматические кристаллы оксалата кальция, оксалатный песок, иногда друзы. Данное об-

стоятельство говорит о возможном повышенном содержании кальция в почвах соответствующих насаждений. Очевидно, высокое содержание кристаллов в древесине может приводить к увеличению содержания кальция в коньячном спирте.

Коэффициент вариации радиального прироста древесины у лимузенского дуба составляет около 40 %, а у дуба из провинции Voges около 50 %. Ряд других анатомических характеристик древесины дуба из районов Limousin и Voges представлены в табл. 3.

Проведенные ранее исследования выявили значительное сходство древесины дуба черешчатого из Теллермановского лесничества (*Q. robur* L. f. *tardiflora* Czern.) и

дуба монгольского из Приморского края (*Q. mongolica* Fisch. ex Ledeb.) по некоторым биохимическим, макро- и микроанатомическим показателям с древесиной французского происхождения, традиционно используемыми в коньячном производстве. Это во многом определяет возможность использования отечественных древесин поздней формы дуба черешчатого из Теллермановского леса и монгольского дуба из Приморья в производстве высококачественных коньяков и виски.

Нами проведен сравнительно-анатомический анализ ядровых древесин ранней и поздней форм дуба черешчатого из Теллермановского лесничества. В табл. 4 представлены результаты исследования, из которых можно сделать следующие выводы:

- поздняя форма дуба черешчатого из Теллермановского лесничества по ряду гистологических показателей во многом сходна с древесиной дуба из провинции Лимузен. Но некоторые гистометрические характеристики поздней формы варьируют сравнительно в более широких пределах;

- ранняя форма дуба черешчатого из Теллермановского лесничества отличается от поздней меньшей упорядоченностью расположения сосудов на поперечном срезе. Ранняя форма уступает поздней по величине значений гистометрических показателей аксиальной паренхимы и сердцевинных лучей;

- по нашему мнению, широкослойная ядровая древесина поздней феноформы дуба черешчатого из Теллермановского лесничества вполне подходит для производства высококачественных коньячных спиртов. Ранняя феноформа также может использоваться в коньячном производстве. Но, по всей вероятности, коньячные спирты, выдержанные в бочках из древесины ранней формы, будут уступать по качеству спиртам, выдержанным в таре, изготовленной как из древесины поздней феноформы дуба черешчатого из Теллермановского лесничества, так и спиртам, выдержанным в бочках из лимузенского дуба.

Особенности строения и частота встречаемости лучей рассматриваются как критерии для отбора древесины дуба. Значимость этих особенностей анатомического строения объясняется тем, что большая доля феноль-

ных соединений и прочих вторичных метаболитов, переходящая в экстракт и отвечающая за органолептические свойства напитка, локализована в протопластах паренхимных клеток. В качестве образца лучшего качества в соответствии с общепринятым взглядом принимается древесина дуба черешчатого из провинции Limousin.

Анализ структуры древесины дуба различного географического происхождения показал, что одним из важных критериев отбора может служить площадь широких лучей на тангентальном срезе. Средняя высота таких лучей должна превышать 1 см, а ширина – 0,4 мм (более 20 рядов клеток). Частота встречаемости широких лучей, по нашим данным, мало информативна. По нашим наблюдениям, наиболее важным критерием отбора являются ширина и высота клеток узких лучей на тангентальном срезе, размеры клеток узких радиальных лучей. Кроме этого, появление частично двухрядных лучей свидетельствует о пригодности древесины для производства коньяков. Результаты измерений некоторых гистометрических характеристик древесин из России и 7 районов Франции представлены в табл. 5. Измерения проводились на тангентальных срезах в зоне поздней древесины с помощью окулярной сетки и окуляр-микроскопа MOB-1-15, присоединенного к микроскопу Jenoval (Carl Zeiss).

Дуб из районов Voges и Centre Bourg используется в производстве белых вин. По нашему мнению, широкослойную древесину из этих районов можно применять в производстве коньяка и бренди. Насадения из районов Centre Blois, Centre Orleans и Centre Sarthe в большей степени эксплуатируются для нужд винного производства. Как видно из таблицы, максимальные показатели, такие как радиальный прирост, доля частично двухрядных лучей, отношение ширины к высоте клеток луча в тангентальной плоскости, имеет дуб из Limousin, Северного Кавказа и Теллермановского лесничества. Древесина из остальных насаждений узкослойная, имеет малый процент частично двухрядных лучей и в основном вытянутые по высоте луча клетки. Встречаемость лучей на тангентальном срезе изменяется в узких пределах.

**Гистометрические характеристики узких радиальных
лучей древесины дуба**

Район произрастания	Средний радиальный прирост, мм	Число лучей на 1 мм ² поверхности танг. среза, шт.	Доля частично двухрядных лучей, %	Средняя ширина клеток лучей, мкм	Отношение ширина/высота клеток лучей
Limousin	4,56	96,4	12,2	22,7	1,13
Voges-1	1,63	94,2	3,0	17,4	0,91
Voges-2	1,84	100,2	6,2	17,7	0,99
Centre Bourg	1,34	96,2	3,6	18,3	1,04
Centre Blois	1,56	85,6	2,1	18,9	1,00
Centre Orleans	1,25	99,2	2,3	16,8	0,88
Centre Sarthe	0,99	90	2,0	16,5	0,90
<i>Q. robur</i> L. f. <i>tardiflora</i> Czern. Теллерман	2,96	96,1	8,2	17,6	1,07
<i>Q. petraea</i> Кавказ	3,04	95,5	7,4	17,1	0,95

Ширина клеток лучей на тангентальном срезе, а также отношение ширины к высоте клеток варьируют в пределах 20–25 %. Процент частично двухрядных лучей и средняя ширина клеток лучей на тангентальном срезе тесно связаны с протяженностью радиального прироста (коэффициенты корреляции Пирсона составляют 0,96 и 0,73 соответственно).

Таким образом, проведенные нами исследования позволяют выявить ряд существенных различий в структуре и химическом составе древесины используемых в виноделии видов и фенотипов дуба, которые заключаются в значительной вариабельности содержания экстрактивных веществ древесины, таких как ароматические альдегиды и кислоты, производные фурана, общие экстрагируемые фенолы и др. В широких пределах изменяются количественные анатомические показатели древесины, такие как содержание лучевой и тяжелой паренхимы, степень затилованности поздних сосудов, размеры клеток лучей. Наблюдаются различия у различных видов дуба в рисунках, образуемых поздними сосудами и скоплениями волокон либриформа на поперечных срезах. Вместе с тем прослеживается параллельность и сходство изменений структуры и химического состава древесины дуба различной таксономической принадлежности. Повышение процента поз-

дней древесины, увеличение доли лучевой и тяжелой паренхимы, повышение степени затилованности поздних сосудов и увеличение радиального диаметра ранних сосудов положительно коррелирует с протяженностью радиального прироста. Такая связь наблюдается у всех рассматриваемых нами видов и фенотипов дуба. Увеличение степени общей паренхиматизации древесины вызывает повышение содержания ряда экстрактивных веществ и показателя цветности спиртового экстракта ядровой древесины у дуба черешчатого и дуба скального. Выявленная связь между анатомической структурой древесины и содержанием экстрактивных веществ имеет большое значение при отборе дуба для нужд виноделия по признакам строения древесины. Важно отметить, что наблюдаемые диапазоны изменчивости большинства количественных анатомических и химических показателей древесины рассматриваемых видов дуба определяются в большей мере экологическими факторами, воздействующими в процессе развития особей. Различия основных гистометрических показателей древесины изучаемых видов дуба, произрастающих в схожих условиях окружающей среды, менее выражены, чем различия, наблюдаемые в пределах одной фенотипической популяции, занимающей экологически разнородную территорию.

Анализ полученных данных позволил сформулировать предварительные рекомендации к отбору древесины дуба для изготовления бочек, применяемых в производстве высококачественных коньячных спиртов.

По нашему мнению, отбор дуба для производства высококачественных коньячных спиртов необходимо проводить, руководствуясь следующими правилами:

1. Древесина должна удовлетворять ряду жестких требований: отсутствие сучков, косослоя, трещин и прочих видимых пороков; отсутствие видимых повреждений грибами и насекомыми; изменение цвета древесины, вызванное начальными стадиями загнивания. Сосуды ранней древесины должны быть полностью затилованы. Удовлетворение этих требований обязательно.

2. На первом этапе оценки древесины в связи с потребностями виноделия желательнее сравнение анатомических признаков изучаемой и условно эталонной древесины. В качестве эталонного сырья для производства бочарной клепки принято использовать древесину из дубрав Франции, в частности из провинции Лимузен.

3. Отношение ширины к высоте клеток узких лучей на тангентальном срезе должно превышать единицу

4. Частично двухрядные лучи должны составлять не менее 7 % от всех узких лучей, фиксируемых в плоскости тангентального среза.

5. Частота встречаемости узких лучей – менее важный фактор, но все-таки ее значение должно превышать 90 мм² тангентального среза.

6. Проводя отбор, прежде всего необходимо учитывать значение среднего радиального прироста. Оно не должно быть меньше 2,5 мм вне зависимости от условий произрастания.

Полученные результаты позволяют нам рекомендовать к производству высококачественных коньячных спиртов широкослойную ядровую древесину поздней феноформы дуба черешчатого из Теллермановского лесничества и «Шипова леса» Воронежской области, широкослойную ядровую древесину дуба скального (Кавказ). Древесина дуба

монгольского из Приморского края, широкослойная древесина ранней феноформы дуба черешчатого из Теллермановского лесничества, по нашему мнению, может использоваться в производстве коньячных спиртов, но по качеству они будут уступать спиртам, выдержанным в таре из древесины поздней феноформы дуба черешчатого.

Библиографический список

1. Аксенов, П.А. Изучение изменчивости структурных особенностей древесины дуба в связи с ее пригодностью для производства винодельческих бочек / П.А. Аксенов // Мат. V междунар. конф. молодых ученых. – М.: МГУЛ, 2005. – 196 с.
2. Вихров, В.Е. Строение и физико-механические свойства дуба в связи с условиями произрастания / В.Е. Вихров. – М.: Гослесбуиздат, 1950. – 111 с.
3. Дженсен, У. Ботаническая гистохимия / У. Дженсен: пер. с англ. / под ред. Н.В. Цингера. – М.: МИР, 1965. – 377 с.
4. Коровин, В.В. Особенности строения древесины дуба для виноделия / В.В. Коровин, А.Л. Оганесянц, Ю.А. Телегин // «Строение, свойства и качество древесины – 96». – М., 1996. – С. 25–26.
5. Лашхи, А.Д. Биохимические основы коньячного производства / А.Д. Лашхи. – М.: Наука, 1972. – С. 83–87.
6. Личев, В.И. Научные основы технологии коньячного производства Болгарии: дис. ... докт. техн. наук / В.И. Личев. – М.: МТИПП, 1978. – 58 с.
7. Оганесянц, Л.А. Дуб и виноделие / Л.А. Оганесянц. – М.: Пищепромиздат, 1998. – 255 с.
8. Прозина, М.Н. Ботаническая микротехника / М.Н. Прозина. – М.: Высшая школа, 1960. – 205 с.
9. Саршвили, Н.Г. Анатомическое строение дубовой клепки для виноделия как показатель ее качества / Н.Г. Саршвили, Л.А. Оганесянц, В.В. Коровин и др. // Пищевая и перерабатывающая промышленность. Сер. 15. Винодельческая промышленность. – Вып. 2. – М.: АгроНИИТЭ-ИПП, 1996. – 23 с.
10. Скурихин, И.М. Химия коньяка и бренди / И.М. Скурихин. – М.: ДеЛи принт, 2005. – 296 с.
11. Юрина, Н.А. Гистология / Н.А. Юрина, И.А. Радостина. – М.: Медицина, 1995. – 256 с.
12. Яценко-Хмелевский, А.А. Основы и методы анатомического исследования древесины / А.А. Яценко-Хмелевский. – М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1954. – 337 с.
13. Maga G. 1989. The contribution of wood to the flavor of alcoholic beverages // Food Rev. Int. 5. № 1. pp. 39-66.
14. Marche M., Joseph T. 1975. Etude theoritique sur le cognac, sa composition et don viellsement naturel an tuts de cheme. Station viticola de Cognac // Revue Francais de Oenologie. N 57. pp. 1–96.

ОЦЕНКА ПОВРЕЖДЕНИЙ ЛИСТЬЕВ *PLANTAGO MAJOR* L. И *PLANTAGO LANCEOLATA* L. БИОТРОФНЫМИ КОНСОРТАМИ В РАЗНЫХ МЕСТООБИТАНИЯХ

М.В. БЕКМАНСУРОВ, доц. каф. экологии МарГТУ, канд. биол. наук,
Г.О. ОСМАНОВА, доц. каф. экологии МарГТУ, канд. биол. наук

Продуктивность систем популяционного уровня зависит от различных факторов. Одним из них является деятельность биотрофных консортов, использующих в пищу ткани листьев детерминанта консорции. Результатом такой деятельности является уменьшение фотосинтезирующей поверхности растения вплоть до его полной дефолиации. Через поврежденные участки в ткани растения легко проникают болезнетворные организмы: вирусы, бактерии, паразитические грибы, которые зачастую распространяются листогрызущими насекомыми. Все это приводит к уменьшению семенной продуктивности, снижению общего уровня жизнеспособности, а в некоторых случаях – и к гибели растения. Листогрызущая деятельность биотрофных консортов приводит к снижению запасов сырья лекарственных растений и ухудшению его качества [1, 2].

Видовой состав консорций травянистых дикорастущих растений, не говоря уже о влиянии жизнедеятельности консортов на детерминанта, изучен в значительно меньшей степени по сравнению с культивируемыми. Между тем консорции являются

элементарными структурными единицами природных экосистем, и изучение их состава, оценка влияния фитофагов на биопродуктивность автотрофов имеет важное теоретическое значение. В отношении хозяйственно ценных лекарственных растений это имеет и практический интерес. Это и обозначило цель работы – определить степень повреждения листьев лекарственных растений: подорожников большого (*P. major*) и ланцетолистного (*P. lanceolata*) консортами-фитофагами в различных местообитаниях. Для реализации этой цели были поставлены следующие задачи:

- выявить степень повреждения листьев в различных ценопопуляциях (ЦП) *P. major* и *P. lanceolata*;
- выявить динамику повреждения листьев *P. major* и *P. lanceolata* в онтогенезе в условиях посадок;
- разработать шкалу оценки степени повреждений листьев изученных видов.

Известно несколько десятков видов организмов, в той или иной степени связанных с *P. major* и *P. lanceolata* [3]. Эти связи многообразны и являются консортивными.

Т а б л и ц а 1

Характеристика местообитаний ценопопуляций *P. major* и *P. lanceolata*

Сообщество	Название ассоциации по доминантной классификации	Покрытие, %	
		общее	проективное
Луг «Сосновая роща»	овсяница луговая + подорожник большой + клевер ползучий	96,5	11,0
Опушка «Сосновая роща»	тимофеевка луговая + подорожник большой + клевер ползучий	67,5	20,0
Обочина дороги «Город»	подорожник большой + мятлик однолетний + горец птичий	100,0	50,0
Рудеральное «Юбилейный»	овсяница луговая + мятлик болотный + василек луговой	76,0	10,0
Луг «Сосновая роща»	ежа сборная + подорожник ланцетолистный + манжетка остролистная	83,0	4,0
Луг «Дубовая роща»	мятлик сплюснутый + клевер ползучий + одуванчик лекарственный	96,0	2,0

Примечание: по номерам – 1, 2, 3 – ЦП *P. major*; 4, 5, 6 – ЦП *P. lanceolata*

Наши исследования связаны с оценкой повреждений консортами-фитофагами листьев детерминантов консорций – двух видов рода *Plantago* L.: *P. major* и *P. lanceolata*. Определение степени объедания листовой поверхности растения в процентах от ее общей площади является общим принципом проведения учета повреждений листогрызущими насекомыми. Учетной единицей в наших исследованиях были выбраны листья изучаемых видов. Исследования были проведены в окрестностях г. Йошкар-Олы (Республика Марий Эл) в 6 различных природных местообитаниях *Plantago* (табл. 1).

В выбранных природных ЦП обоих видов один раз в 3 недели осуществлялись замеры площади листьев и повреждений 10 растений *P. major* или *P. lanceolata*, отобранных случайным способом. Определение площади листьев осуществлялось методом отпечатков [4]. Для определения площади повреждения нами использована следующая методика. Лист растения с учетом повреждений накладывался на кальку и обводился остро заточенным карандашом. Контур повреждения листа смещался в конечную часть рисунка. Далее вырезались контуры листовой пластинки и повреждений и взвешивались на аналитических весах с точностью до 0,0001 г. Также определялась масса квадратного листа площадью 100 см² (10 × 10 см), вырезанного из той же бумаги. Площадь исследуемого листа или его повреждений находилась по формуле

$$S = B/A \cdot 100,$$

где S – площадь листа,

A – масса квадрата бумаги,

B – масса контура листа.

В дальнейшем определялся процент повреждения листовой поверхности растения.

Во всех местообитаниях изучаемых видов были сделаны геоботанические описания, выявлен флористический состав фитоценозов и обилие по Браун-Бланке. Материалы геоботанических описаний обрабатывались по экологическим шкалам Л.Г. Раменского (1956) по программе «Ecoscale» [5]. Получена оценка экологических условий местообитаний по следующим экологическим фак-

торам: увлажнению почвы (FE), богатству и засоленности почвы (NS), пастбищной дигрессии (PD).

Определение онтогенетических состояний проводилось с использованием диагнозов и ключей возрастных состояний [6, 7]. Для характеристики ЦП рассчитаны демографические показатели:

1. Индекс возрастности (Δ) [8]

$$\Delta = k_i n_i / N,$$

где k_i – «цена» i -го онтогенетического состояния;

n_i – число особей i -го состояния в популяции;

N – общее число особей в популяции.

2. Индекс восстановления (I_B) [9]:

$$I_B = (j + im + v) / (g_1 + g_2 + g_3) \times 100$$

3. Индекс эффективности [10].

$$\omega = \sum n_i e_i / \sum n_i,$$

где n_i – число растений,

i – состояния,

e_i – эффективность растений.

Статистическая обработка материала проводилась с использованием непараметрических методов. Определяли и сравнивали медианы, используя критерий Вилкоксона-Манна-Уитни для парных наблюдений. Для оценки изменчивости признаков рассматривали разность третьей и первой квартили. Достоверность различий принималась при $p < 0,05$.

Обработка геоботанических описаний по экологическим шкалам Л.Г. Раменского (шкале увлажнения, богатства и засоленности почв, пастбищной дигрессии) с использованием метода средневзвешенной середины интервала показала, что экологические характеристики местообитаний несколько различаются. Тип увлажнения почвы в различных местообитаниях меняется от сухолугового до влажнолугового. По богатству и засоленности почвы резко отличается от всех остальных сообщество *P. major*, расположенное во дворе по проспекту Ленина. В данном местообитании слабосолончаковые почвы. По шкале пастбищной дигрессии в местообитаниях *P. major* влияние выпаса (вытаптывания) выражено сильнее. Наиболее ярко это прослеживается в городской ЦП *P. major*, где наблюдается сильное вытаптывание (6,4 балла).

Характеристика ценопопуляций *P. major* и *P. lanceolata*

Показатели			Тип ценопопуляций	
I_v	Δ	ω	по А.А. Уранову, О.В. Смирновой	по Л.А. Животовскому
<i>P. major</i>				
92	0,127	0,278	молодая	молодая
1000	0,041	0,121	молодая	молодая
49	0,179	0,326	молодая	молодая
<i>P. lanceolata</i>				
125	0,195	0,525	молодая	молодая
115	0,179	0,471	молодая	молодая
186	0,262	0,388	молодая	молодая



Рис. 1. Характер и степень повреждения листьев *P. major*: 1, 2 – практически неповрежденные (1 балл); 3 – слабо поврежденные (2 балл); 4, 5, 6 – умеренно поврежденные (3 балл); 7 – сильно поврежденные (4 балл); 8, 9 – очень сильно поврежденные (5 балл)

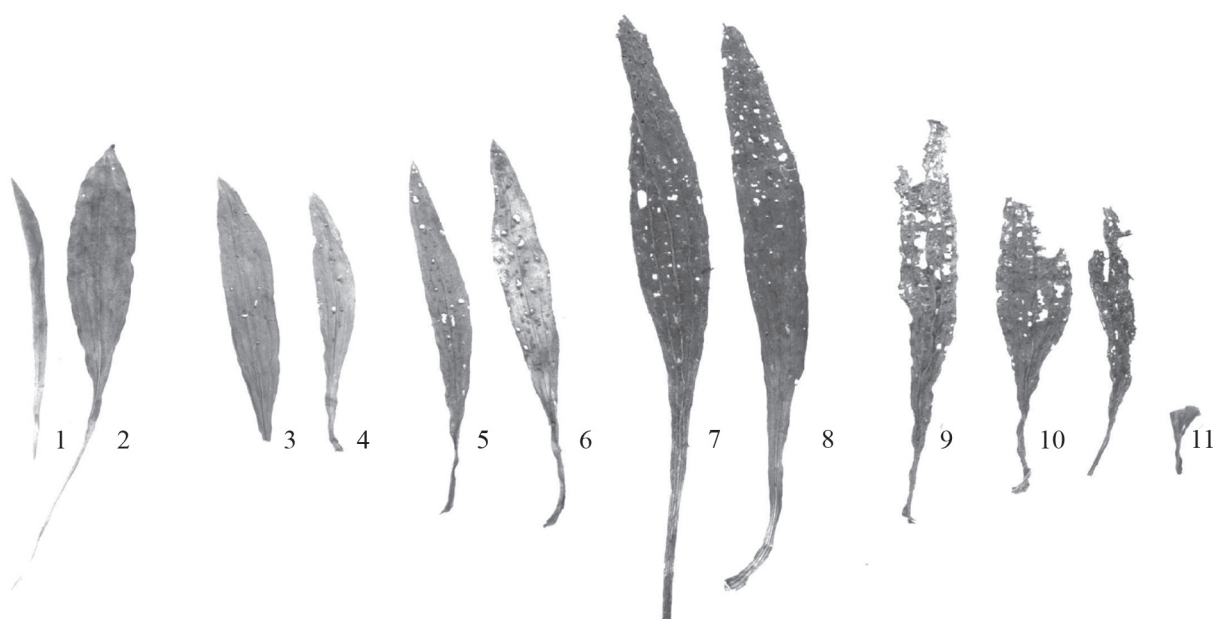


Рис. 2. Характер и степень повреждения листьев *P. lanceolata*: 1, 2 – практически неповрежденные (1 балл); 3, 4 – слабо поврежденные (2 балл); 5, 6 – умеренно поврежденные (3 балл); 7, 8 – сильно поврежденные (4 балл); 9, 10, 11 – очень сильно поврежденные (5 балл)

Это связано с тем, что *P. major* – рудеральное растение, чаще встречающееся вдоль тропинок. Другой вид подорожника – *P. lanceolata* чаще встречается в луговых фитоценозах, которые подвергаются кошению и нередко используются под пастбища. В изученных природных фитоценозах наблюдается слабое или умеренное влияние выпаса (сенокосная, полупастбищная стадия).

Все исследование ЦП *P. major* и *P. lanceolata* являются нормальными. Ценопопуляции *P. major* (ЦП 2, 3) – полночленные, а ЦП 1 *P. major* и все ЦП *P. lanceolata* – неполночленные. В ЦП *P. major* преобладали проростки и виргинильные растения, а в ЦП *P. lanceolata* – особи виргинильной и молодой генеративной группы. По классификации нормальных ЦП, основанной на доминировании одной онтогенетической группы А.А. Уранова и О.В. Смирновой [11], и классификации «дельта-омега» Л.А. Животовского [10] все ЦП *P. major* и *P. lanceolata* были молодыми, о чем свидетельствуют невысокие значения индексов возрастности и эффективной плотности ЦП (табл. 2).

Значения индекса восстановления свидетельствуют о высокой способности каждой из изученных ЦП к восстановлению особей данных видов. На этом основании можно сделать заключение, что влияние фитофагов на ЦП *P. major* и *P. lanceolata* не приводит к их угнетению. Для оценки степени повреждения листьев и определения их характера нами использовано 522 листа 130 растений *P. major* и 716 листьев 130 растений *P. lanceolata*. На листьях *Plantago* были обнаружены следующие типы повреждений:

- 1) листья выедены частично с краев в виде бухточек, полукругами или в виде отверстий разной формы;
- 2) листья повреждены с поверхности – выедена мякоть, осталась лишь сеть жилок (скелетирование);
- 3) повреждение мезофилла листьев – минирование. Некоторые виды этих повреждений листьев представлены на рис. 1, 2.

Помимо повреждений, вызванных деятельностью листогрызущих консортов, существуют механические повреждения, полученные в результате вытаптывания, коше-

ния, пастьбы. Они имеют характерный вид – прямые линии, острые, тупые углы, прорезы. Чаще всего механические повреждения наблюдали у растений *P. major*, произрастающих вдоль тропинок, дорожек, а у *P. lanceolata* – на сенокосных участках.

Несмотря на большие объемы выборок из-за высокой доли листьев с незначительными повреждениями (0,00–4,99 %), нормального распределения данного параметра не наблюдалось. В связи с этим в качестве характеристики «центра» распределения мы взяли медиану, которая делит плотность распределения на две равновеликие по площади части. Статистическая обработка материала показала, что существуют достоверные различия в степени повреждения листьев растений *P. major* и *P. lanceolata*, произрастающих в различных ЦП ($p < 0,05$).

Общие тенденции в степени повреждения листьев (СПЛ) прослеживаются в «Юбилейном» и Сосновой роще. В начале июня 1997 года СПЛ *P. lanceolata* была незначительная (0,0–1,5 %) и практически не изменялась до начала июля. Но, уже начиная с этого момента, данный параметр увеличился до 2,5–4,0 %. Почти такая же картина наблюдалась и в середине августа.

Но, по-видимому, к этому времени активность биотрофных консортов была невелика, так как СПЛ оказалась немного меньшей, чем в предыдущий срок, то есть при увеличении площади листа не происходило увеличения площади повреждения. Возможно, это связано с погодными условиями. В ЦП *P. lanceolata* (ЦП 6), расположенной около лесопарка «Дубовая роща», СПЛ в течение июля была низкой и увеличивалась со временем незначительно.

По-видимому, это также объясняется низкой активностью биотрофных консортов. В ценопопуляциях *P. major*, расположенных в городе (ЦП 3) и на лугу (ЦП 1), СПЛ в динамике имели схожую картину: процент повреждения листьев со временем увеличивался незначительно. На опушке ЦП 2 изменение СПЛ *P. major* в динамике происходило иначе. Данный параметр изменялся практически так же, как и около спортивного комплекса «Юбилейный» (ЦП 4).

Наибольшая доля повреждения была отмечена в опушечной ЦП *P. major* (ЦП 2), наименьшая – в ЦП *P. major*, расположенных в городе (ЦП 3) и на лугу (ЦП 1). Это связано с тем, что площадь листовой поверхности в ЦП 1 и 3 *P. major* самая большая, поэтому в целом процент повреждения оказался невысоким. В опушечной ЦП *P. major* (ЦП 2) наблюдается обратная тенденция – площадь листовой поверхности была наименьшей, а процент повреждения – наибольшим.

На искусственных посадках листья *P. major* в течение июня 1997 года практически не повреждались. В начале июля процент повреждения резко увеличился, а далее он оставался на одном уровне (5,5 %) до середины июля. По-видимому, это связано с интенсивным ростом листовой поверхности, что компенсировало результаты деятельности фитофагов. Однако уже к концу июля данный параметр увеличился до 7,6 %, что объясняется остановкой роста листовой поверхности.

Для установления изменчивости СПЛ была определена мера изменчивости – разность между третьей и первой квартилью. Согласно полученным данным, изменчивость возрастает по мере увеличения повреждения листьев. Наибольшая изменчивость данного параметра наблюдалась в ЦП *P. lanceolata*, расположенной около спортивного комплекса «Юбилейный» и в опушечной ЦП *P. major* (ЦП 2).

Ее наибольшая величина отмечалась в данных ЦП в середине лета, в июле, что объясняется высокой активностью биотрофных консортов. Схожие тенденции в изменчивости СПЛ прослеживались во всех ЦП,

кроме городской ЦП *P. major* (ЦП 3) и ЦП *P. lanceolata*, расположенной около «Дубовой рощи» (ЦП 6). В этих ЦП наблюдалась схожая картина: до начала августа 1997 года изменение в СПЛ было незначительным. Однако с этого момента в ЦП *P. lanceolata* отмечалось некоторое увеличение данного параметра (до 6,5 %), тогда как в городской ЦП *P. major* (ЦП 3) картина почти не изменилась. По-видимому, это объясняется приостановлением роста листовой поверхности *P. lanceolata*, в то время как площадь повреждения оставалась такой же.

Для выявления динамики повреждения листьев *P. major* в онтогенезе в искусственных посадках на агробиостанции МарГУ были отобраны растения трех онтогенетических состояний (рис. 3): проростки (*p*), виргинильные растения (*v*), молодые генеративные растения (*g1*).

Согласно полученным данным, проростки практически не подвергались воздействию биотрофных консортов. Растения в виргинильном состоянии активно использовались для их питания: степень повреждения листа достигала 20,0 % от общей поверхности листа. Уже к 25 июля, когда почти все растения перешли в *g1* состояние, степень повреждения отдельных листьев *P. major* достигала 37,0 %. Появление сильно поврежденных листьев в конце наблюдений можно объяснить проявлением следов деятельности блошек, питающихся мякотью листа в начале лета, когда растения находились в прегенеративном периоде. Сохранившийся нижний эпидермис листа подвергался разрушению редуцентами, и уже позже в листьях появлялись отверстия.

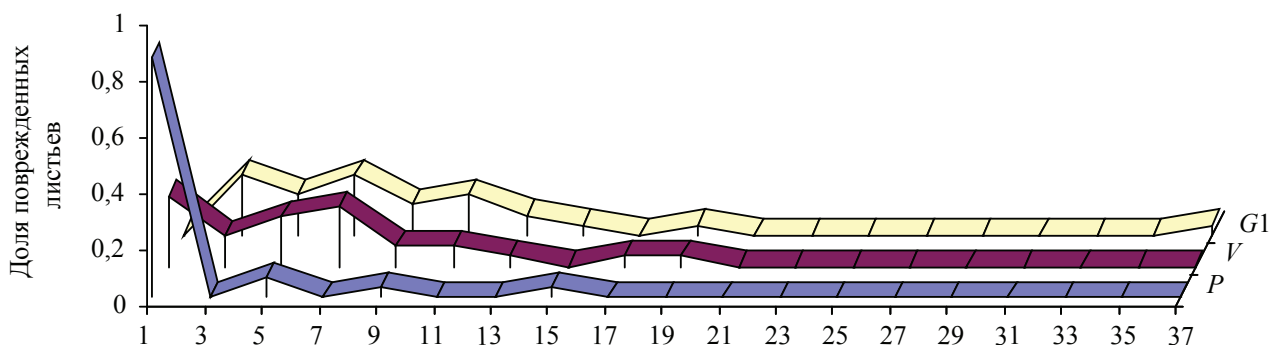


Рис. 3. Динамика степени повреждения листьев *P. Major* в онтогенезе в посадках на агробиостанции

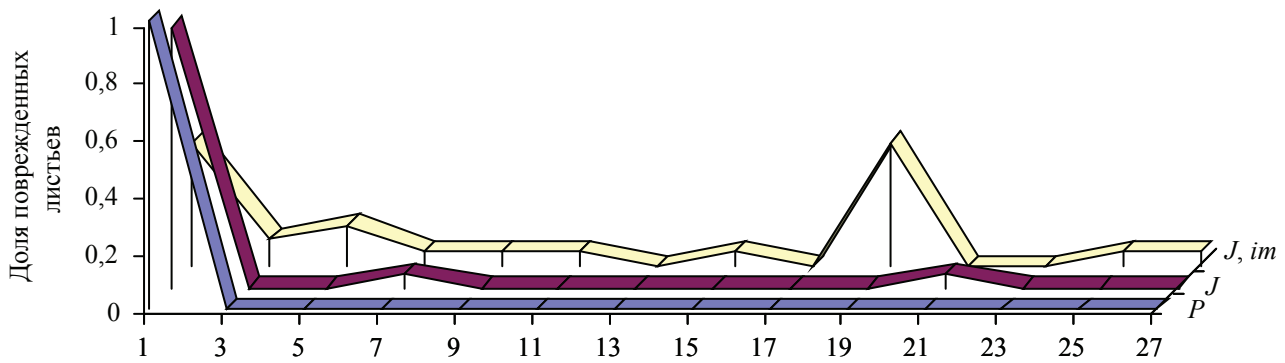


Рис. 4. Динамика степени повреждения листьев *P. lanceolata* в онтогенезе в посадках на агробиостанции

Поэтому делать вывод о том, что активность консортов наиболее высокая, когда растения находятся в генеративном состоянии, нельзя. Но стоит отметить, что сами повреждения в наибольшем количестве наблюдались именно у молодых генеративных растений. Листья проростков и ювенильных растений *P. lanceolata* фитофагами практически не повреждались (рис. 4).

Проанализировав степень повреждения отдельных листьев *P. major* в динамике, мы выявили общие тенденции. Согласно полученным данным, более молодые листья повреждаются позже и в одном местообитании фитофаги не повреждают одновременно все растения. По-видимому, приуроченность фитофагов к тем или иным растениям зависит от онтогенетического состояния и биологических особенностей детерминанта. Чем выше жизненное состояние растения, тем раньше возникают консортивные связи между фитофагами и растением.

Одной из задач наших исследований была разработка шкалы повреждения листьев для изучаемых видов. Шкалы повреждений листьев культурных растений для данных видов не подходят. Это объясняется тем, что в монокультурах, каковыми являются посадки сельскохозяйственных растений, степень повреждений листьев намного выше, так как здесь формируются наиболее благоприятные условия для фитофагов. Для *P. major* и *P. lanceolata* разработана собственная пятибалльная шкала повреждений. Поврежденные листья обоих видов *Plantago* были разложены в порядке возрастания степени поврежденности:

1-й балл – 0–2 % – практически неповрежденные листья;

2-й балл – 2–5 % – слабо поврежденные;

3-й балл – 5–20 % – умеренно поврежденные;

4-й балл – 20–50 % – сильно поврежденные;

5-й балл – 50–100 % – очень сильно поврежденные (рис. 1, 2).

Таким образом, во всех ЦП *Plantago* наблюдается высокий процент практически неповрежденных и слабо поврежденных листьев.

Листья изученных видов *Plantago* служат объектом питания консортов-фитофагов, что приводит к снижению фотосинтезирующей поверхности. Наблюдается увеличение степени повреждения листьев *P. major* и *P. lanceolata* во всех исследованных ЦП с течением времени. Особенно отчетливо это проявляется в посадках *P. major*. При этом во всех местообитаниях наблюдается значительная доля слабо поврежденных листьев. Согласно данным, полученным в результате исследований динамики процента повреждения листьев *Plantago* на агробиостанции, растения на начальной стадии развития (*p*) практически не повреждаются консортами. Наиболее предпочтительны для фитофагов растения имматурного и виргинильного состояний.

Немаловажно отметить, что растения в ответ на воздействия биотрофных консортов усиливают свой рост, тем самым компенсируют результаты их деятельности. Компенсаторные реакции растений зависят от

физиологического состояния растений, периода длительности и кратности повреждения и поврежденных органов.

Так как изученные ЦП способны к самоподдержанию, можно заключить, что деятельность биотрофных консортов не приводит к угнетению большинства растений *P. major* и *P. lanceolata* в данных местообитаниях.

В связи с тем, что одним из требований к качеству лекарственного сырья является его неповрежденность фитофагами, листья *P. major* и *P. lanceolata* следует собирать в местообитаниях, менее подверженных воздействию биотрофных консортов. Таковыми в наших исследованиях была ЦП *P. major*, расположенная на лугу у реки Малая Кокшага и ЦП *P. lanceolata*, расположенная на лугу у «Дубовой рощи».

Выводы

1. У растений *P. major* и *P. lanceolata* наблюдаются типичные повреждения листьев. Одинаковый характер повреждений листьев *P. major* и *P. lanceolata* свидетельствует о том, что оба вида подорожника имеют схожий видовой состав листогрызущих консортов.

2. Большинство листьев *P. major* и *P. lanceolata* по разработанной нами пятибалльной шкале относятся к практически неповрежденным (0,0–2,0 %) и слабо поврежденным (2,0–5,0 %). Проростки изученных видов фитофагами практически не повреждаются. Степень повреждения листьев во всех изученных местообитаниях *Plantago* со временем увеличивается, что связано с возрастанием активности биотрофных консортов.

3. Листогрызущая деятельность биотрофных консортов компенсируется увеличением ростовых процессов детерминантов.

4. Наименьшая степень повреждения листьев *P. major* наблюдалась в луговой ЦП на берегу реки Малая Кокшага и в городской

ЦП; наибольшая – в опушечной ЦП лесопарка «Сосновая роща». У *P. lanceolata* листья менее всего повреждались в луговой ЦП лесопарка «Дубовая роща», больше всего повреждений отмечено в ЦП около спортивного комплекса «Юбилейный».

Работа частично поддержана грантом РФФИ № 07-04-00952а.

Библиографический список

1. Мазинг, В.В. Что такое структура биогеоценоза / В.В. Мазинг. // Проблемы биогеоценологии. – М.: Наука, 1973. – С. 148–157.
2. Работнов, Т.А. Еще раз о консорциях / Т.А. Работнов. // Бюлл. МОИП, Отд. биол., 1978. – Т. 83, Вып. 2. – С. 88–95.
3. Бекмансуров, М.В. К изучению консорций подорожника большого (*Plantago major* L.) / М.В. Бекмансуров // Экология, 1996. – № 2. – С. 153–156.
4. Практикум по физиологии растений / Под ред. Н.Н. Третьякова. – М.: Колос, 1982. – 271 с.
5. Комаров, А.С. О компьютерной реализации наиболее трудоемких методов обработки геоботанических описаний / А.С. Комаров, Л.Г. Ханина, Е.В. Зубкова и др. // Биол. науки. 1991. – № 8. – С. 45–51.
6. Жукова, Л.А. Род подорожник / Л.А. Жукова / Биологическая флора Московской области. – Вып. 7. – М.: МГУ, 1983. – С. 188–196.
7. Жукова, Л.А. Онтогенез подорожника ланцетовидного (*Plantago lanceolata* L.). Онтогенетический атлас лекарственных растений / Л.А. Жукова, Г.О. Османова: учеб. пособие. – Йошкар-Ола: МарГУ, 1997. – С. 174–177.
8. Уранов, А.А. Возрастной состав фитоценопопуляций как функции времени и энергетических волновых процессов / А.А. Уранов // Биол. науки. 1975. – № 2. – С. 17–29.
9. Жукова, Л.А. Популяционная жизнь луговых растений / Л.А. Жукова. – Йошкар-Ола, 1995. – 224 с.
10. Животовский, Л.А. Онтогенетические состояния, эффективная плотность и классификация популяций растений / Л.А. Животовский // Экология, 2001. – № 1. – С. 3–7.
11. Уранов, А.А. Классификация и основные черты развития популяций многолетних растений / А.А. Уранов, О.В. Смирнова // Бюлл. МОИП. Отд. биол., 1969. – Т. 74. – Вып. 1. – С. 119–134.

ОТМИРАНИЕ ВЕТВЕЙ ПЕРВОГО ПОРЯДКА В ПРОЦЕССЕ РОСТА И ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ДЕРЕВЬЕВ В КЛОНЕ ОСИНЫ ЕСТЕСТВЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Б.Н. ВЛАДИМИРОВ, *доц. каф. селекции, генетики и дендрологии МГУЛ*,
М.Г. РОМАНОВСКИЙ, *зам. директора по науке Института лесоведения РАН, д-р биол. наук*,
Р.В. ЩЕКАЛЕВ, *науч. сотр. отдела экологии широколиственных лесов, Институт лесоведения РАН, канд. биол. наук*

Раметы высокопродуктивного корнеотпрыскового клона осины развиваются с ярко выраженными переломами ростовых функций. Скорость роста рамет в высоту меняется при переходе от одного этапа онтогенеза к другому. Переломы в формировании скелетных ветвей кроны происходят в 7, 10 и 18 лет. В развитии ветвей первого порядка перелом наступает после 7 лет их роста. Суммарный периметр проводящей флоэмы скелетных ветвей (связанный с массой листьев в кроне) изменяется неоднозначно: существуют два почти равновероятных пути развития рамет. Общая поверхность незаросших сучьев (место посева спор грибов) достигает к 18 годам ~5 дм² на одну рамету, после чего ее пополнение новыми мертвыми сучьями сполна компенсируется зарастанием старых.

Феномен устойчивости осины к сердцевинной гнили интерпретировался нами как результат быстрого зарастания отмерших сучьев [2, 10]. В качестве технического приема повышения устойчивости осинников к сердцевинной гнили для ускорения зарастания сучьев была рекомендована «очистка» от сучьев. Предполагалось, что механическая очистка ствола от сучьев сократит время их зарастания и возможного проникновения инфекции в спелую древесину и повысит качество сортиментов. Уходы за стволами дополняла селекция на основе массового отбора и плантационное разведение клонов, устойчивых к сердцевинной гнили [2, 6, 10, 11]. Потребовалась объективная количественная характеристика темпов зарастания отмирающих сучьев у разных клонов. При решении этой задачи и родилась специфическая методика сбора материалов у модельных деревьев. Комплексные исследования затронули не только узкие прикладные вопросы, но и множество других, в числе которых теория внут-

риклоновой изменчивости и теория дифференциации деревьев в процессе роста клонов. На них мы и остановимся в данной статье.

Модельные деревья отобраны на 0,02 га в относительно компактной группе, представляющей собой один клон осины, которому в реестре клонов Б.Н. Владимирова присвоен индекс М184. Принадлежность деревьев к одному клону подтверждалась общностью их размещения, единством пола, сходством морфологии листовых пластинок, фенологии листораспускания и цветения, окраской, рисунком чечевичек, характером трещиноватости коры и другими признаками общим числом 15. Многочисленные специальные исследования указывают на высокую, у тополей близкую к 100 %, эффективность определения принадлежности деревьев к одному клону по комплексу морфологических признаков [2, 6, 10, 11].

Модельные деревья, раметы клона М184 раскряжевывали на отрезки таким образом, чтобы не повреждать заросшие сучья; следы их зарастания поверхность ствола сохраняет, особенно тонкокорые клоны, до 30 и более лет. Последовательно радиальными сколами отрезки раскалывали на поленья, добываясь, чтобы скол проходил по сердцевине и сука и ствола. На выколотых из ствола, выпиленных и затем в стационарных условиях зачищенных сучьях подсчитывали возраст, время зарастания и время существования в заросшем состоянии, измеряли диаметр. В результате мы получили обычные наборы данных по стволам модельных деревьев, дополненные информацией о росте побегов кроны первого порядка.

Десять модельных деревьев из клона М184 срублены в Радовицком лесничестве Коробовского леспромхоза Егорьевского района (37 квартал, урочище «У Пахома»).

Т а б л и ц а 1

Средние параметры ветвей кроны рамет клона М184 по метровым отрезкам высоты

Высота, м	Число*		Возраст,		Ø основания	
	м ⁻¹	CV, %	лет	CV, %	мм	CV, %
0–1	2,0±0,9	137,0	2,5±0,2	34,8	5,6±0,5	37,8
1–2	7,3±1,4	57,3	3,4±0,2	41,2	6,1±0,3	39,9
2–3	5,1±1,0	58,4	3,5±0,2	46,6	6,9±0,5	44,6
3–4	5,4±0,5	28,1	3,6±0,2	46,3	8,2±0,5	42,2
4–5	4,6±0,8	51,6	4,0±0,3	41,6	8,5±0,6	43,1
5–6	3,8±0,6	47,4	5,3±0,3	35,4	11,2±0,8	39,1
6–7	5,0±0,6	36,8	5,0±0,2	28,6	10,7±0,5	34,1
7–8	6,8±0,6	25,4	5,1±0,3	42,0	11,1±0,6	45,5
8–9	2,4±0,4	50,4	6,0±0,5	33,3	14,8±1,1	33,5
9–10	4,0±0,7	41,6	7,1±0,5	35,2	14,8±0,9	28,6
10–11	----	----	8,7±0,6	17,5	16,1±1,3	20,7

Примечание: * без ветвей, сброшенных на первом году

Т а б л и ц а 2

Средние параметры ветвей по годичным приростам в высоту и в целом по кроне рамет клона М184

Возраст дерева, А, лет	Ветви I порядка на побеге			Крона		
	число	возраст, лет	Ø у основания, мм	число	возраст, лет*	Ø у основания, мм
1	6,2±1,5	3,0±0,2	5,6±0,3	6,2	1,0	2,9
2	5,7±0,7	3,8±0,2	7,1±0,3	11,5	1,5	3,5
3	3,7±0,6	3,6±0,4	7,7±0,6	12,8	2,2	4,4
4	3,8±0,4	3,5±0,3	8,0±0,6	13,2	2,1	5,0
5	3,9±0,6	4,4±0,3	9,7±0,7	13,4	1,8	5,6
6	4,1±0,6	5,1±0,3	10,6±1,1	14,5	2,1	6,0
7	3,2±0,5	5,0±0,3	11,1±0,8	14,1	1,9	6,0
8	4,6±0,6	5,3±0,3	11,3±0,7	15,6	2,4	5,9
9	3,8±0,4	4,7±0,4	10,9±0,5	17,4	2,4	6,2
10	3,6±0,5	6,6±0,4	13,6±0,5	18,2	3,0	6,5
11	----	----	----	19,2	3,6	7,3

Примечание: * средний возраст ветвей I порядка в конце вегетации

Осинник злаково-разнотравный 1а класса бонитета, 25 лет, 0,2 га. Состав: 7Ос3Лп + Кл.о, ед. Б, Ив. Средняя высота 16 м, средний диаметр 10 см, полнота 1,0.

Все модельные деревья представляли второй класс роста и имели возраст 25 лет. Высота 15,80–17,95 м, диаметр ствола 10,0–13,5 см. Протяженность кроны 4,3–7,4 м. Площадь проекции кроны 3,6–8,9 м². Число незаросших сучьев на стволе под кроной составляло 27–62.

Параметры формирующейся кроны рамет отличает высокий, а в первые годы очень высокий [4] уровень варьирования: CV = 20÷140 % (табл. 1).

Рассматривая распределение сучьев, включая заросшие, по метровым отрезкам по высоте ствола видим, что резко выделяется второй метр, когда их численность достигает в среднем 7,3 на метр. При дальнейшем росте рамет плотность размещения (закладки) ветвей падает: на шестом метре высоты их образуется в среднем 3,8 на метр. И только перед закладкой долговечной кроны, на 7–8 м, число ветвей снова возрастает до 6,8. Скелетные ветви будущей взрослой (генеративной) кроны начинают закладываться с высоты ~10 м.

По мере роста увеличивается время функционирования ветвей. Если на первом метре высоты ветви первого порядка живут в

среднем два с половиной года, то под кроной 25-летних деревьев возраст ветвей достигает 7 лет. Возраст первых живых ветвей в начале кроны – 14–15 лет.

Развитие кроны у рамет идет ступенчато по этапам онтогенеза. За границы этапов можно принять периоды максимального развития временных, последовательно сменяющих друг друга крон. Ювенильный этап начинается формированием первой кроны на высоте от 1 до 5 м. Ее ветви живут 4 года. С 5 до 9 м высоты протекает виргинильный этап развития кроны; срок функционирования ветвей возрастает до 5–6 лет. Виргинильный этап развития клона М184 завершается на 9–11 м высоты; раматы переходят в генеративное состояние.

Чем старше рамата, тем дольше живут на ее приростах ветви I порядка и тем больших диаметров они в среднем достигают, хотя увеличение параметров ветвей происходит с подъемами и спадами. Средний возраст живых ветвей кроны за счет постоянного появления молодых побегов и отмирания старых примерно вдвое ниже, чем предельный возраст ветви первого порядка (табл. 2).

Особую категорию составляют побеги, сбрасываемые деревьями в начале их формирования, в год закладки. Как правило, это самые толстые побеги. Их число составляет в среднем 4 на 1 дерево за сезон. Однако распределяются они неравномерно, и у отдельных раमत побегов, сброшенных в год формирования, не обнаружено.

В связи с периодизацией онтогенеза любопытно рассмотреть развитие раमत во временной (возрастной) шкале (табл. 3). Отметим переломы, наступающие в развитии дерева при достижении очередного возрастного этапа (рис. 1). В ходе роста в высоту, в ходе дифференциации кроны и очищения ствола от сучьев переломы наблюдаются в 7, 10 и 18 лет.

Не только онтогенез дерева, но и развитие отдельных ветвей проходит с «переопределением функций» [3, 8]. Диаметр ветви, ее периметр и площадь сечения увеличиваются по параболе

$$d_1 = 2,0 + 0,3 \cdot a^2, \quad (1)$$

где d_1 – диаметр ветви без коры у ее основания на возрастном интервале;

$$a = 0 \div 7,3 \text{ года.}$$

$$d1(7,3)=18,4 \text{ мм. } S(7,3) = 265,8 \text{ мм}^2.$$

Однако после 7–8 лет дерево переходит к новой кривой роста.

Сумма площадей сечения мертвых сучьев после 6–10 лет нарастает почти линейно. К 16–22 годам она достигает максимума и стабилизируется на плато ~2 дм² на 1 дерево. Если учесть боковые поверхности зарастающих сучьев ~3 дм² (средняя длина открытой части незаросших торчков ~2,0 см, их число ~44, средний диаметр ~1,1 см) и добавить их к площади, пригодной для поселения грибов и бактерий, то после 20 лет получим ~5 дм² на 1 рамату при среднем времени экспозиции ~4,5 года. После 20 лет площадь реципиентной поверхности раमत перестает расти: ее пополнение новыми отмершими ветвями уравновешено зарастанием старых сучьев.

Сумма диаметров ветвей при основании – важный эколого-физиологический показатель [5]. Он позволяет оценить величину нисходящего флоэмного транспорта. Предполагая примерное постоянство толщины проводящей флоэмы в процессе ее обновления, коллапса и лизиса отслуживших и отмирающих ситовидных клеток, можно по суммарной протяженности флоэмного слоя судить об общем объеме транспорта пластических веществ из кроны в ствол. Протяженность проводящей флоэмы пропорциональна сумме диаметров ветвей первого порядка у оснований

$$L = \pi \cdot \Sigma d, \quad (2)$$

где d – диаметр ветви без коры в месте присоединения к стволу.

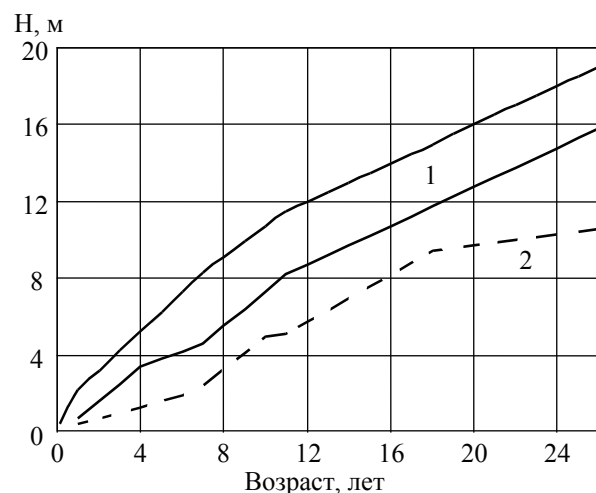


Рис. 1. Рост в высоту (1) и развитие кроны (высота кроны – 2) у раमत клона М184

Параметры рамет клона М184

Возраст, лет	Высота, м			Незаросшие мертвые сучья	
	деревя	кроны	I сучка*	число	площадь сечения, см ²
1	0,7–2,0	0,3–1,5	0,6	0	0
2	1,8–3,3	0,3–1,5	0,6	0–3	0
3	2,9–4,3	0,4–1,5	0,6	0–12	0–3
4	3,8–5,2	0,5–2,0	0,6	2–16	0–6
5	4,1–6,2	1,4–2,1	0,6	3–21	3–13
6	4,3–7,3	1,4–2,9	0,6	4–24	3–19
7	4,7–8,3	1,6–3,8	0,7	11–33	13–31
8	5,3–9,0	1,6–4,8	0,7	14–33	19–44
9	6,3–10,0	3,0–5,2	0,7	14–36	19–47
10	7,8–10,5	4,1–5,7	0,7	16–42	31–69
11	8,5–11,4	4,4–6,5	0,7	17–46	35–75
12	9,4–12,1	4,4–7,0	0,8	17–52	35–100
14	10,3–12,8	5,4–8,2	0,8	23–58	66–132
16	11,4–13,7	7,3–9,2	0,8	27–63	88–170
18	12,3–14,8	8,2–11,0	0,9	28–70	107–220
20	13,5–15,9	8,2–11,1	1,0	27–67	110–217
22	14,5–17,0	9,2–11,9	1,1	27–64	119–217
24	15,6–17,9	9,2–11,9	1,5	25–62	119–214

Примечание: * высота нижнего незаросшего сучка

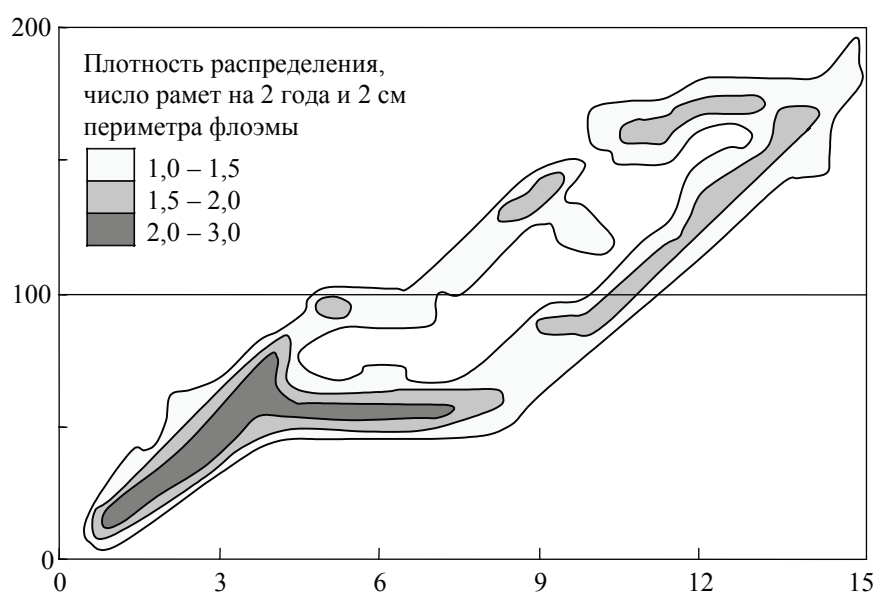


Рис. 2. Возрастные изменения суммы диаметров оснований ветвей первого порядка без коры у рамет клона М184

Анализ варьирования этой суммы по моделям неожиданно обнаружил групповую изменчивость индивидуальных траекторий развития мощностей проводящей флоэмы (рис. 2). Раметы демонстрируют два основных пути наращивания артерий нисходящего транспорта, что отражает существование в пределах одного клона двух путей развития листового аппарата кроны.

Этапы роста корнеотпрысковых рамет клона М184 хорошо согласуются с общепринятой периодизацией онтогенеза у деревьев с быстрым типом развития. Анализируя ход роста клона в оптимальных условиях существования (Ia класс бонитета), мы отмечаем переломы функций, связанные при отсутствии внешних лимитирующих воздействий исключительно с изменением внутренних парамет-

ров рамет (рис. 1). Достижение раметами, их ветвями и кронами критических размеров меняет условия транспорта ассимилятов и питания меристем; соответственно изменяются и параметры уравнений роста.

Особого внимания заслуживает неоднозначность развития системы нисходящего флоэмного транспорта и листового аппарата рамет. На рис. 2 представлены возрастные изменения суммы диаметров оснований ветвей первого порядка без коры (Σd , мм) у рамет клона М184. Изолинии выделяют области наиболее распространенных значений периметра ветвей Σd , соответствующие двум возможным путям развития мощности проводящей флоэмы $L = \pi \cdot \Sigma d$ и листовой массы кроны. Возможность широкого (2-кратного) внутриклонового варьирования листовой массы и иных параметров кроны позволяет клону приспосабливаться к сложной ценотической обстановке, изменяя в соответствии с окружением объем ассимиляции, нисходящего транспорта и морфолого-физиологические показатели рамет.

Вероятно, такая внутриорганизменная, внутриклоновая лабильность, – способность играть роли по двум или большему числу программ поведения – общее свойство растений. На точечных диаграммах (диаметр ствола – листовая масса) обычно вырисовываются две или более параллельные линии регрессии [7]. Хотя в этом случае использованы параметры множества особей, следует полагать, что в группировку деревьев вносит свой вклад эндогенная групповая изменчивость, неоднозначность развития.

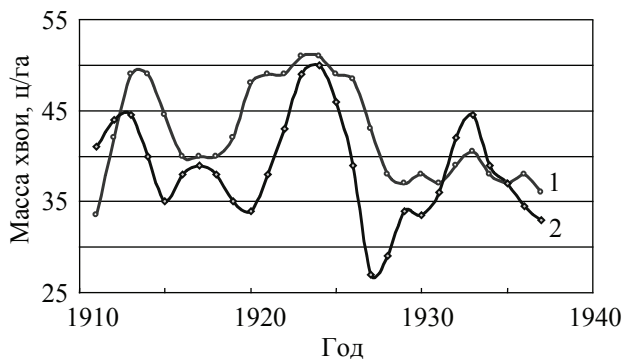


Рис. 3. Колебания воздушно-сухой массы сосновой хвои на постоянных пробных площадях ТСХА. Возраст сосняка: 1 – 85–113 лет; 2 – 40–68 лет

Регистрация листового опада на постоянных пробных площадях, когда длительно наблюдается одна и та же группа деревьев, обнаруживают 2–3 повторяющихся состояния листового полога древостоя. Так, анализируя 35-летние наблюдения за опадом в Тимирязевской СХА [9], мы видим, что листовая полог сосняка проходит серию устойчивых состояний длительностью 3–6 лет (рис. 3). Резкость переходов от одного состояния к другому отчасти сглажена длительностью жизни хвои и ее разновозрастностью в кронах. В зависимости от внешних условий и ценотической обстановки воздушно-сухая масса хвои изменяется от 2,7–3,0 до 5,0 т·га⁻¹. Аналогичные по амплитуде изменения листовой массы описаны у березы и дуба [1, 7, 12].

В заключение у клона М184 отметим:

1. Наличие многочисленных онтогенетических переломов в развитии кроны: числа ветвей, их диаметра, а также в ходе роста высоты ствола.

2. Многообразие траекторий развития листовой и суммарной протяженности флоэмы рамет. Существуют два почти равновероятных варианта наращивания листового аппарата.

Площадь сечений мертвых сучьев, ворота для поступления в ствол древоразрушающих грибов, увеличивается до 20 лет. К этому возрасту она приближается к $\sim 0,02$ м² на одну рамету. С учетом боковых поверхностей зарастающих сучьев – реципиентная поверхность составляет $\sim 0,05$ м² на одну рамету. Среднее время экспозиции поверхности, воспринимающей споры древоразрушающих грибов, – 4,5 года.

Библиографический список

1. Ватковский, О.С. Влияние осадков на формирование массы опада листовой в снытьево-осоковой дубраве / О.С. Ватковский, П.И. Быстрянец // Состояние дубрав лесостепи. – М.: Наука, 1989. – С. 39–41.
2. Владимиров, Б.Н. Селекционное обследование осинников в лесах Вологодской области / Б.Н. Владимиров // Науч.-тех. конф. МЛТИ, 1964. – М.: МЛТИ, 1965. – С. 17–19.
3. Жирмунский, А.В. Критические уровни в развитии природных систем / А.В. Жирмунский, В.И. Кузьмин. – Л.: Наука, 1990. – 223 с.

4. Мамаев, С.А. О проблемах и методах внутривидовой систематики древесных растений. Амплитуда изменчивости / С.А. Мамаев // тр. Ин-та экологии растений и животных, 1959. – Вып.64. – С. 3–38.
5. Марченко, И.С. Биополе лесных экосистем / И.С. Марченко. – Брянск: Придесенье, 1995. – 188 с.
6. Муркайте, Р.И. Клоновая структура и формовое разнообразие осины (*Populus tremula* L.) в Литовской ССР / Р.И. Муркайте // Селекция древесных пород в Литовской ССР. – М., 1978. – С. 89–95.
7. Романовский, М.Г. Полиморфизм древесных растений по количественным признакам / М.Г. Романовский. – М.: Наука, 1994. – 96 с.
8. Шмальгаузен, И.И. Регуляция формообразования в индивидуальном развитии / И.И. Шмальгаузен. – М.: Наука, 1964. – 134 с.
9. Эйтинген, Г.З. Избранные труды / Г.З. Эйтинген. – М.: Сельхозиздат, 1962. – 500 с.
10. Воспитание и разведение здоровой осины / А.С. Яблоков. – М.: Гослесбуиздат, 1963. – 442 с.
11. Barnes B.V. Natural variation and delination of clones of *Populus tremuloides* and *P. grandidentata* in northern Lower Michigan // *Silvae genet.* 1969. N18. P. 130–142.
12. Joffre R., Rambal S., Romane F. Local variation of ecosystem functions in a Mediterranean evergreen oak woodland // *Environmental constraints and oaks: Ecological aspects / Abstracts of Int. Symp. Aug.29 – Spt.1. Velaine en Haye: INRA, 1994. P. 110–111.*

ОСОБЕННОСТИ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ ДИНАМИКИ ЛЕСОВ В ПОЙМЕ РЕКИ НАДЫМ (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)

В.М. ГОРЯЧЕВ, *ст. науч. сотр. лаборатории дендрохронологии Института экологии растений и животных УрО РАН, канд. биол. наук*

Известно, что восстановление лесов после рубки, пожаров, ветровалов и других воздействий тесно связано не только с естественным ходом лесообразовательного процесса в разных природно-климатических условиях, но и с аспектами типологии лесных сообществ. Теоретическая база лесных сукцессий последовательно обосновывалась и активно развивалась с начала XX столетия, и некоторые итоги этих исследований представлены в ряде обобщающих научных трудов [1, 2, 3]. Результаты исследований были успешно реализованы для построения схем и моделирования восстановительно-возрастной динамики лесов разного формационного состава в отдельных регионах таежной зоны европейской части России, Урала и Сибири [4, 5, 6 и др.]. Выявленная дифференциация на периоды и стадии восстановления лесных сообществ является важным моментом с позиций управляемости и прогнозируемости процесса. Однако, как показал сравнительный анализ, специфика хода восстановительного процесса лесных сообществ в конкретных регионах тесно связана не только с биоэкологическими особенностями лесообразующих пород, но и с ландшафтными и гидрологическими условиями территорий и степенью антропогенного воздействия. Практически

не исследована динамика лесных сообществ, формирующихся в георастительных комплексах рек субарктической зоны. В этом отношении экосистемы долин крупных северных рек чрезвычайно интересны, поскольку здесь как в широтном, так и в меридиональном направлении (на небольших расстояниях) можно проследить динамику растительности и ее взаимодействие в градиенте ведущих факторов среды на общем климатическом фоне. Наличие разных лесообразующих пород позволяет более обоснованно судить об эндогенных причинах изменений в составе древесного яруса и ритмике роста и развития лесообразователей. Поэтому знание процессов преобразования растительных сообществ в элементарных ландшафтах и их комплексах является теоретической основой предвидения возможных изменений, обусловленных как тенденциями климата, так и техногенезом. В связи с этим целью проводимых нами исследований было выявление естественной динамики лесных сообществ, обусловленной развитием аллювиальных процессов в пойме р. Надым.

Район исследований располагается в субарктической полосе Западной Сибири (Надымская низменность) и представляет собой пологоволнистую равнину с большим

количеством рек, озерно-соровых и болотных комплексов, разделенных междуречными невысокими увалами с глубиной расчленения рельефа 3–40 м. Особенностью мезоклимата долины р. Надым являются его различия в водораздельной и пойменной части, где удлиняется безморозный период. По схеме лесорастительного районирования пойма реки от верховьев до устья проходит по подзонам северотаежных и редкостойных лесов и зоне лесотундры [7].

В районе исследований выбрано три схематических профиля, характеризующих развитие растительности, на участках нижнего, среднего и верхнего течений р. Надым (соответственно около 45, 100 и 135 км от Обской губы). Здесь после маршрутного обследования в сообществах разных периодов и стадий развития лесных экосистем на аллювии было заложено 37 пробных площадей (далее по тексту ПП), из которых на 15 был учтен только подрост, а на остальных – выполнен пересчет древостоя и подростов хвойных пород по общепринятым методам [8]. На каждой ПП у 20–30 модельных деревьев каждой лесообразующей породы (ели, кедра, лиственницы, березы, ивы) проведены замеры высоты и диаметра и взяты (для определения возраста деревьев) с помощью возрастного бурава образцы (около 700) древесины. Для оценки типа формирующегося лесного ценоза на каждой ПП выполнено описание доминантов напочвенного покрова.

В современной пойме р. Надым хорошо выделяются следующие ландшафтно-геоморфологические комплексы: полоса древних надпойменных террас, формирующих подножье коренного берега, остатки сегментированных меандр и современная пойма реки, в бортах которой идут русловые процессы. С учетом анализа литературы и данных наших исследований развития лесных сообществ в пойме р. Надым дается следующая краткая характеристика периодов и стадий сукцессий растительности на аллювии (табл. 1), которая стала основой дифференциации обследованных участков пойменных лесных сообществ по периодам и стадиям восстановления коренного типа леса [9].

В нижней пойме на ландшафтных структурах, возвышающихся над наибольшим уровнем водной поверхности до 1 м, формируются ивняковые заросли, за которыми располагаются болотные и озерно-болотные комплексы. На прирусловых гривах (примерно 40 км от устья), возвышающихся над наибольшим уровнем водной поверхности на 1,5–2,0 м, встречаются фрагменты пойменных лесов шириной 20–40 м, в составе которых преобладают ель и береза, реже кедр и лиственница, преимущественно V бонитета. Схематический восстановительный ряд и краткая таксационная характеристика древесного яруса ПП лесных сообществ приведены в табл. 2. Первый период представлен тремя стадиями.

Т а б л и ц а 1

Краткая характеристика периодов и стадий сукцессий растительности

Период	Стадия
I. Формирование растительного и почвенного компонента экосистем на аллювии (экзодинамическое развитие сообществ)	1. Поселение травяно-кустарниковой растительности на аллювии 2. Формирование первичного сомкнутого растительного сообщества 3. Появление под пологом лиственного сообщества первых всходов и подростов хвойных деревьев
II. Становление структуры и состава лесного сообщества. (экзоэндодинамическое развитие сообществ)	1. Естественное изреживание лиственного яруса сообщества и активное возобновление и рост подростов хвойных деревьев 2. Формирование под пологом лиственного сообщества нижнего яруса из хвойных деревьев 3. Формирование смешанного одноярусного хвойно-лиственного леса
III. Становление коренного типа леса. (эндоэкзодинамическое развитие лесных сообществ)	1. Доминирование хвойных в древесном ярусе и формирование второго поколения хвойных деревьев 2. Формирование поколений у хвойных пород 3. Формирование циклично разновозрастных хвойных древостоев

Основные характеристики древесного яруса по стадиям развития пойменных лесов в нижнем течении р. Надым

Стадия	Состав древостоя	Средние			Количество деревьев на 1 га	Полнота	Общий запас, м ³ /га	Состав подроста, диапазон возраста, (кол-во на 1 га)
		возраст поколений, лет	высота, м	диаметр, см				
1 период								
1	10Ив	7	1,2	2,5	25600	0,10		
2	10Ив	18	3,8	4,0	1500	1,00	15	
3	5Ив	45	7,0	7,0	5000	0,60	28	ед. ель
	5Б	30	5,0	6,0	2400	0,25		
2 период								
2	4Е	80	7,0	8,0	985	0,25	45	7ЕЗК, 10–25 (500–850)
	1Лц	75	6,5	8,5	184	0,10		
	6Б	90	11,0	11,0	364	0,20		
2	4Е	140	7,0	9,0	1050	0,30	58	7ЕЗК, 10–30 (1100)
	6Б	100	11,0	13,0	810	0,25		
	ед. К	110	8,0	13,0	36			
3 период								
2	6К	300, 180	9,5	18,0	320	0,15	73	5К5Е ед. Лц, 25–60 (1350)
	4Е	260, 165	8,5	13,0	590	0,15		
	1Б	110	5,5	9,0	250	0,10		

Первая стадия – первичное заселение аллювиальных отложений осоками и ивой, которая формирует отдельные кусты и небольшие заросли, где продолжается накопление аллювия. Вторая стадия – однородный густой ивняк (до 45 стволов на 10 м²) высотой до 4 м, под пологом которого встречаются единичные экземпляры осок, вейников и пойменного крупнотравья. Мощность подстилки и опада небольшая, поскольку они периодически перекрываются аллювиальными отложениями, наносимыми весенне-летними разливами. На участке третьей стадии 1 периода ива и береза формируют сомкнутый древостой. Здесь под пологом уже встречаются единичные экземпляры подроста ели высотой 5–10 см, напочвенный покров разрежен, представлен вейником, осокой, хвощом, мхи встречаются только в понижениях рельефа.

Второй период представлен двумя вариантами второй стадии, различающимися составом древостоя. На этих участках ель (а на одном и лиственница) сформировала второй древесный ярус сообщества, а под пологом встречается много подроста кедра и ели и небольшое количество лиственницы. На обследованных участках возраст ели и кедра

составляет от 80 до 120 лет и только у единичных деревьев – около 160 лет. Это указывает на относительно небольшую продолжительность периода переформирования прирусловых ландшафтных комплексов в нижней пойме.

Сообщества третьего периода обнаружены на древней надпойменной террасе, примыкающей к левому коренному берегу р. Надым (район левого притока р. Ярудей). Они представлены участком леса, в котором древесный ярус хвойных пород (ель и кедр) сформирован двумя поколениями.

Изучение возобновительного потенциала основных лесобразующих пород показало, что всходы и подрост хвойных деревьев появляются под пологом березово-ивовых сообществ, когда они достигают возраста 45–60 лет. К этому времени уже сформированы разреженный травяной покров с обилием лесных видов, подстилка и маломощный гумусовый горизонт почвы. Далее по мере развития древесной растительности изменяется видовой состав подроста хвойных пород. Как видно из данных таблицы, его численность изменяется от нескольких сот до нескольких тыс./га, что достаточно для поддержания устойчивого развития лесных сообществ.

Основные характеристики древесного яруса по стадиям развития пойменных лесов в среднем течении р. Надым

Стадия	Состав древостоя	Средние			Кол-во деревьев на 1 га	Полнота	Запас, м ³ /га	Состав подроста, диапазон возраста, (кол-во на 1 га)
		возраст по поколениям, лет	высота, м	диаметр, см				
Период 1								
1	10Ив	10	1,5	3	38000			
2	9Ив	25	7,0	6	13000		18	
	1Б	10	2,8	4	6500			
3	6Ив	50	9,0	8	6000	0,60	35	10Е, 10–15
	4Б	40	7,0	9	4500	0,30		(650)
Период 2								
1	7Б	80	13,0	14	1380	0,50	110	
	2Е	75	9,0	11	310	0,15		
	1К	65	6,0	8	176	0,10		
2	7Б	90	17,0	18	1150	0,30	225	6Е4К, 35–40
	1К	135	17,0	26	133	0,10		(1800)
	1Е	165	18,0	22	280	0,20		
	1Лц	160	18,0	23	188	0,10		
3	5Е	160	18,0	20	730	0,35	195	4Е6КедЛц,
	2Лц	155	18,0	22	176	0,10		35–60 (2000)
	3Б	100	16,0	17	240	0,20		
Период 3								
1	6Е	180	17,0	19	690	0,35	195	4Е6КедЛц,
	2Лц	170	18,0	21	156	0,10		35–60 (2000)
	1К	130	17,0	18	280	0,20		
	1Б	110						
2	6Е	175, 100	17,0	20	720	0,40	170	4Е6К, 35–65
	2Лц	160	18,0	23	160	0,10		(1500)
	2К	160	17,0	25	190	0,20		
	ед.Б							
3	7К	495, 370, 195	14,0	26	500	0,34	175	8К2Е, 35–60
	3Е	280, 165, 85	10,0	18	160	0,15		(2100)

С учетом доминирующих видов в почвенном покрове формирование лесных сообществ в пойме идет по травяному и травяно-зеленомошному типу, а на участке надпойменной террасы у коренного берега – по кустарничково-моховому.

В средней пойме, ввиду большей выраженности русловых процессов, леса на аллювиальных гривах формируют довольно большие массивы, распространяющиеся часто до коренного берега и прерывающиеся болотными и лесоболотными комплексами в пониженных участках современных и древних меандр. Здесь в связи с большей расчлененностью рельефа (высота над уровнем моря в пойме изменяется в среднем от 3 до 5–10 м)

ландшафтная структура меандр более сложная. Это отражается и в разнообразии морфоструктуры и состава пойменных лесов, по продуктивности чаще IV, а на заболоченных участках V бонитета. В ходе обследования трех меандр в районе впадения р. Хей-Гейха в р. Надым (примерно 100 км от устья) на одной из крупных (шириной несколько более 1 км, протяженностью около 2,5 км) меандр было выделено 9 участков, составляющих один из вариантов восстановительно-возрастного ряда лесных сообществ. Таксационная характеристика древесного яруса представлена в табл. 3. На этой меандре ширина полосы современного аллювия (пока лишено растительности) составляет не менее 50–60 м

и превышает высоту предшествующего аллювия на 1,5–2,5 м, где полосу шириной 15–30 м занимают ивняковые заросли (1 период, 1 стадия), напочвенный покров практически отсутствует. Далее в полосе шириной 30–40 м сформировался ивняк, который по характеру растительности можно отнести ко 2 стадии 1 периода; в напочвенном покрове доминируют злаки и хвощ, общее покрытие 60–80 %. За ним в полосе 40–50 м сформировалось ивово-березовое сообщество (3 стадия), в котором встречается подрост ели и единично кедра. Первая стадия 2 периода представлена смешанным лиственно-хвойным сообществом, где ель и кедр формируют второй ярус. Вторая стадия этого периода также представлена смешанным лиственно-хвойным сообществом, но ель, кедр и лиственница здесь находятся в основном пологом древостоя. Разреженный второй ярус представлен как хвойными деревьями, так и вторым поколением березы.

В третьем периоде в составе древостоя существенно снижается доля березы. В первой и второй стадиях основной ярус древостоя формирует ель (60 %) и примерно в равной доле – кедр и лиственница, доля березы в первой стадии составляет 10–15 %, а во второй – не более 5 %. Наличие под пологом древостоя большого количества (около 2000 шт./га) жизнеспособного подроста ели и кедра разного возраста определяет возрастное развитие и формирование поколений лесообразователей. В напочвенном покрове значительно возрастает доля мохового покрова и кустарничков. Завершает развитие растительности на этой меандре кедрово-еловое сообщество (стадия 3), где кедр и ель представлены тремя поколениями. Возраст (по количеству годичных колец на буровых образцах) самых старых деревьев кедра (5 экземпляров) составляет 465–495 лет. В напочвенном покрове доминируют мхи и багульник, мощность оторфованной подстилки достигает 15–20 см, т.е. выражено поверхностное заболачивание территории.

Судя по ходу динамики процесса восстановления, коренными лесами в средней пойме можно считать елово-кедровые или даже кедровые леса. Наибольшее разнообразие состава и структуры лесов отмечается

во втором периоде, что свидетельствует о множественности вариантов стадий развития лесных сообществ, определяемых локальными условиями в секторах меандр.

Формирование лесного сообщества, где хвойные деревья становятся кондоминантами и субэдикаторами, завершается через 140–170 лет. Динамика лесных сообществ на этом участке поймы идет по травяному типу в первом периоде, травяно-зеленомошному и зеленомошно-ягодниковому во втором периоде, а на участках древних меандр у коренного берега – по багульниково-зеленомошно-сфагновому типу.

Верхняя пойма начинается примерно со 110 км от устья реки. Ее ширина здесь примерно в 2 раза меньше, чем в нижней пойме. В результате на растительные сообщества поймы возрастает влияние более холодного мезоклимата водоразделов коренного берега, где мерзлота грунтов начинается с 10–20 см от поверхности почвы. Поэтому лесные сообщества в пойме имеют лесотундровый облик (они более разрежены), а в составе увеличивается доля лиственницы. По продуктивности местообитаний это древостой V бонитета. Таксационная характеристика древесного яруса пойменных лесов в верхнем течении реки, составляющих один из вариантов восстановительно-возрастного ряда, приведена в табл. 4. Первый период представлен тремя последовательными стадиями от первичного заселения (ивняковые и березово-ивняковые заросли 30–40 лет) аллювиальных отложений до появления жизнеспособного подроста хвойных через 40–50 лет. На участке 3 стадии обнаружен подрост ели и единичного кедра в количестве 240 шт./га высотой до 0,4 м.

Второй период представлен тремя стадиями, характеризующимися постепенным уменьшением доли березы и увеличением доли хвойных пород, которые устойчиво удерживают эдикаторные позиции. На участке, отражающем третью стадию восстановления лесов, под основным пологом древостоя начинает формироваться нижний ярус хвойных деревьев, который представлен елью, а наличие достаточного количества подроста разного возраста будет определять ход возрастных смен доминантов.

**Основные характеристики древесного яруса по стадиям восстановления
лесных экосистем в верхнем течении р. Надым (пойма р. Левая Хетта)**

Стадия	Состав древесостоя	Средние			Количество деревьев на 1 га	Полнота	Общий запас, м ³ /га	Состав подроста, диапазон возраста, (шт./га)
		возраст по поколениям, лет	высота, м	диаметр, см				
Период 1								
1	10Ив	25	3,5	4,5	15200		14	
2	8Б	28	5,0	6,0	4200		18	
	2Ив	44	4,5	5,0	2500			
3	8Б	45	5,5	6,5	2600	0,45	21	10ЕедК, 5–15 (240)
	2Лц	23	4,0	5,0	260	0,10		
Период 2								
1	6Лц	126	15,0	17,0	380	0,30	85	8Е2К, 15–35 (1800)
	4Б	80	14,0	15,0	300	0,20		
2	4Е	96	7,0	9,0	460	0,25	48	7Е3К, 10–25 (1100)
	6Б	90	11,0	13,0	400	0,35		
3	4Лц	135	16,0	18,0	380	0,30	140	5Е3К2Лц, 10–25 (1200)
	2К	85	14,0	22,0	122	0,10		
	1Е	114	15,0	16,0	290	0,15		
	2Б	95	15,0	16,0	140	0,10		
Период 3								
2	4К	250, 130	18,0	26,0	75	0,10	175	5Е4К1Лц, 15–55 (1350)
	3Лц	220, 150	19,0	23,0	730	0,30		
	3Е	165	15,0	18,0	780	0,20		
	ед С,Б	100	15,0	18,0	63	0,10		

Лесное сообщество третьего периода представлено одной стадией, так как на участках меандр, примыкающих к коренному берегу, сообществ с древесным ярусом более старшего возрастного развития обнаружено не было. Этот лесной участок отнесен нами ко второй стадии, поскольку кедр и лиственница здесь представлены двумя поколениями. Основу древесного яруса составляют лиственница и ель, количество деревьев кедра почти в 10 раз меньше, единично встречается сосна и береза.

Смена и развитие лесных сообществ на этом участке поймы идет по травяно-зеленомошному типу в первом периоде, зеленомошно-кустарничковому во втором периоде и у коренного берега – по зеленомошно-багульниковому типу.

Статистический анализ возраста и морфометрических характеристик лесобразующих пород показал, что изменение их возраста колеблется от 14 до 36 %, высоты – от 15 до 27 %, а диаметра – от 19 до 33 %. Несколько большие значения варьирования морфометрических характеристик древо-

ев наблюдаются в стадиях второго и третьего периода восстановления пойменных лесов, что, несомненно, обусловлено их многовариантным развитием.

Аналогичные причины, включая онтогенетические особенности лесообразователей, определяют возрастное строение древоостоев. Возрастная структура лесообразователей изменяется от одновозрастного древоостоя в первом периоде, ступенчато-разновозрастного во втором и абсолютно (или циклично) разновозрастного в третьем периоде. Такие кедровники встречены нами в среднем течении реки, где возраст самых старых деревьев кедра составляет около 500 лет (табл. 3). Понятно, что в конкретных условиях указанные типы возрастных структур (кроме одновозрастной) в зависимости от локальных условий и дифференциации слагающих пород сильно варьируют.

Сравнительный анализ восстановительно-возрастных рядов лесной растительности на разных участках поймы показал, что доля первого периода от общей продолжительности развития лесов в верхней пойме

составляет 18, в средней 10 и в нижней 15 %, доля второго периода – соответственно 36, 24 и 31 %, а доля третьего периода – 46, 66 и 53 %. Из приведенных данных видно, что доли продолжительности периодов в ходе восстановления лесных экосистем на разных участках течения реки существенно различаются.

Соотношение данных долей продолжительности 1 и 2 периодов от 3 периода показало, что наименьшие различия отмечаются в верхней пойме (соответственно 2,5 и 1,3), несколько больше они в нижней (3,5 и 1,7) и наибольшие в средней пойме (6,6 и 2,7). Это свидетельствует о том, что в нижней и особенно в верхней пойме этап становления коренного типа сообщества (период 3) прерывается комплексным воздействием экзогенных факторов (особенностей развития русловых процессов, режима поемности, мезоклиматических условий) и особенностями онтогенеза лесообразователей.

Особенности формирования растительных сообществ в полосе переформирования аллювиальных ландшафтов на разных участках поймы р. Надым обусловлены шириной поймы, формой и размером меандр, их возрастом и особенностями микрорельефа. Наиболее полно ряды восстановительно-возрастной динамики лесов выражены в средней пойме, в нижней они более зависимы от режима поемности, а в верхней пойме – от влияния климата водоразделов на пойменные ландшафты.

Разная доля участия хвойных в составе сообществ указывает на различия исходных факторов, которые определяли ход восстановительных смен развития лесных сообществ.

Ключевыми моментами в динамике развития лесных экосистем в пойме после зарастания аллювиальных отложений, которое продолжается 10–20 лет, являются: появление всходов и жизнеспособного подростка хвойных деревьев через 45–60 лет; формирование под пологом лиственных сообществ нижнего древесного яруса из хвойных деревьев через

60–80 лет; далее, через 40–50 лет формирование устойчивого лесного сообщества, где хвойные деревья становятся кондоминантами и субэдикаторами в основном пологом древостоя.

Итак, примерно через 180–200 лет от начала зарастания аллювиальных отложений начинается формирование поколений у хвойных пород и становление коренного типа леса, соответствующего данным лесорастительным условиям.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 03–04–49549) в период 2003–2005 гг.

Библиографический список

1. Сукачев, В.Н. Динамика лесных биогеоценозов / В.Н. Сукачев // Основы лесной биогеоценологии. – М.: Наука, 1964. – С. 458–486.
2. Солодухин, Е.Д. Лесоводственные основы хозяйства в кедровых лесах Дальнего Востока / Е.Д. Солодухин. – Владивосток: Дальневосточное кн. изд-во, 1965. – 368 с.
3. Колесников, Б.П. Кедровые леса Дальнего Востока / Б.П. Колесников. – М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1956. – 264 с.
4. Колесников, Б.П. Некоторые закономерности возрастной и восстановительной динамики кедровых лесов зауральского Приобья / Б.П. Колесников, Е.П. Смолоногов // Проблемы кедра. Новосибирск, 1960. – С. 21–31.
5. Смолоногов, Е.П. Эколого-географическая дифференциация и динамика кедровых лесов Урала и Западно-Сибирской равнины / Е.П. Смолоногов. – Свердловск: УрО АН СССР, 1990. – 288 с.
6. Седых, В.Н. Формирование кедровых лесов Приобья / В.Н. Седых. – Новосибирск: Наука, 1979. – 110 с.
7. Чертовской, В.Г. Предтундровые леса / В.Г. Чертовской, Б.А. Семенов, В.Ф. Цветков и др. – М.: Агропромиздат, 1987. – 168 с.
8. Столяров, Д.П. Изучение динамики текущего прироста в разновозрастных ельниках таежной зоны / Д.П. Столяров, В.Г. Кузнецова. – Ленинград, 1974. – 23 с.
9. Горячев, В.М. Характеристика возобновления хвойных пород в елово-кедровых лесах средней поймы р. Надым / В.М. Горячев, Т.А. Горячева // Экологические проблемы Севера: межвузовский сб. научн. тр. – Архангельск: АГТУ, 2005. – Вып. 8. – С. 159–165.

ТОВАРНОСТЬ ФАУТНЫХ ДЕРЕВЬЕВ ОСИНЫ

Р.В. ЕРШОВ, *асп. Института экологических проблем Севера УрО РАН,*

С.В. КОПТЕВ, *доц. каф. лесной таксации и лесоустройства Архангельского ГТУ, канд. с.-х. наук,*

О.Н. ЕЖОВ, *ст. науч. сотр. лаборатории экологической биологии Института экологических проблем Севера УрО РАН, канд. биол. наук*

Исследование товарности древостоев и отдельных деревьев является важной практической задачей лесной таксации. При товаризации древесных стволов, не имеющих видимых внешних и скрытых внутренних пороков, осложнений, как правило, не возникает. Руководствуясь стандартами на круглые лесоматериалы, легко определить оптимальные размерные характеристики сортиментов в соответствии с сортиментным заказом или в расчете на максимальный выход. Наличие пороков значительно осложняет оптимальный раскрой стволов. Поэтому целью данного исследования было установление товарности стволов осины, имеющих различные пороки.

Выявление закономерных связей размерных характеристик пороков с товарностью стволов позволит установить взаимосвязи влияния таксационных показателей стволов с товарностью фаутных деревьев осины и предложить эскиз товарных таблиц для стволов осины, имеющих гниль, вызванную осинным трутовиком (*Phellinus tremulae* (Bond.) Bond. et Borisov in Bond).

В ряде работ рассмотрены вопросы, связанные с распространением гнили, вызванной данным грибом в зависимости от ряда лесоводственнотаксационных показателей [1–4 и др.]. Однако о протяженности гнили в стволе и ее влиянии на выход деловой древесины из таких стволов данные практически отсутствуют [3, 5, 6 и др.].

В этой статье были использованы данные обмера 139 деревьев осины, имеющих плодовые тела осинового трутовика. Деревья были срублены на пробных площадях, заложенных в спелых и перестойных осинниках черничных в средней подзоне тайги Архангельской области. Отбор деревьев для рубки проводили пропорционально их представленности по ступеням толщины. Модели были представлены деревьями в возрасте

20–110 лет, таксационным диаметром от 7,1 до 40,0 см, высотой от 9,6 до 28,0 м и количеством плодовых тел на одном дереве от 1 до 12 шт. В результате была получена совокупность деревьев, имеющих в той или иной степени разную протяженность гнили. Однородность совокупности подтверждается невысокими значениями асимметрии (0,21) и эксцесса (0,13) общей выборки по протяженности гнили. Срубленные деревья разделяли на двухметровые отрезки (для установления более точной протяженности гнили – на более короткие). Для гнили отмечали, а затем вычисляли размерные характеристики: протяженность, объем и отрубка с гнилью. Также отмечали число плодовых тел и высоту их прикрепления. Расчеты таксационных параметров деревьев и внутренних гнилей проводили с использованием компьютерной программы, разработанной одним из авторов. Характеристику параметров древесного ствола, а также объема и формы гнилей проводили моделированием образующей поверхности гнили кубическим сплайном и последующим его интегрированием (при этом поперечную форму гнили условно считали кругом) [7].

Один из наиболее часто встречаемых разрушителей древесины осины является осиновый трутовик, вызывающий стволовую белую коррозионную ядровую гниль.

Данные о средних параметрах гнили представлены в табл. 1. Гниль располагается, как правило, в нижней и средней части ствола (около 80 % случаев), занимая самую ценную его часть, связь между рассматриваемыми показателями очень слабая ($r = 0,14$). Число плодовых тел на деревьях как внешний показатель степени развития гнили варьирует от 1 до 12 (в среднем 6 плодовых тел на один ствол) и не изменяется от диаметра дерева. Отмечена прямая зависимость между диаметром дерева и объемом, который занимает гниль в стволе ($r = 0,84$).

Т а б л и ц а 1

Размерные характеристики гнилей (числитель – среднее значение, знаменатель – пределы значений)

Ступени толщины, см	Средняя протяженность гнили, м	Протяженность гнили от длины ствола, %	Число плодовых тел, шт.	Объем гнили, м ³
12–16	$\frac{6,6}{(2,4-11,0)}$	$\frac{37}{(10-79)}$	$\frac{4}{(1-10)}$	$\frac{0,030}{(0,006-0,080)}$
20–24	$\frac{7,1}{(2,7-14,0)}$	$\frac{34}{(12-93)}$	$\frac{5}{(1-11)}$	$\frac{0,053}{(0,012-0,160)}$
28–32	$\frac{7,2}{(3,0-19,0)}$	$\frac{30}{(16-54)}$	$\frac{7}{(1-12)}$	$\frac{0,139}{(0,019-0,480)}$
36–40	$\frac{11,0}{(3,5-21,0)}$	$\frac{45}{(11-74)}$	$\frac{7}{(1-8)}$	$\frac{0,214}{(0,026-0,620)}$

Т а б л и ц а 2

Доля отрезков с гнилью в зависимости от диаметра и высоты деревьев, %

Диаметр, см	Высота, м							
	14	16	18	20	22	24	26	28
16	77	74	72	70	68	–	–	–
20	76	74	71	69	67	65	–	–
24	–	74	72	70	68	65	63	–
28	–	77	74	72	70	68	65	63
32	–	–	78	76	74	71	69	67
36	–	–	–	81	79	77	75	72
40	–	–	–	88	86	84	82	79

Для разработки практических рекомендаций по рациональной раскряжке фаутных стволов наиболее эффективными являются установление связи размерных характеристик гнилей и ее внешних визуальных признаков с различными таксационными параметрами деревьев (таксационный диаметр; объем ствола; высота ствола). Из перечисленных признаков наиболее тесно с таксационными параметрами дерева коррелирует объем гнили – с диаметром гнили на пне ($r = 0,89$) и с возрастом дерева ($r = 0,73$). Обнаружена также связь протяженности гнили с высотой прикрепления верхнего плодового тела ($r = 0,74$).

Связь протяженности гнили с ее диаметром на пне оказалась достаточно низкой ($r = 0,34$), чтобы использовать ее в практической товаризации древесных стволов. Наиболее практичными для применения в качестве придержек при раскряжке стволов в данном случае является высота прикрепления верхнего плодового тела. Число плодовых тел не оказывает существенного

влияния на размерные характеристики гнилей.

Практическое значение для составления сортиментных таблиц фаутных деревьев имеет установление объема отрезков с гнилью. Нами разработана модель связи доли кряжей с гнилью в зависимости от диаметра и высоты древесных стволов

$$P_{гн} = 111,6 - 1,98 \cdot D + 0,049 \cdot D^2 - 1,126 \cdot H;$$

$$(m_y = 12,8),$$

где $P_{гн}$ – доля кряжа с гнилью от объема ствола, %;

D – таксационный диаметр, см;

H – высота ствола, м.

С увеличением таксационного диаметра деревьев происходит увеличение относительной доли кряжа с гнилью деревьев всех разрядов высот. Для стволов, имеющих одинаковые диаметры, при увеличении высоты дерева данный показатель имеет тенденцию к уменьшению (табл. 2).

Зная долю отрезка с гнилью, можно получить значения объема отрубка с гнилью в абсолютном выражении.

Т а б л и ц а 3

Модели выхода древесины по категориям крупности из фаутных стволов осины, %

Категория крупности	Вид уравнения	Основная ошибка уравнения	Рабочие пределы переменных, см
Крупная	$Kp = 33,5/(1+12546*\exp(-0,2338*D))$	1,0	28–40
Средняя – 1	$Sr_1 = 14,68/(1+124,4*\exp(-0,1833*D))$	0,8	24–40
Средняя – 2	$Sr_2 = (-2,73+0,25*D)/(1-0,08*D+0,0018*D^2)$	3,1	16–40
Мелкая	$Mel = (1,0+0,37*D)/(1-0,132*D+0,0049*D^2)$	1,5	8–40
Тех. сырье	$TS = (0,77+1,966*D)/(1-0,184*D+0,012*D^2)$	3,0	8–40
Дрова	$Dr = 56,73/(1+81,09*\exp(-0,172*D))$	0,8	8–40

Т а б л и ц а 4

Наиболее вероятный выход древесины по категориям крупности для фаутных стволов (числитель - в м³, знаменатель - в % от объема ствола)

Диаметр на 1,3 м, см	Деловая древесина					Сырье технологическое	Дрова топливные	Отходы
	Крупная	Средняя – 1	Средняя – 2	Мелкая	Итого			
12	–	–	–	<u>0,049</u> 46	<u>0,049</u> 46	<u>0,046</u> 42	<u>0,003</u> 5	<u>0,008</u> 7
16	–	–	<u>0,012</u> 7	<u>0,087</u> 48	<u>0,099</u> 55	<u>0,055</u> 30	<u>0,004</u> 8	<u>0,012</u> 7
20	–	–	<u>0,066</u> 26	<u>0,069</u> 28	<u>0,135</u> 54	<u>0,056</u> 22	<u>0,049</u> 17	<u>0,018</u> 7
24	–	<u>0,009</u> 2	<u>0,132</u> 36	<u>0,057</u> 16	<u>0,198</u> 54	<u>0,051</u> 14	<u>0,092</u> 25	<u>0,025</u> 7
28	–	<u>0,042</u> 8	<u>0,163</u> 33	<u>0,043</u> 9	<u>0,248</u> 50	<u>0,045</u> 9	<u>0,167</u> 34	<u>0,037</u> 7
32	<u>0,02</u> 3	<u>0,076</u> 12	<u>0,150</u> 24	<u>0,035</u> 6	<u>0,281</u> 45	<u>0,041</u> 7	<u>0,271</u> 42	<u>0,032</u> 6
36	<u>0,07</u> 10	<u>0,105</u> 12	<u>0,125</u> 14	<u>0,034</u> 4	<u>0,334</u> 40	<u>0,038</u> 4	<u>0,438</u> 50	<u>0,056</u> 6
40	<u>0,175</u> 16	<u>0,144</u> 13	<u>0,075</u> 7	<u>0,032</u> 3	<u>0,426</u> 39	<u>0,038</u> 3	<u>0,569</u> 52	<u>0,067</u> 6

В деловых сортаментах (крупных и средних размеров) допускается наличие гнили (ГОСТ 2140–81; ГОСТ 9462–88), поэтому при раскряжке выделяли сортаменты с гнилью и без гнили, сырье технологическое (ГОСТ 3243–46), дрова топливные (ОСТ 13–76–79). На основании данных сортиментации учетных деревьев были получены модели, характеризующие выход древесины по категориям крупности (табл. 3).

С увеличением диаметра стволов выход наиболее ценных сортаментов (крупных и средних – 1) незначительно увеличивается, мелких сортаментов и техсырья – резко уменьшается при значительном и стабильном увеличении выхода дров (рис. 1). Различия в выходе сортаментов по категориям крупности для здоровых деревьев (без учета гни-

лей) и пораженных гнилями оказалось значительным, особенно для деловой древесины (рис. 2).

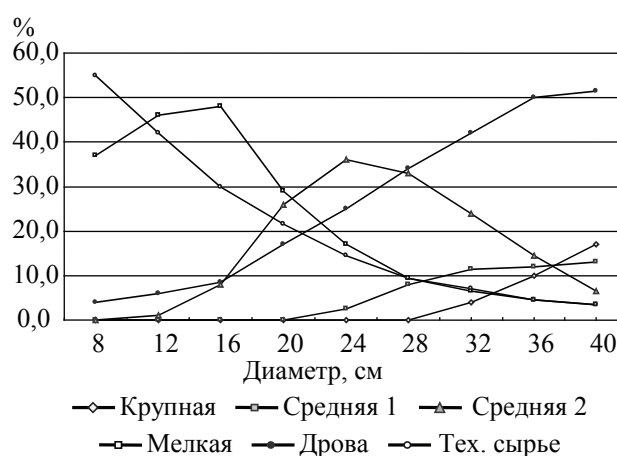


Рис. 1. Выход древесины по категориям крупности для фаутных деревьев осины, %

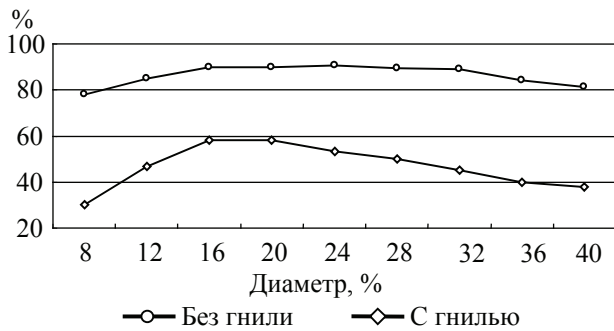


Рис. 2. Сравнение выхода деловой «итога деловой» древесины из здоровых и фаутовых стволов осины

Выход деловой древесины по категориям крупности получен с использованием моделей, но на рисунках указан для отдельных ступеней толщины, так как таксационные нормативы имеют дискретный характер. После увязки выходов древесины по ступеням толщины для разных категорий крупности был получен эскиз сортиментных таблиц (табл. 4).

Наибольшее влияние на товарность деревьев осины оказывают внутренние гнили, вызванные осиновым трутовиком.

С увеличением таксационного диаметра деревьев при их одинаковой высоте происходит увеличение относительной доли кряжа с гнилью.

Из стволов осины, пораженных осиновым трутовиком, можно получать деловые сортименты. При этом выход деловых сортиментов значительно ниже (на 30–60 % в разных ступенях толщины), чем из здоровых стволов (отсутствие гнили). Наибольшее различие в выходе крупной деловой древесины между здоровыми и пораженными осиновым трутовиком деревьями наблюдается у

крупномерных деревьев (ступени толщины – 32–40 см), в выходе средней деловой древесины – у деревьев диаметром от 24 до 32 см, а для мелкой – от 12 до 20 см.

Слабая связь наиболее важных размерных характеристик гнилей с таксационными параметрами деревьев не позволяет дать четкие практические рекомендации по их рациональной раскряжке.

Библиографический список

1. Микалайкевичус, В.М. Сердцевинная гниль осины в лесах Литовской ССР. Исследование споруляции и некоторых других вопросов биологии ее возбудителя (*Phellinus tremulae* Bond. et Boriss.): дис. ... канд. биол. наук / В.М. Микалайкевичус. – Вильнюс, 1959. – 21с.
2. Яблоков, А.С. Воспитание и разведение здоровой осины / А.С. Яблоков. – М.: Гослесбумиздат, 1963. – 441с.
3. Мельников, Е.Г. Развитие сердцевинной гнили осины в связи с возрастом древостоев БССР: дис. канд. с.-х. наук / Е.Г. Мельников. – Минск, 1968. – 31с.
4. Ежов, О.Н. Таксационные параметры распределения гнили в стволах осины / О.Н. Ежов, Р.В. Ершов // Леса Евразии – Восточные Карпаты: матер. IV Межд. конф. молодых ученых. – М.: МГУЛ, 2004. – С. 64–66
5. Гуцин, И.И. Особенности возникновения и распространения сердцевинной гнили в стволах осины / И.И. Гуцин // Лесной журнал. – 1969. – № 6. – С. 163–165.
6. Мирошников, В.С. О повреждении осиновых насаждений Забайкалья сердцевинной гнилью / В.С. Мирошников, Н.И. Федоров // Лесной журнал. – 1969. – № 3. – С. 13–16.
7. Вакин, А.Т. Пороки древесины / А.Т. Вакин, О.И. Полубояринов, В.А. Соловьев. – М.: Лесн. пром-ть, 1980. – 112 с.

К ВОПРОСУ О ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЕ ФЛОРЫ НАГОРНОЙ ЧАСТИ ТЕЛЛЕРМАНОВСКОГО ЛЕСНОГО МАССИВА

Т.С. ЗАВИДОВСКАЯ, доц. Борисоглебского ГПИ, канд. биол. наук

Изучение состояния любой флоры, моделирование вариантов ее дальнейшего развития, оптимизация взаимодействия социума с его окружением предполагают выявление путей формирования данной флоры. В решении этой задачи значительная роль принадлежит анализу географической структуры флоры.

Теллермановский лесной массив расположен на северо-востоке Воронежской области, в пределах южной части Окско-Донской равнины на границе лесостепи со степью. Вся территория, занимаемая Воронежской областью, относится к Восточноевропейской провинции циркумполярной бореальной области [1], а в соответствии с крупномас-

штабной схемой районирования [2] – к Восточно-Европейской лесостепной провинции Европейской степной области. Территория массива, по классификации Ф.Н. Милькова (1996), входит в Среднехоперский придолинный южнолесостепной район.

Географическое положение Теллермановского лесного массива подчиняется общей закономерности распределения зональных островных лесов в лесостепи: они приурочены к возвышенным эродированным формам рельефа [3]. Теллермановская нагорная дубрава существует на южном пределе распространения автоморфных широколиственных лесов, выдвинутых в степь.

Лесной массив представляет собой многоугольник, вытянутый с северо-востока на юго-запад по берегам среднего течения р. Хопра и р. Вороны при ее впадении в р. Хопер. Общая протяженность массива около 65 км, ширина колеблется от 3 до 16 км. Площадь нагорной части составляет ~18 тыс. га. Исторически название «Теллермановская роща» относится именно к нагорным дубравам массива, на что указывает также этимология слова «тилеорман» – нагорный лес [4].

Разнообразные исследования в этом лесном массиве ведутся более ста лет. Их основоположником можно считать Г.А. Корнаковского, который дал характеристику географического положения, границ, площади, климата района, общее описание Теллермановской рощи и ее лесной растительности [5]. Разностороннее биогеоценологическое изучение массива связано с деятельностью Теллермановского опытного лесничества Института лесоведения РАН. Однако флористические исследования, инвентаризация флоры, ее анализ до настоящего времени не осуществлялись. Предпринимаемая попытка является первым опытом выявления географической структуры флоры Теллермановского лесного массива.

В качестве материалов изучения использовались результаты полевых исследований, проводившихся в Теллермановском лесном массиве с 2001 по 2006 г. Выбор маршрутов осуществлялся с учетом наиболее полного охвата разных элементов рельефа и разнообразия типов растительности. С целью

максимального выявления видового многообразия флористические исследования проводились в разные сезоны. Собрано и определено около 2000 гербарных образцов. Названия таксонов приводятся по сводке С.К. Черепанова (1995). Образцы хранятся на кафедре биологии ГОУ ВПО «БГПИ», а также частично в гербарии Воронежского государственного университета.

Точность определения проверялась по эталонной коллекции Хоперского государственного природного заповедника, ряд видов уточнялся кандидатом биологических наук заведующим кафедрой биологии и экологии растений Воронежского государственного университета В.А. Агафоновым, за что автор выражает ему искреннюю благодарность.

Под географической структурой понимаются свойственные данной флоре количественные соотношения видов, представляющих разные типы ареалов. К выделению элементов географической структуры (геоэлементов) флор в ботанической географии разработано несколько подходов. Наиболее распространена их ординация в широтных и долготных поясах. Виды, ареалы которых относятся к одному и тому же поясу или к его части, образуют тип распространения, который называется географическим элементом структуры флоры.

При анализе европейской флоры Г. Вальтер (1982) выделил в ее составе восемь географических элементов: арктический, бореальный, средневропейский, атлантический, средиземноморский, понтический, южносибирский и туранско-центральноазиатский. Данная система удобна при исследовании флоры таких значительных пространств, о которых идет речь в работе немецкого геоботаника. Однако при изучении флоры небольших территорий система географических элементов нуждается в детализации.

В «Определителе растений Мещеры» [6] для флоры Окско-Клязьминского междуречья предлагаются следующие долготные группы и подгруппы: плюрирегиональная, голарктическая, евразийская, евросибирская, евросибирско-древнесредиземноморская, европейская, европейско-древнесредиземноморская, европейско-североамериканская.

Т а б л и ц а
**Географические элементы флоры
нагорной части Теллермановского
лесного массива**

Геоэлементы	Кол-во	Доля, %
Плюрирегиональный	3	0,7
Голарктический	42	10,3
Американско-европейско-западно-азиатский	8	2
Евразийская группа:	110	27,2
4.1.Евразийский внетропический	9	2,2
4.2.Евразийский умеренный	82	20,3
4.3.Евразийский южный умеренный	9	2,2
4.4.Евразийский южный умеренный континентальный	10	2,5
Европейская группа:	70	17,2
5.1.Паневропейский	51	12,6
5.2.Центральноевропейский	6	1,5
5.3.Восточноевропейский	12	3
5.4.Юго-восточноевропейский	1	0,2
Европейско-азиатская группа	166	40,9
6.1.Восточноевропейско-азиатский	3	0,7
6.2.Восточноевропейско-западно-азиатский	26	6,4
6.3.Восточноевропейско-передне-азиатский	2	0,5
6.4.Юго-восточноевропейско-переднеазиатский	4	1
6.5.Европейско-переднеазиатский.	20	5
6.6.Европейско-западноазиатский	111	27,3
Евросибирская группа:	7	1,7
7.1.Европейско-западносибирский	5	1,3
7.2.Восточноевропейско-сибирский.	1	0,2
7.3.Восточноевропейско-западносибирский	1	0,2
Всего	406	100

В широтной зональности выделяются бореальная, неморальная, лесостепная, плюризонная группы. Эти элементы были приняты за основу при описании географической структуры флоры Теллермановского лесного массива.

Наиболее близка, более того, в генетическом отношении едина с Теллермановским лесом флора Хоперского государственного заповедника, глубокий анализ которой дан Н.Н. Цвелевым [7]. Он выделяет 20 географических элементов, среди них адвентивный, интродуцированный и культивируемый.

Последние геоэлементы в контексте данной работы не рассматриваются, поскольку их проникновение в состав флоры так или иначе связано с деятельностью человека, а процесс синантропизации флоры требует специального анализа [8].

С учетом особенностей систематического состава, происхождения, географического положения и площади, занимаемой Теллермановским лесом, рассмотрим геоэлементы, список которых приведен в таблице.

Флора нагорной части Теллермановского лесного массива имеет евразийско-европейско-западноазиатский спектр географических элементов (85,3 %) с некоторой примесью других геоэлементов. Виды, относимые к европейско-азиатскому элементу, составляют 40,9 % флоры; евроазиатские виды – 27,2 %. Заметное место во флоре Теллермановского леса (10,3 %) занимают виды голарктические.

Среди европейско-азиатских видов преобладают (27,3 %) европейско-западноазиатские, т.е. виды, произрастающие преимущественно в Европе, но заходящие в западную часть Азии, где они приурочены главным образом к лесостепной зоне. По фитоценотической принадлежности это преимущественно опушечно-лесные, опушечно-лугово-степные виды. В евразийском географическом элементе доминируют виды, приуроченные к регионам с умеренным климатом (20,3 %). Сравнение полученного спектра геоэлементов со спектром ассоциации *Mixto-Nemoretum Tanaiticum s.l.* [3], куда входит Теллермановский лесной массив, показывает, что в его флоре выражены общие закономерности структуры флор региона. Для смешанных широколиственных донских лесов ассоциации *Mixto-Nemoretum Tanaiticum s.l.* характерен европейский спектр видов с бореальной, южносибирской и субсредиземноморской примесью. Особенностью флоры Теллермановского массива, расположенного близ восточной границы распространения лесов этой ассоциации, является увеличенное участие западносибирских и голарктических видов, что можно связать с историей формирования массива; уменьшение участия геоэлементов, относящихся к более теплым

и влажным климатам, возрастание участия переднеазиатско-европейских видов, приспособленных к аридным районам Юго-Западной Азии.

Соотношение между географическими элементами флоры Теллермановского массива иллюстрирует диаграмма (рисунок).

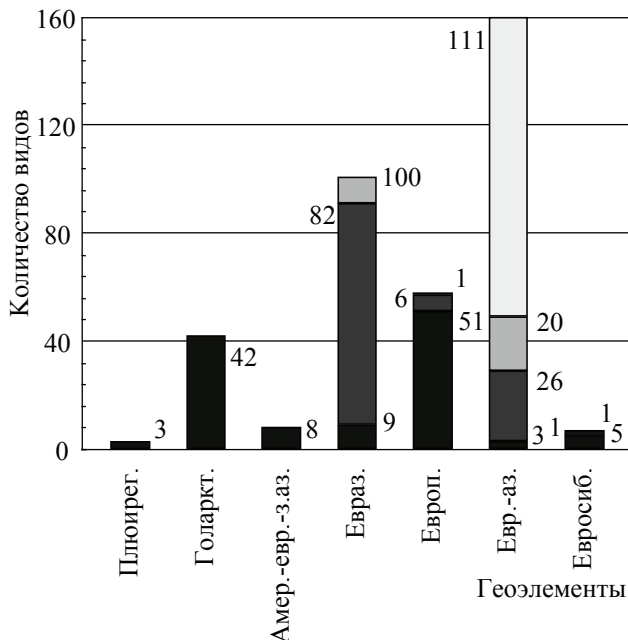


Рисунок. Географические элементы флоры нагорной части Теллермановского лесного массива

Космополитов в составе исследуемой флоры немного. Это такие эвритопные сорные растения, как *Echinochloa crusgalli* (L.) Roem. et Schult, *Potentilla anserina* L. Достаточно велик процент (10,3 %) голарктических видов, обладающих широкими циркумполярными ареалами и неопределенных в эколого-географическом отношении [3]. Вероятно, это связано с историей флоры Теллермановского массива, которая претерпевала неоднократные изменения вслед за изменениями климата в голоцене. В таких условиях виды с широкой эколого-географической амплитудой имели больше шансов сохраниться, чем стенобионтные виды. Показательна также фитоценотическая принадлежность видов голарктического геоэлемента. Они приурочены к экотонам нагорных территорий: опушкам, лугово-степным, лугово-болотным участкам небольшой площади. Ряд видов этой группы (*Artemisia vulgaris* L., *Berteroa incana* (L.) DC, *Bidens tripartite* L., *Galium aparine* L., *Matricaria matricarioides*

(Less.) Porter., *Xanthium strumarium* L. и др.) относится к сорным.

Евразиатский элемент представлен эвритопными видами, обитающими в различных эколого-географических условиях. Однако большая часть видов этого геоэлемента флоры Теллермановского лесного массива тяготеет к умеренной зоне (*Anemone sylvestris* L., *Cardaria draba* L., *Astragalus danicus* Retz., *Lathyrus palustris* L., *Lycopus exaltatus* L. fill., *Scabiosa ochroleuca* L. и др.).

Ряд видов (*Alisma plantago* L., *Echium vulgare* L., *Lathyrus pratensis* L., *Tussilago farfara* L. и др.) заходит в Северную Африку. Большинство видов евразиатского происхождения имеет неопределенную фитоценотическую специализацию, являясь опушечно-луговыми (*Achillea millefolium* L., *Agrostis gigantea* Roth., *Euphorbia esula* L., *Leucanthemum vulgare* Lam. и др.) опушечно-лугово-болотными (*Lysimachia vulgaris* L., *Valeriana officinalis* L., *Veronica longifolia* L. и др.), опушечно-лугово-степными (*Anemone sylvestris* L., *Dracocephalum thymiflorum* L., *Fragaria viridis* Duch., *Medicago lupulina* L. и др.). Вместе с тем, встречаются и настоящие лесные виды (*Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm., *Aegopodium podagraria* L., *Gagea lutea* (L.) Ker-Gavl). Хотя их участие в составе евразиатского географического элемента невелико, они являются наиболее важными компонентами фитоценозов Теллермановского леса. Во многих типах нагорного леса сныть выступает доминантом травяного яруса, нередко образуя на значительных площадях почти одновидовую покров. Некоторые исследователи (Курнаев, 1980) отмечают, что сныть типична для более северных прохладных и влажных широколиственных лесов, а Ю.Д. Клепов относит этот вид к европейскому географическому элементу, оговаривая, однако, его распространение на территории Южной Сибири, Средней Азии, Крыма, Кавказа, Малой Азии.

Европейско-азиатская группа наиболее представительна во флоре Теллермановского лесного массива. На ее долю приходится 40,9 %, или 166 видов. В данной группе геоэлементов ведущее место в Теллермановском лесу занимает европейско-западноазиатский. Лесостепь является южной границей массового распространения этого геоэлемента, хотя

большинство видов иррадиируют в другие области. Некоторые представители встречаются на Кавказе (*Lathyrus sylvestris* L., *Tragopogon major* Jacq.), в Северной Африке (*Sedum acre* L.). Однако большинство видов имеет четко определенный ареал, обусловленный приуроченностью преимущественно к неморальным широколиственным лесам. Данная особенность позволяет *a priori* предполагать, что именно этот геоэлемент и должен составлять основу флоры Теллермановского лесного массива. Включения других элементов следует рассматривать как отклонения, требующие дополнительного объяснения.

Среди европейско-западноазиатских видов необходимо отметить *Quercus robur* L. Он широко распространен в Западной Европе, но заходит за Урал [1], образуя длинный выступ ареала на восток. Область распространения свидетельствует о теплолюбивости дуба черешчатого. В голоцене расселение дуба шло из рефугиумов, а также, вероятно, из мест его происхождения – сухих хорошо освещенных предгорий Карпат и Кавказа, где он образовывался из *Quercus roburoides* [9] в конце плиоцена – постплиоцене. Расселение дуба шло на север, северо-восток. Попав на территорию Теллермановского массива ~8–9 тыс. лет назад, он к середине I тысячелетия до н.э. вытеснил березово-сосновые леса.

К европейско-западноазиатскому подэлементу относятся также такие характерные для Теллермановской дубравы виды, как *Anemone ranunculoides* L., *Corylus avellana* L., *Ficaria verna* Huds., *Lamium maculatum* L., *Stellaris holostea* L., и другие. К этому элементу принадлежит нуждающийся в охране *Clematis integrifolia* L., изредка встречающийся на опушках солонцовых полей. Заслуживают охраны *Fritillaria ruthenica* Wickstr., *Pedicularis dasystachys* Schrenk. Рябчик спорадически встречается во всех открытых и длительно существующих местообитаниях на территории массива, тогда как мытник известен только в некоторых из них. Виды европейско-западноазиатского геоэлемента в большинстве имеют сходный фитоценотический адрес – это опушечные (опушечно-луговые, опушечно-лесные, опушечно-степные) растения. Интересно отметить их

светолюбие, что находит отражение в местообитаниях, занимаемых ими в Теллермановском лесном массиве. Например, *Astragalus verticillatus* L. встречается преимущественно по южным и юго-западным опушкам леса на границе с остепненными полянами, на самих полянах, на плато в предсклоновой полосе и верхней части пологих склонов южной, юго-восточной, юго-западной экспозиций.

Многие виды европейско-западноазиатского геоэлемента, представленные во флоре Теллермановского леса, интересны с точки зрения выявления факторов, лимитирующих их распространение в сторону усиления континентальности климата. Ю.Д. Клеопов отмечает, что продвижение некоторых европейских видов в этом направлении оказывается возможным до предгорий Кузнецкого Алатау и Алтая благодаря увеличению количества осадков на их отрогах. На территории Теллермановского массива такие виды занимают преимущественно опушки, светлые и хорошо прогреваемые склоны южных экспозиций, а также юго-западные части массива, граничащие со степью. Например, *Evonymus europaea* L., *Salvia stepposa* Shost., *Cerasus fruticosa* Woron., *Centaurea scabiosa* L., *Gladiolus imbricatus* L. Последний вид требует охраны.

Видов, не доходящих до р. Волги, в европейском геоэлементе немного (около 18). Это такие центральноевропейские виды, как *Atropa belladonna* L., *Corydalis intermedia* (L.) Merat., *Acer platanoides* L. Они захватывают территорию Теллермановского массива восточным крылом своего ареала. Из центральноевропейских обитателей Теллермановского леса в Заволжье проникает только *Fraxinus excelsior* L.

Немногочисленна в Теллермановском лесном массиве подгруппа восточноевропейских видов: *Chamaecytisus ruthenicus* Klaskova, *Potentilla canescens* Bess., *Sempervivum ruthenicum* Koch. и некоторые другие. Все они тяготеют к южной части ареала данного геоэлемента и по своей фитоценотической принадлежности являются опушечно-степными.

В составе флоры Теллермановского лесного массива количество видов, относящихся к евросибирскому элементу, незначительно

(1,7 %). Среди них прежде всего необходимо отметить березу (*Betula pendula* Roth.), образующую светлые леса в Западной Сибири, выступающие переходной зоной [1] между степью и тайгой, а также осину (*Populus tremula* L.). С точки зрения экологической специализации это гелиофиты, а с точки зрения фитоценотической – лесные и опушечно-лесные виды, что определяет их основные местообитания. В Теллермановском массиве евросибирские и сопутствующие им виды явно демонстрируют свои предпочтения. Например, *Platantera bifolia* (L.) Rich. встречается здесь либо вместе с березой, либо по осветленным участкам. Вид нуждается в охране.

Американско-западноазиатско-европейский геоэлемент представлен восемью видами (2,0 %). Это типичные для Теллермановского лесного массива растения, такие как *Polygonatum multiflorum* (L.) All., *Scrophularia nodosa* L., *Lysimachia nummularia* L., менее широко распространенные *Galium mollugo* L., *G. palustre* L. и некоторые другие.

Дизъюнктивный ареал ряда видов указывает, с одной стороны, на их древность, с другой стороны, на прежнюю непрерывность ареала. Во время оледенений четвертичного периода ареал многих видов оказался разорванным, и они сохранились лишь в его отдельных частях. Например, некоторые неморальные виды пережили оледенение и в Западной Сибири, и в Южной Европе. В таких случаях бывает трудно установить, откуда именно они пришли в Теллермановский лес.

Изучение географической структуры флоры Теллермановского лесного массива позволяет высказать несколько предположений о ее формировании.

Связь многих видов Теллермановской дубравы с кавказской флорой привела исследователей [3, 9, 10] к мысли о ее кавказском происхождении. Данная гипотеза выглядит в настоящее время наиболее правдоподобной. Следуя ей, предполагаем, что такие типичные представители флоры Теллермановской нагорной дубравы, как сныть, копытень и некоторые другие, пришли вместе с дубом, поскольку «растения часто переселяются целыми сообществами или группами видов» [10]. Кавказское происхождение, бесспорно, имеют та-

кие виды, как *Anemone ranunculoides*, *Stellaria holostea*, *Lathyrus vernus* и некоторые другие. Сныть занимает доминирующее положение в сложении травяного покрова водораздельных плато и северных склонов, где произрастает поздняя раса дуба *Quercus robur* L. var. *tardiflora* Czern., которая переселилась, как полагают, с Кавказа и позже дала начало ранней расе *Q. robur* L. var. *praecox* Czern. Однако возможен и северный путь проникновения сныти в Теллермановский лес. С.Ф. Курнаев отмечает, что в связи с жаркими сухими погодными во второй половине лета неморальные виды в дубравах южной лесостепи часто не успевают пройти полный цикл развития. Тогда как в широколиственных (липовых) лесах средней полосы России эти же виды благодаря большей влажности успешно развиваются и ежегодно плодоносят. Кроме того, сныть – типичный сциофит [9], что соответствует условиям теневых лесов северной лесостепи и лесной зоны, тогда как в южной лесостепи дубравы для нее избыточно светлые. Все это позволяет предположить, что сныть проникла на территорию Теллермановского лесного массива в составе неморальной флоры в более холодные и влажные периоды, но осталась здесь и после аридизации климата и смены доминантов древесного яруса.

В соответствии с идеей совместной миграции видов можно предположить, что и сообщества солонцовых полей (кермековые, полынные и другие) пришли сюда в ксеротермический период из переднеазиатских пустынь. Солонцовые поляны сохранили до наших дней ксероморфную физико-географическую среду, способствуя продвижению теплолюбивой флоры на север. Сходные влияния на лесную среду оказывают также остепненные участки массива, поддерживая условия для существования представителей флор южных и юго-западных областей вне их основного ареала.

Липовые дубравы (*Tilia cordata* и *Quercus robur*) с неморальным комплексом травяных растений вытеснили в позднем плейстоцене грабовые леса и более южные виды – *Tilia platyphyllos* Scop. и *Quercus petraea* Liebl. Однако остатки южных видов до сих пор изредка встречаются на исследуемой территории, например *Dentaria quinquefolia*

М.В., характерная для буковых лесов Крыма и Кавказа.

Липовые, дубово-липовые леса доминировали в районе Теллермановского леса в XI–XV вв. Вплоть до конца XIX в. липа мелколистная оставалась здесь самым распространенным видом среди древесных лесобразующих растений. Следы присутствия липняков заметны по представительной группе неморальных видов, свойственных всем среднерусским широколиственным лесам.

Исследования палеопочв Русской равнины [11] свидетельствуют о древнем возрасте дубрав и относительной стабильности лесостепного ландшафта на протяжении 3 тыс. лет. Существенно подчеркнуть именно относительную стабильность. Положение ряда дубрав южной лесостепи на границе со степью побуждало исследователей задуматься над вопросом взаимодействия лесных и травяных ценозов. Анализ флоры показывает, что она является своего рода результатом этого взаимодействия. Ю.Д. Клеопов отмечал перманентную борьбу, протекающую в дубравах в постледниковое время, между теневыми (в данный момент более северными) и светолюбивыми (более южными и юго-западными) флористическими комплексами. Точнее говорить о взаимодействии между ними [9], в результате которого и складывается флора лесостепных дубрав. В течение истории массива различные факторы меняли соотношение леса и степи. С расселением человека появилась новая группа факторов, оказывающих существенное влияние на флористический состав дубравы. От-

мечаются мезофилизация, конвергенция, унификация флор. Это делает задачу их изучения актуальной и значимой с точки зрения отображения быстро и необратимо изменяющейся видовой структуры локальных фитоценозов и сохранения для биоразнообразия планеты.

Библиографический список

1. Тахтаджян, А.Л. Флористические области Земли / А.Л. Тахтаджян. – Л.: Наука, 1978. – 248 с.
2. Исаченко, Т.И. Ботанико-географическое районирование / Т.И. Исаченко, Е.Н. Лавренко // Растительность европейской части СССР. – Л.: Наука, 1980. – С. 10–32.
3. Клеопов, Ю.Д. Анализ флоры широколиственных лесов европейской части СССР / Ю.Д. Клеопов. – Киев: Наук. думка, 1990. – 352 с.
4. Скрыбин, М.П. О происхождении названия «Теллермановский лес» / М.П. Скрыбин. – Воронеж: Известия ВГО, 1949. – № 2. – С. 256–257.
5. Корнаковский, Г.А. Типы насаждений Теллермановской роши / Г.А. Корнаковский // Лесопром. вестник, 1904. – № 11.
6. Определитель растений Мещеры в 2 частях; под ред. В.Н. Тихомирова. – М.: МГУ. – 1986, 1987. – 240 с., 224 с.
7. Цвелев, Н.Н. Флора Хоперского государственного заповедника / Н.Н. Цвелев. – Л.: Наука, 1988. – 191 с.
8. Флора Липецкой области / под ред. В.Н. Тихомирова. – М.: Аргус, 1996. – 376 с.
9. Курнаев, С.Ф. Теневые широколиственные леса Русской равнины и Урала / С.Ф. Курнаев. – М.: Наука, 1980. – 316 с.
10. Камышев, Н.С. Растительных покровов Воронежской области и его охрана / Н.С. Камышев, К.Ф. Хмелев. – Воронеж: ВГУ, 1976. – 181 с.
11. Ахтырцев, Б.П. История формирования и антропогенная эволюция серых лесостепных почв / Б.П. Ахтырцев // Вестник ВГУ. – Сер. 2. Естественные науки, 1996. – № 2. – С. 11–19.

ФЛОРА ВЫСШИХ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ ПРЕДГОРНОЙ ЧАСТИ СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ИЛЫЧ ПЕЧОРО-ИЛЫЧСКОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА

В.А. КАНЕВ, *Институт биологии КОМИ научного центра УрО РАН, канд. биол. наук*

Летом 2004 г. проводились флористические исследования в районе кордона Шежим-Дикост Шежимилычского флористического района Печоро-Илычского заповедника. Согласно геоботаническому районированию, принятому в России [1], изученная территория относится к Камско-Печорско-Западноураль-

ской подпровинции Урало-Западносибирской таежной провинции Евразийской таежной области и располагается в полосе экотона подзона северной и средней тайги. Было выявлено, что флора высших сосудистых споровых, голосеменных и покрытосеменных растений Шежимилычского флористическо-

го района (окрестности кордона Шежим-Дикост) Печоро-Илычского заповедника составляет 347 видов, относящихся к 201 родам и 74 семействам.

Исследования проводились маршрутами в радиусе 10–15 км от кордона на территории заповедника и охватывали все возможные местообитания растений (леса, луга, берега рек, водоемы, скалы, бечевники). Было собрано свыше 500 листов гербария. По данным З.Г. Улле с соавторами [3], здесь произрастает 382 вида высших сосудистых споровых голосеменных и покрытосеменных растений. Названия растений приводятся по сводке С.К. Черепанова [2].

Нами для данной территории найдены впервые 32 вида растений (*Polypodium vulgare* L., *Potamogeton pectinatus* L., *Tricglochin palustre* L., *Butomus umbellatus* L., *Anthoxanthum odoratum* L., *Hierochloe odorata* (L.) Beauv., *Festuca pratensis* Huds., *Poa annua* L., *Poa palustris* L., *Poa supina* Schrad., *Carex tenuiflora* Wahlenb., *Carex vesicaria* L., *Eleocharis palustris* (L.) Roem., *Scirpus lacustris* L., *Juncus nodulosus* Wahlenb., *Salix myrsinites* L., *Fallopia convolvulus* (L.) A.Love, *Persicaria amphibia* (L.) S.F. Gray, *Persicaria hydropiper* (L.) Spach, *Coccyganthe flos-cuculi* (L.) Fourt., *Spergula arvensis* L., *Stellaria graminea* L., *Polygala amarella* Grantz, *Chamaepericlymenum suecicum* (L.) Aschers. & Graebn., *Galeopsis speciosa* Mill., *Stachys paustris* L., *Rhinanthus vernalis* (N.Zing.) Schischk. & Serg., *Cirsium palustre* (L.) Scop., *Cirsium setosum* (Willd.) Bess., *Leontodon autumnalis* L., *Lepidotheca suaveolens* (Pursh) Nutt., *Ligularia sibirica* (L.) Cass.), которые не отмечены в монографии Улле З.Г. с соавторами [3].

Из вновь найденных видов наибольший интерес представляет папоротник многоножка обыкновенная (*Polypodium vulgare* L.), которая включена в Красную книгу Республики Коми, часть вновь найденных растений является сорной. Они продолжают проникать на новые территории. В общей сложности флора данного района, с учетом наших и литературных данных, составляет 410 видов. Большинство видов являются широко встречающимися в таежной зоне республики Коми, но ряд видов находятся

на границе распространения: на северной (*Daphne mezereum*, *Paris quadrifolia*) и южной (*Juniperus sibirica*, *Chamaepericlymenum suecicum*) границах распространения, часть – редкие и охраняемые в Республике Коми. Уровень видового богатства флоры является относительно богатым для данной территории, несмотря то что данная территория является типично лесной и отсутствуют некоторые сообщества, где могли произрастать еще другие виды. Например, отсутствуют крупные луга, верховые болота, озера, где могут произрастать луговые, болотные и водные растения. Но имеются скальные обнажения и выходы, на которых много редких и больше не встречающихся в других местах растений, например некоторые виды папоротников и охраняемые растения.

Анализ флоры проводится по нашим данным (347 видов). Основное ядро среди крупных систематических групп (сосудистые споровые, голосеменные, покрытосеменные) составляют покрытосеменные (310 видов), а в них преобладают двудольные. Их отношение к однодольным 2,8 к 1,0. Сосудистые споровые растения (хвощи, плауны, папоротники) представлены 31 видом (8 видов хвощей, 18 видов папоротников и пять вида плаунов). Это относительно высокое разнообразие данных растений, так как в других лесных флорах расположенных на равнине, этот показатель более низок. Это связано с наличием здесь большего количества скальных обнажений и нахождением изучаемой территории в предгорьях и на небольшой выраженной высотной поясности (перепады высот от 150 до 400 м над уровнем моря). Голосеменные представлены 6 видами (*Juniperus communis*, *Juniperus sibirica*, *Pinus sibirica*, *Pinus sylvestris*, *Abies sibirica*, *Picea obovata*). Именно голосеменные образуют основные растительные сообщества: еловые, кедровые и пихтовые леса. Но в данном районе не обнаружена лиственница сибирская (*Larix sibirica*). Пропорция флоры (среднее число видов в роде и семействе) составляет 1,0 к 3,0, 1,0 к 4,9. Родовой коэффициент равен 62,1 %. Высокое значение его говорит о миграционном характере флоры. Другие основные систематические показатели флоры приведены в табл. 1, 2.

Т а б л и ц а 1

Систематическая структура флоры

Показатели	Число видов	
	ед.	%
Споровые сосудистые	31	8,9
Голосеменные	6	1,7
Покрытосеменные,	310	89,4
в том числе:	----	----
однодольные	82	23,7
двудольные	228	65,7
Соотношение числа двудольных и однодольных	2,8:1,0	—
Число видов	347	----
Родов	201	----
Семейств	74	----
Пропорции флоры	1,0:2,7:4,6	----
Родовой коэффициент, %	57,9	----
Родовая насыщенность	1,7	----
Число видов в 10 ведущих семействах	198	57,5
Число семейств с одним родом	37	50
Число семейств с одним-двумя видами	45	60,8
Число родов с одним видом	140	69,6

Наиболее крупным семейством по численности видов является *Asteraceae* (38 или 11,8 %), далее следует *Poaceae* с 35 видами, и заметно от них отстает *Cyperaceae* с 27 видами. На 4 месте находится *Rosaceae* с 18 видами, на 5–6 местах *Ranunculaceae* и *Caryophyllaceae* с 17 видами каждое. Далее следуют *Saicaceae* (15), *Fabaceae* (12), *Polygonaceae* (10) и замыкает десятку ведущих семейств *Lamiaceae* с 9 видами (табл. 2).

Первые три места в нашей флоре занимают те же семейства, что и в таежной

зоне. Набор ведущих семейств такой же, как и в целом в таежной зоне, но порядок расположения другой. Всего ведущие семейства включают более половины ведущего состава (57,5 %), что характерно в целом для таежных флор европейского северо-востока.

Наиболее крупным родом по количеству видов является *Carex* (22). Большинство видов осок в целом являются довольно обычными для таежных флор и произрастают вблизи водоемов и заболоченных мест (*Carex aquatilis*, *Carex rhynchophysa*), а вид осоки *Carex globularis* (осока шаровидная) часто является доминантом в болотных и лесных сообществах, некоторые виды встречаются на скалах (*Carex pediformis*, *Carex digitata*). Вторым родом по численности видов – *Salix* (14), все виды этого рода являются древесными породами (деревьями, кустарниками), и произрастают на болотах (*Salix hastata*), по берегам рек (*Salix viminalis*), в лесах (*Salix caprea*). Относительным разнообразием видов отличаются роды *Stellaria*, *Equisetum*, *Poa*, *Hieracium*, *Rubus*, *Ranunculus*, *Viola*, *Rumex*.

Наибольшее количество родов содержат семейства *Asteraceae* (24) и *Poaceae* (17), далее следуют *Rosaceae* (12), *Ranunculaceae* (11), *Caryophyllaceae* (9), *Lamiaceae* (8), *Brassicaceae* (7).

Географический анализ флоры по составу широтных групп показал преобладание бореальных видов, к числу которых относятся более 60,0 % выявленных сосудистых растений (табл. 3).

Т а б л и ц а 2

Ведущие семейства и рода флоры

Ведущие семейства	Число видов, ед.	Число видов, %	Ведущие рода	Число видов, ед.	Число видов, %
<i>Asteraceae</i>	8	11,0	<i>Carex</i>	22	6,3
<i>Poaceae</i>	35	10,1	<i>Salix</i>	14	4,0
<i>Cyperaceae</i>	27	7,8	<i>Stellaria</i>	9	2,6
<i>Rosaceae</i>	18	5,2	<i>Equisetum</i>	8	2,3
<i>Ranunculaceae</i>	17	4,9	<i>Poa</i>	8	2,3
<i>Caryophyllaceae</i>	17	4,9	<i>Hieracium</i>	7	2,0
<i>Saicaceae</i>	15	4,3	<i>Rubus</i>	6	1,7
<i>Fabaceae</i>	12	3,5	<i>Ranunculus</i>	6	1,7
<i>Polygonaceae</i>	10	2,9	<i>Viola</i>	5	1,4
<i>Lamiaceae</i>	9	2,9	<i>Rumex</i>	5	1,4

Т а б л и ц а 3

Географическая структура флоры

Группа видов	Число видов	
	ед.	%
Широтные группы:		
Аркто-альпийская	19	5,5
Арктическая	3	0,8
Гипоарктическая	36	10,4
Бореальная	237	67,7
Неморально-бореальная	13	3,7
Неморальная	5	1,6
Лесостепная	3	0,8
Бореально-горная	4	1,1
Полизоная	27	7,8
Эндемики	2	0,6
Долготные группы:		
Голарктическая	131	37,7
Евразийская	134	38,7
Европейская	41	11,8
Азиатская	29	8,3
Космополит	10	2,9
Эндемики	2	0,6

Большинство бореальных видов являются широко распространенными видами и нередко являются доминирующими и ценнообразующими видами сообществ – береза пушистая (*Betula pubescens*), пихта сибирская (*Abies sibirica*), ель сибирская (*Picea obovata*), вейник пурпурный (*Calamagrostis purpurea*), бодяк разнолистный (*Cirsium heterophyllum*), осока шаровидная (*Carex globularis*).

Суммарное участие северных широтных групп составило более 16%. Арктических видов всего три – астрагал субполярный (*Astragalus subpolaris*), селезеночник четырехтычинковый (*Chrysosplenium tendrarum*) и звездчатка чашечкоцветная (*Stellaria calycantha*). Из аркто-альпийских видов (5,5%) встречаются вудсия гладкая (*Woodsia glabella*), мятлик альпийский (*Poa alpina*), ива копьевидная (*Salix hastata*), горец живородящий (*Bistorta vivipara*), камнеломка поникшая (*Saxifraga cernua*), манжетка Мурбека (*Alchemilla murbeckiana*), фиалка двуцветная (*Viola biflora*), белокопытник гладкий (*Petasites radiatus*). Часть аркто-альпийских видов встречаются здесь на южной границе распространения. Из гипоарктических видов (10,4%) – пузырник горный (*Rhizomatopteris montana*), щучка извилистая (*Avenella flexuosa*), пушица влагилищная

(*Eriophorum vaginatum*), ольховник кустарниковый (*Duschekia fruticosa*), осока заливная (*Carex paupercula*), очанка холодная (*Euphrasia frigida*), береза карликовая (*Betula nana*), лютик северный (*Ranunculus propinquus*), дерен шведский (*Chamaepericlymenum suecicum*) и др.

Южные широтные группы включают неморальные, неморально-бореальные и лесостепные виды, в общей сложности их доля достигает 6,1%, часть из них являются реликтами климатического оптимума голоцена.

Неморальных видов во флоре пять – осоки пальчатая, стоповидная и корневищная (*Carex digitata*, *C. pediformis*, *Carex rhizina*), звездчатка лесная и ланцетовидная (*Stellaria nemorum* и *S. holostea*). Неморально-бореальных больше (13 видов или 3,7%) – недотрога мелкоцветковая (*Impatiens parviflora*), волчьего лыка обыкновенное (*Daphne mezereum*), черемуха обыкновенная (*Padus avium*), яснотка белая (*Lamium album*), мятлик неморальный (*Poa nemoralis*), чина весенняя (*Lathyrus vernus*), вероника дубравная (*Veronica chamaedrys*), перловник поникший (*Melica nutans*). Виды этих групп произрастают в пойменных лесах с почвой, богатой питательными веществами, достаточным увлажнением и защищенных от сильных ветров. Лесостепных видов всего три или 0,8% – ветреница лесная (*Anemone sylvestris*), копеечник альпийский (*Hedysarum alpinum*), астрагал датский (*Astragalus danicus*). Четыре вида относятся к бореально-горной группе – многоножка обыкновенная (*Polypodium vulgare*), костенец зеленый (*Asplenium viride*), костенец постенный (*Asplenium ruta-muraria*), малина сахалинская (*Rubus sachalinensis*). Виды с полизоной распространением составляют 7,8% флоры. Часть из них являются сорными и произрастают около кордона Шижим (ромашка ромашковидная – *Lepidotheca suaveolens*, крапива двудомная – *Urtica dioica*, жерушник болотный – *Rorippa palustris*, горец птичий – *Polygonum aviculare* и др.), а другая часть – водными, встречающимися в основном водотоке – в русле реки Илыч и ее притоках (сусак зонтичный – *Butomus umbellatus*, рдест злаковидный – *Potamogeton gramineus*, уруть колосистая – *Myriophyllum spicatum*, роголистник погруженный – *Ceratophyllum demersum*). Два вида относятся к эндемикам европейс-

кого северо-востока – ветреница пермская (*Anemonastrum biarmense*) и чабрец Талиева (*Thymus taljievii*).

В составе флоры среди долготных групп преобладают виды с широкими голарктическими и евразийскими ареалами (соответственно 37,7 и 38,7 %) (табл. 3). Расположение данной территории на Урале обусловило наличие азиатских видов, доля которых составила около 8,0 %. Это выше, чем на более западных территориях (Мартыненок, 1974, 1996). К азиатским видам относятся основные древесные породы – ель сибирская (*Picea obovata*), пихта сибирская (*Abies sibirica*), сосна кедровая (*Pinus sibirica*). Кроме того, к этой группе относятся и другие виды – можжевельник сибирский (*Juniperus sibirica*), ольховник кустарниковый (*Duschekia fruticosa*), ива енисейская (*Salix jenisseensis*), пион уклоняющийся (*Paeonia anomala*). Географическое расположение изучаемой территории обусловило снижение доли европейских видов (11,8 %) по сравнению с западными территориями (Мартыненок, 1974, 1996). Космополитных видов немного, их всего 2,9 % – рдест гребенчатый (*Potamogeton pectinatus*), мятлик однолетний (*Poa annua*), горец птичий (*Polygonum aviculare*), мшанка лежачая (*Sagina procumbens*). Большинство видов этой группы являются сорными. Так как доля

видов этой группы низка, то можно сказать, что данная территория испытывает малое антропогенное воздействие.

Во флоре обнаружено 16 охраняемых в Республике Коми видов сосудистых растений, включенных в региональную Красную книгу [4]. В табл. 4 приводится классификация указанных выше видов по категориям охраны согласно шкале Международного союза охраны природы. Виды категорий 0(Ex) – вероятно, исчезнувшие и 1(E) – находящиеся в республике под угрозой исчезновения, на данной территории отсутствуют. Видов второй категории 2 (V), включающей растения с сокращающейся численностью, пять. Таковыми являются *Cryptogramma stelleri*, *Anemonastrum biarmense*, *Paeonia anomala*, *Pinus sibirica*, *Rhodiola rosea*. Два вида (*Polypodium vulgare*, *Asplenium ruta-muraria*) относятся к редким растениям – категория охраны 3(R). К четвертой категории 4(I) с неопределенным статусом относится один вид – *Chrysosplenium tendrarum*. Значительное количество растений (*Dactylorhiza fuchsii*, *Woodsia glabella* и др.) представлено в дополнительной, пятой 5(Cd) категории охраны, куда включаются виды, в настоящее время имеющие высокую численность, но подвергающиеся интенсивному уничтожению, будучи декоративными и лекарственными, и поэтому нуждающиеся в биологическом надзоре.

Т а б л и ц а 4

Охраняемые сосудистые растения

Название вида	Семейство	Категория охраны
<i>Cryptogramma stelleri</i> (S.G. Gmel.) Prantl	<i>Cryptogrammaceae</i>	2(V)
<i>Anemonastrum biarmense</i> (Juz.) Holub	<i>Ranunculaceae</i>	2(V)
<i>Paeonia anomala</i> L.	<i>Paeoniaceae</i>	2(V)
<i>Pinus sibirica</i> Du Tour	<i>Pinaceae</i>	2(V)
<i>Rhodiola rosea</i> L.	<i>Crassulaceae</i>	2(V)
<i>Polypodium vulgare</i> L.	<i>Polypodiaceae</i>	3(R)
<i>Asplenium ruta-muraria</i> L.	<i>Aspleniaceae</i>	3(R)
<i>Chrysosplenium tendrarum</i> (Lund ex Malmgr.) Th. Fries	<i>Saxifragaceae</i>	4 (I)
<i>Asplenium viride</i> Huds.	<i>Aspleniaceae</i>	5(Cd)
<i>Anemone sylvestris</i> L.	<i>Ranunculaceae</i>	5(Cd)
<i>Cotoneaster melanocarpus</i> Fisch. ex Blytt	<i>Rosaceae</i>	5(Cd)
<i>Dactylorhiza fuchsii</i> (Druce) Soo	<i>Orchidaceae</i>	5(Cd)
<i>Thymus taljievii</i> Klok. et Shost.	<i>Lamiaceae</i>	5(Cd)
<i>Hedysarum alpinum</i> L.	<i>Fabaceae</i>	5(Cd)
<i>Hedysarum arcticum</i> B. Fedtsch.	<i>Fabaceae</i>	5(Cd)
<i>Woodsia glabella</i> R. Br.	<i>Woodsiaceae</i>	5(Cd)

Примечание. Статус охраны согласно Красной книге Республики Коми [4]

Видовое разнообразие является невысоким в связи с недостаточным обследованием самой территории и отдельных сообществ – водных, болотных и горных и невыявлением ранее обнаруженных здесь видов. Относительно высоко разнообразие папоротников (часть которых являются редкими и охраняемыми) по сравнению с равнинными территориями, в связи с наличием карбонатных почв.

Географическая структура флоры характерна для предгорной части Урала: увеличение доли видов северной широтной группы, небольшое количество видов южных широтных групп, относительно большое участие азиатских видов и малое разнообразие европейских видов. Сорных видов мало, потому что антропогенные изменения на данной территории минимальны, и поэтому данную территорию можно считать эталонной.

Во флоре произрастает 16 видов охраняемых в Республике Коми видов сосудистых

растений, которые включены в Красную Книгу [4]. Большинство редких растений произрастают в пойменных и скальных сообществах, часть которых встречаются только на Урале. Исследование данной территории необходимо продолжить для выявления новых видов растений и обнаружения популяций редких и охраняемых растений.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ–04-04-96033.

Библиографический список

1. Исаченко, Т.И. Ботанико-географическое районирование / Т.И. Исаченко, Е.М. Лавренко // Растительность европейской части СССР. – Л., 1980. – С. 10–20.
2. Черепанов, С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР) / С.К. Черепанов. – СПб., 1995. – 990 с.
3. Лавренко, А.Н. Флора Печоро-Илычского биосферного заповедника / А.Н. Лавренко, З.Г. Улле, Н.П. Сердитов. – СПб., 1995. – 255 с.
4. Красная книга Республики Коми. – М., 1998. – 527 с.

ЕСТЕСТВЕННЫЙ ОТБОР И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСКУССТВЕННОГО ОТБОРА НА СКОРОСТЬ РОСТА В ПОПУЛЯЦИЯХ ХВОЙНЫХ ПОРОД

В.В. КОРОВИН, *проф. каф. селекции, генетики и дендрологии МГУЛ, д-р биол. наук,*
Д.Е. РУМЯНЦЕВ, *доц. каф. ботаники и физиологии растений МГУЛ, канд. биол. наук*

Снижение оборота рубки в древостоях хозяйственно ценных пород, увеличение в них запаса древесины к моменту рубки главного пользования представляют собой крайне заманчивые для лесовода задачи, на разрешение которых так или иначе направлено большинство лесоводственных исследований. В связи с этим представляется фундаментально важным обсуждение биологических механизмов формирования у лесных пород в ходе эволюции такого признака, как наследственно заданный темп роста.

Очевидно, что с выходом растений на сушу конкуренция за свет привела к формированию у них жесткого стебля, основной функцией которого являлся вынос ассимиляционной поверхности как можно выше над землей. Наиболее высокие экземпляры получали преимущество в борьбе за выживание, перехватывая световую энергию у более низкорослых конкурентов. Таким образом,

основной вектор действия естественного отбора для переселившихся на сушу растений первоначально должен был быть направлен на максимализацию высоты и скорости роста растения. Неслучайно поэтому, что наиболее древней жизненной формой у наземных растений является дерево, и лишь затем в ходе эволюции возникают кустарники и травы [1]. У современных деревьев скорость роста может варьироваться вследствие выработавшегося в ходе эволюции свойства «настройки» скорости роста на основе модификационной изменчивости: генетически детерминированная программа максимального роста включается лишь в сомкнутом насаждении, тогда как, не «чувствуя» конкуренции, дерево не стремится усиленно расти в высоту. Адаптивный смысл наличия такого механизма «настройки» очевиден – перевод энергетических ресурсов на плодоношение в более раннем возрасте при отсутствии конкурентной угро-

зы. Стремление расти в высоту порождает необходимость адекватного наращивания диаметра, способного обеспечить механическую прочность ствола, но не более того.

Изложенная картина была бы неполной без учета того, что предел роста в высоту должен быть ограничен генетически, ведь индивиду приходится поднимать влагу и минеральные вещества на все большую высоту, совершая тем самым все большую работу; также обмен фитогормональными сигналами между кроной и корнями через длинный ствол становится все более затрудненным. Достижение генетически максимальной высоты не всегда возможно, так как рост лимитируется и особенностями экотопа: обеспеченностью минеральным питанием, возможностями корневой системы противостоять ветровой нагрузке на все более длинный рычаг.

Обсуждая конкуренцию за свет как фактор отбора на скорость роста в популяциях хвойных пород, на наш взгляд, следует прежде всего обратить внимание на такую специфическую черту: она имеет место лишь между ближайшими в пространстве членами популяции. И ее исход для конкретного генотипа поэтому будет зависеть от того, какой именно генотип окажется его соседом.

В литературе неоднократно упоминалось существование древостоев с упорядоченным типом пространственной генетической структуры древостоев, где ближайшие соседи сходны по своим наследственным свойствам, так как являются родственниками [2, 3, 4 и др.].

Имеет смысл рассмотреть гипотетические древостои с контрастными типами пространственной генетической структуры. В первом случае разные генотипы распределяются в пространстве случайно, во втором случае – упорядоченно: степень родственности особей обратно пропорциональна расстоянию между ними. Возникшая упорядоченность является следствием закономерности распространения потока генов в пространстве. Процесс формирования идеально упорядоченной генетической структуры древостоя можно представить следующим образом:

- Вероятность переопыления всегда наиболее велика между ближайшими соседями;

ми; тяжелая, слаболетучая пыльца эту вероятность значительно увеличивает.

- Сформировавшиеся семена слабо разносятся ветром и большей частью опадают в районе проекции кроны, неподалеку от «материнского» и «отцовского» дерева.

- Молодой подрост на отдельно взятом участке состоит в основном из растений, находящихся в разной степени родства. Выйдя в верхний полог, они продолжают скрещиваться преимущественно с ближайшими соседями, среди которых находятся их «родные», «сводные» и «двоюродные» родичи, а также с еще живыми «материнскими» и «отцовскими» деревьями.

- Новое поколение, возникшее в результате близкородственного скрещивания, вновь развивается под пологом родителей, цикл повторяется, степень генетического подобия ближайших соседей возрастает.

Несмотря на то, что обычно трудно достоверно установить тип пространственной генетической структуры древостоя, можно предполагать наличие того или иного типа, исходя из биологических особенностей вида, а также происхождения и развития древостоя (естественный разновозрастный, естественный одновозрастный, лесные культуры). Биологические особенности основных представителей семейства сосновых, произрастающих на территории России, приведены в таблице, составленной на основе литературных данных [5–8].

Тип пространственной генетической структуры формируется в несколько этапов: разлет пыльцы, обсеменение территории, развитие молодых растений. Важно заметить, что упорядоченность структуры, формируемая предыдущим этапом, может разрушаться на последующем этапе в зависимости от биологических свойств вида.

На основании таблицы можно сделать вывод, что древостои с упорядоченным типом пространственной генетической структуры способны формировать пихта и сосна кедровая сибирская: для них характерны малолетучая пыльца, тяжелые семена и высокая теневыносливость.

Для древостоев лиственницы и сосны обыкновенной эволюционно типичен случайный тип пространственной генетической

структуры: по определению Г.Ф. Морозова, это типичные породы-пионеры, заселяющие гари и вырубки, куда семена заносятся со значительных расстояний, и никакая упорядоченность генотипов в пространстве сложиться не может.

Для древостоев ели сибирской, видимо, должна быть типична более упорядоченная структура древостоя, чем для древостоев ели европейской, ведь ее семена имеют меньше шансов оказаться вдалеке от материнского дерева и его потомков. Наличие большей степени инбридинга в древостоях ели сибирской вследствие их разновозрастности предполагал Г.П. Морозов (1978), и это в целом подтвердилось при электрофоретических исследованиях [9].

Нетрудно заметить, что важное лесохозяйственное свойство – быстрота роста, находится в связи с типом пространственной генетической структуры. Так, сосна и лиственница в целом более быстрорастущие, чем пихта и кедровая сосна. Особенно рельефно эта связь проявляется на примере ели европейской и ели сибирской: ели с заостренной формой семенной чешуи, как правило, более быстрорастущие, чем ели с округлой формой семенной чешуи [6].

Напрашивается вывод о разных направлениях действия естественного отбора в древостоях с разным типом пространственной генетической структуры. Это логично, ведь конкуренция в древостое осуществляется, в первую очередь, между ближайшими соседями, и ее исход зависит от генотипов конкурентов.

Если ближайшие соседи-конкуренты не родственны, то исход конкуренции и ее зримый итог – дифференциация в куртине, определяются генотипами особей. При этом в конкуренции побеждают наиболее быстрорастущие особи, быстро захватывающие жизненное пространство и угнетающие остальные.

Если ближайшие соседи-конкуренты сходны по своим наследственным свойствам, то следует ожидать проявления в этой ситуации каких-то вариантов кин-отбора («отбора родичей»). Куртина однородных по наследственным свойствам особей будет слабо дифференцирована, она не может самостоятельно изредиться, в то время как по мере роста каждой особи будет требоваться все больше ресурсов. В результате будет наблюдаться эффект группового угнетения.

Т а б л и ц а

Биологические особенности, влияющие на формирование пространственной генетической структуры древостоев

Вид	Распространение пыльцы	Распространение семян	Развитие молодых растений
Лиственница сибирская	Пыльца без воздушных мешков, слаболетуча. В то же время самоопыление затруднено	Шишки раскрываются, семена хорошо разносятся ветром	Обычно не возобновляется под пологом, заселяет гари и вырубки
Пихта сибирская	Пыльца с воздушными мешками, но крупная и слаболетучая	Шишки прямостоячие, при созревании рассыпаются, семена опадают в районе проекции кроны	Возобновляется только под пологом
Сосна обыкновенная	Пыльца с воздушными мешками, разносится ветром на большие расстояния	Шишки раскрываются, семена хорошо разносятся ветром	Как правило, не возобновляется под пологом, заселяет гари и вырубки
Сосна кедровая сибирская	Пыльца с воздушными мешками, разносится ветром на большие расстояния	Шишки раскрываются при ударе о землю, опадают в районе проекции кроны, на большие расстояния распространяются только зоохорно	Возобновляется под пологом, зоохорно может распространяться на гарях и вырубках
Ель европейская	Пыльца с воздушными мешками, разносится ветром на значительные расстояния	Шишки раскрываются зимой, что способствует разному семян по насту на значительные расстояния	Возобновляется как под пологом, так и вне материнского полога
Ель сибирская	Пыльца с воздушными мешками, разносится ветром на значительные расстояния	Шишки раскрываются осенью, что препятствует распространению семян на такие же большие расстояния, как у ели европейской	Возобновляется под пологом, преимущественно на валеже и пнях

С точки зрения концепции кин-отбора наиболее выгодная эволюционная стратегия в этом случае – медленный рост, максимально продлевающий срок существования куртины при недостатке ресурсов среды. За более долгий срок жизни куртина родственников с большей вероятностью сможет дожидаться дифференциации внутри себя в силу воздействия случайных факторов. Лидер, в силу случайных причин получивший преимущество, оттеснит остальных, захватит их жизненное пространство и принесет потомство. Поэтому гены, обеспечивающие медленный рост в куртине родственников, получают эволюционное преимущество перед генами быстрого роста. Действительно, в первом случае в куртине будет выживать хотя бы один индивид – носитель гена медленного роста, во втором же куртина быстрорастущих родственников будет гибнуть поголовно, и никто из ее членов не оставит потомства, что приведет к элиминации генов быстрого роста из генофонда популяции.

В свете изложенного, обратившись к вопросу о перспективах искусственного отбора на скорость роста, прежде всего следует заключить, что лиственница и сосна обыкновенная в силу экологических особенностей уже прошли через сито естественного отбора на максимальную скорость роста в высоту, и потенциал их, с точки зрения селекции по этому признаку, должен быть невелик. Вместе с тем, учитывая, что естественный отбор на скорость роста по диаметру шел лишь постольку, поскольку было необходимо обеспечивать механическую прочность ствола, то следует ожидать, что потенциал для увеличения продуктивности за счет селекции на высокий прирост по диаметру еще не полностью исчерпан.

Такие виды, как пихта, сосна кедровая сибирская, ель сибирская, в естественной для них экологической обстановке, вероятно, не подвергаются отбору на максимальную высокую скорость роста. Для них отбор на высокую скорость роста в высоту еще может являться перспективным направлением селекции.

Рассматривая конкуренцию в куртине медленнорастущих родственных особей,

биологически логичным будет предполагать, что в ней могут существовать и более изоцированные варианты кин-отбора. Здесь такая «запретная» ныне тема, как самоизреживание древостоев, вдруг получает перспективу естественнонаучного объяснения. Вот что пишет по этому поводу Р. Докинз (1993), обсуждая проблему избирательного выживания птенцов в гнезде: «... ген, дающий инструкцию: «Тело, если ты гораздо мельче, чем другие члены одного с тобой помета, откажись от борьбы и умри», – может добиться успеха в генофонде, потому что его шансы попасть в тело каждого спасенного брата или сестры равны 50 %, тогда как шансы выжить, находясь в теле слабого детеныша, в любом случае весьма незначительны. В жизни каждого слабого детеныша есть момент, после которого пути назад уже нет. До наступления этого момента он должен продолжать борьбу, а затем отказаться от нее и, что было бы лучше всего, позволить своим братьям или родителям съесть себя.» Возможно ли, что виды, для которых эволюционно характерен упорядоченный тип пространственной генетической структуры (например пихта сибирская, сосна кедровая сибирская, ель сибирская), могут обладать подобного рода наследственно закрепленными механизмами, обеспечивающими самоизреживание их куртин?

В любом случае, для практики плантационного выращивания хвойных пород учет типа пространственной генетической структуры может представлять практический интерес. Так, для травянистых растений хорошо известно явление смены продуктивности генотипа в связи с изменением «генотипического» окружения, получившее название эффекта Монтгомери [10], четко продемонстрированное, например, В.Н. Сукачевым в опытах с р. *Taraxacum*. Г.И. Редько (1975) наблюдал данное явление в смешанных культурах тополей, и им даны подробные рекомендации по желательным и нежелательным схемам смешения видов тополей. Опыт, зафиксировавший смену продуктивности генотипа в зависимости от пространственной генетической структуры древостоя, проведен в культурах сосны приморской (*Pinus*

pinaster Ait.) во Франции, где авторами изучалась продуктивность культур при разных схемах смешения полусибсов [11].

Таким образом, смена продуктивности в связи с изменением генотипа соседа «конкурента» – это не только самоочевидное для эколога явление, но и факт, зафиксированный в ряде строгих опытов. В связи с этим хочется отметить, что хорошо известная географическая дифференциация популяций хвойных пород по скорости роста не может происходить только под действием естественного отбора по отношению к климатическим условиям разных регионов, естественный отбор, безусловно, должен идти и в связи с формированием приспособленности к существованию в фитоценозах определенного типа.

Библиографический список

1. Юсуфов, А.Г. Лекции по эволюционной физиологии растений / А.Г. Юсуфов. – М.: ВШ, 1996. – 255 с.
2. Грант, В. Видообразование у растений / В. Грант. – М.: Мир, 1984. – 528 с.
3. Райт, Д.В. Введение в лесную генетику / Д.В. Райт. – М.: Лесная пром-ть, 1978. – 470 с.
4. Потылев, В.Г. Проблемы лесного селекционного семеноводства / В.Г. Потылев. // Лесохозяйственная информация, 1997. – № 3. – С 14–30.
5. Мелехов, И.С. Некоторые аспекты смены сосны елью на Европейском Севере СССР / И.С. Мелехов, А.А. Листов // Лесоведение, № 3. – 1980. – С. 42–51.
6. Мамаев, С.А. Ель сибирская на Урале (внутривидовая изменчивость и структура популяций) / С.А. Мамаев, П.П. Попов. – М.: Наука, 1989. – 104 с.
7. Булыгин, Н.Е. Дендрология / Н.Е. Булыгин, В.Т. Ярмишко. – СПб.: Наука, 2000. – 528 с.
8. Романовский, М.Г. Продуктивность, устойчивость, и биоразнообразие равнинных лесов Европейской России / М.Г. Романовский. – М.: МГУЛ, 2002. – 97 с.
9. Гончаренко, Г.Г. Параметры генетической изменчивости и дифференциации в популяциях ели европейской (*Picea abies* (L.) Karst.) и ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) / Г.Г. Гончаренко, В.В. Потенко // Генетика. – Т.27. – № 10. – 1997. – С. 1759–1772.
10. Грант, В. Эволюционный процесс / В. Грант. – М.: Мир, 1991. – 488 с.
11. Von Euler F., Baradat P., Lemoine B. Effects of plantation density and spacing on competitive interactions among half-sib families of maritime pine. // Canadian Journal of Forest Research. Vol. 22. Num.6. 1992. P.482-489.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ В ПОСАДКАХ ПО ТИПАМ ЛЕСА

С.А. КОРЧАГОВ, ВГМХА им. Н.В. Верещагина, Вологда,
С.Е. ГРИБОВ, ВГМХА им. Н.В. Верещагина, Вологда,
Н.А. КЛЮКВИНА, ВГМХА им. Н.В. Верещагина, Вологда

При изучении качественных показателей древесины нельзя не принимать во внимание характер лесорастительных условий. Внешняя среда влияет на рост древостоев, формирование древесины, а следовательно, и на ее качество.

Вопрос о влиянии условий местопроизрастания на качество древесины в лесоводственной практике имеет богатую историю. Еще в давние времена русские крестьяне подметили связь качества древесины с характером древостоя и условиями произрастания, дав природным особенностям леса меткие названия, вошедшие впоследствии в лесохозяйственную литературу и практику.

Александр Теплоухов по этому поводу писал: «Растения, прозябающие в тени лесных

насаждений, служат часто верным признаком степени плодородия почвы, влажности и даже составных частей ее, равно как и густоты насаждений. Предмет сей столь важен, что не ускользнул даже от внимания крестьян. Таким образом, они называют мелкослойную смолистую крепкую сосну «брусняжной», ибо почва, поросшая брусникой, указывает на рост сосны хороших качеств» [1].

В.Н. Сукачев [2, 3] также проводил мысль о тесной связи технических характеристик древесины с типом леса. «Если принять во внимание, – пишет он, – что от условий местопроизрастания и от указанных выше лесоводственных свойств зависят и технические качества древесины, то в целом можно сказать, что лесные фитоценозы, объединяемые в один тип,

должны характеризоваться одинаковыми биологическими, лесоводственными, лесотаксационными и лесотехническими свойствами».

Подмеченные на практике различия в свойствах древесины, связанные с характером леса, послужили одной из основных причин разделения лесов на типы и введения понятия «качество леса» как признака типа леса в лесоустроительную инструкцию 1926 г.

Значительное количество работ было посвящено древесине сосны как одной из основных лесобразующих пород страны. Следует отметить работы И.А. Яхонтова о привисленской сосне, А.Н. Шатерниковой о древесине сосны Ленинградской области, А.И. Терлецкого о сосне Кольского полуострова, А.И. Калнинш о сосне Латвийской ССР, И.С. Мелехова, Т.А. Мелеховой о сосне Архангельской области, Б.Д. Жилкина о сосне Брянского массива и другие [4–10]. Однако экспериментальные исследования не так многочисленны, если учесть обширность территории страны и многообразие лесов. Кроме того, проведенные исследования не все имели единый методический подход, в связи с чем при анализе полученных результатов бросается в глаза пестрота материала и разноречивость выводов. Следует также заметить, что полученные результаты подтвердили необходимость изучения физико-механических характеристик древесины в связи с типами леса и дали фактический материал о качестве древесины и изменении ее свойств в отдельных лесных массивах.

Исследования качественных показателей древесины проведены нами в средневозрастных посадках сосны черничного, кисличного, брусничного и лишайникового типов леса на территории Вологодской области (южная подзона тайги).

На участках культур заложены пробные площади в соответствии с ОСТ 56-69-83, таксационные показатели древостоя вычислены по общепринятым методикам. В общей сложности за пределами пробных площадей взято 24 модельных дерева из числа средних. В соответствии с ГОСТ 16483 из модельных деревьев отобраны кряжи длиной 300 мм на высоте груди и впоследствии изготовлено 450 малых чистых образцов для физико-ме-

ханических испытаний. Образцы отбирались из кряжа в строго ориентированном направлении (С-Ю, З-В) и, по возможности, в сумме по радиусу охватывали все возрастные этапы (годичные слои) дерева.

Число годичных слоев в 1 см и содержание поздней древесины в годичном слое, плотность древесины при нормализованной влажности и предел прочности при сжатии вдоль волокон определены в соответствии с ГОСТ 16483. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили на компьютере с использованием пакета специальных и прикладных программ.

К настоящему времени в сосняках зеленомошной группы сформировались высокоплотные древостои с преобладанием в составе культивируемой породы и значительным запасом древесины (табл. 1). Бедность и сухость почв в лишайниковом типе леса предопределили абсолютное доминирование культивируемой породы и низкий запас древесины.

Результаты исследований физико-механических свойств древесины сосны в культурах по типам леса приведены в табл. 2.

Средняя ширина годичного слоя у сосны, как и следовало ожидать, в различных типах леса оказалась неодинаковой. Наибольшая ширина в сосняке брусничном составляет 2,79 мм, что на 3,18 и 30 % больше, чем в сосняке кисличном, черничном и лишайниковом соответственно. При статистической обработке данных достоверность различий доказана на 95 % уровне доверительной вероятности между сосняком брусничным и черничным ($t_{\phi} = 2,7$; $t_{st} = 2,0$), брусничным и лишайниковым ($t_{\phi} = 8,4$).

Ширина годичных слоев, в отличие от других определенных нами свойств, является наименее устойчивым показателем. Коэффициент изменчивости по типам леса составил 32–54 %, что указывает на высокую изменчивость признака. Наибольшее процентное содержание поздней зоны (31,1 %) наблюдается в сосняке черничном, наименьшее – в сосняке лишайниковом (25,4 %). Различия по данному показателю доказаны между сосняком черничным и лишайниковым ($t_{\phi} = 4,7$), достоверных различий в сосняках зеленомошной группы не выявлено ($t_{\phi} < 2$).

Т а б л и ц а 1

Характеристика исследованных участков культур

№	Лесхоз	Тип леса, сосняк	Состав	Средние		Возраст, лет	Класс бонитета	Густота, шт./га	Относительная полнота	Запас, м ³ /га
				диаметр, см	высота, м					
8	Бабаевский	Кисличный	9С	18,2	18,8	44	Ia	862	0,8	223
			1Е	10,1	7,0			185	0,1	12
			+ Б	11,4	10,0			123	0,1	7
			ед. Ол.с.	9,8	8,0			31	0,0	2
			Итого	----	----			1 201	1,0	244
14	Вологодский	Кисличный	9С	20,3	25,0	48	Ia	796	0,7	313
			1Е	14,3	14,0			323	0,2	43
			Итого	----	----			1 119	0,9	356
15	Вологодский	Кисличный	8С	21,8	22,8	48	Ia	800	0,8	337
			2Е	14,6	14,6			594	0,4	94
			Итого	----	----			1 394	1,2	431
4	Кадуйский	Черничный	9С	21,4	23,4	49	Ia	913	0,8	305
			1Б	17,0	21,8			109	0,1	32
			Итого	----	----			1 022	0,9	337
9	Бабаевский	Брусничный	8С	18,9	18,4	44	Ia	688	0,6	187
			1Е	15,8	17,0			108	0,1	24
			1Б	17,7	17,8			29	0,1	19
			Итого	----	----			825	0,8	230
7	Бабаевский	Лишайниковый	10С	9,3	9,1	48	V	1 667	0,6	63
5	Кадуйский	Лишайниковый	10С	11,5	10,9	45	IV	1 496	0,6	94

Т а б л и ц а 2

Физико-механические свойства древесины сосны в культурах по типам леса

Тип леса	Статистические показатели				
	(M±m)*, мм	δ	C, %	P, %	t
Средняя ширина годичного слоя, мм					
Черничный	2,30±0,17	1,23	54,20	7,39	13,5
Кисличный	2,72±0,13	1,19	43,75	4,78	20,9
Брусничный	2,79±0,07	0,90	32,26	2,51	42,9
Лишайниковый	1,95±0,08	0,80	41,00	4,10	24,4
Процент поздней древесины					
Черничный	31,1±1,1	7,5	24,1	3,4	29,3
Кисличный	28,4±1,1	10,5	37,1	3,9	25,6
Брусничный	29,0±0,5	6,7	23,1	1,7	61,5
Лишайниковый	25,4±0,5	4,9	19,4	2,0	50,8
Плотность при 12 % влажности, г/см					
Черничный	0,483±0,008	0,057	11,80	1,66	60,4
Кисличный	0,445±0,007	0,065	14,60	1,57	63,4
Брусничный	0,444±0,004	0,057	12,84	0,90	111,0
Лишайниковый	0,444±0,005	0,044	9,90	1,10	89,8
Предел прочности при сжатии вдоль волокон, МПа					
Черничный	38,5±1,1	4,3	11,2	2,9	34,7
Кисличный	36,6±1,2	7,6	20,7	3,3	30,7
Брусничный	38,4±1,2	4,6	12,1	3,1	32,0
Лишайниковый	34,2±1,0	5,3	15,6	3,0	32,9

Примечание: * – средние данные по всем пробным площадям для каждого типа леса

Значительное содержание поздней зоны в сосняке черничном обусловило формирование древесины повышенной плотности в этих условиях. Превышение по этому показателю составило в среднем 8 % в сравнении с другими типами леса, существенность различий доказана ($t_{\phi} = 3,8$ и $4,4$).

Наибольший предел прочности при сжатии вдоль волокон в пересчете на 12 % влажности (38,5 МПа) наблюдается в черничном типе леса, что предопределено высокими показателями по процентному содержанию поздней зоны и плотности древесины в этих условиях роста. Превышение по данному показателю составило 1, 5 и 11 % в сравнении с сосняком брусничным, кисличным и лишайниковым. Достоверность различий доказана между сосняком черничным и лишайниковым ($t_{\phi} = 2,9$), брусничным и лишайниковым ($t_{\phi} = 2,6$).

Таким образом, полученные нами данные подтвердили результаты ранее проведенных в условиях Архангельской области исследований [11] и позволили выявить, что в средневозрастных посадках сосны черничного типа формируется древесина с большим содержанием поздних зон в годичном слое, более высокой плотности и прочности. В сосняке брусничном, кисличном и лишайниковом наблюдается некоторое снижение этих показателей. Наиболее существенные отличия по основным показателям выявлены для древесины сосны из зеленомошной и лишайниковой групп типов леса.

Библиографический список

1. Теплоухов, А. Устройство лесов в помещичьих имениях / А. Теплоухов. – СПб.: Изд. Вольно-экономического об-ва, 1850.
2. Сукачев, В.Н. Руководство к исследованию типов леса / В.Н. Сукачев. – Гослестехиздат, 1934.
3. Сукачев, В.Н. Типы леса и тип лесорастительных условий / В.Н. Сукачев. – Гослестехиздат, 1945.
4. Яхонтов, И.А. Технические свойства сосновой древесины из лесов Люблинской, Варшавской и Петраковской губернии / И.А. Яхонтов // «Труды по лесному опытному делу», 1913.
5. Терлецкий, А.И. Технические свойства древесины сосны и даурской лиственницы Наманинской дачи Якутской АССР / А.И. Терлецкий. – Иркутск: ОГИЗ, 1932. – 20 с.
6. Шатерникова, А.Н. О влиянии различного стояния грунтовых вод в почве на анатомическое строение сосны / А.Н. Шатерникова // «Труды по лесному опытному делу», 1929. – Вып. 2.
7. Калнинш, А.И. Связь свойств древесины с условиями произрастания / А.И. Калнинш: Труды ин-та леса АН СССР, 1949. – Т. IV. – С. 98–100.
8. Значение типов леса и лесорастительных условий в изучении строения древесины и ее физико-механических свойств / И.С. Мелехов // Тр. ин-та леса АН СССР. 1949. Т. IV. С. 11–20.
9. Формирование годичного слоя сосны в связи с лесорастительными условиями / Т.А. Мелехова // Труды АЛПИ. Т. 14. – Архангельск, 1954. – С. 123–138.
10. К вопросу о влиянии условий местопроизрастания на анатомическое строение, физические и механические свойства древесины сосны / Б.Д. Жилкин // Труды Брянского лесного института, 1936. –Т. I. – С. 13–17.
11. Качественные характеристики сосны в культурах: учеб. пособие для вузов / В.И. Мелехов, Н.А. Бабич, С.А. Корчагов. – Архангельск: Изд-во АГТУ, 2005. – 116 с.

ИЗМЕНЕНИЯ В ПОЧВАХ ПАШЕН СРЕДИ НАГОРНОЙ ЛЕСОСТЕПНОЙ ДУБРАВЫ

В.В. МАМАЕВ, *ст. науч. сотр. Института лесоведения РАН,*

М.Г. РОМАНОВСКИЙ, *зам. директора по науке Института лесоведения РАН, д-р биол. наук,*

Т.Н. СУДНИЦЫНА, *ст. науч. сотр. Института лесоведения РАН*

Сведение леса изменило режим увлажнения глубоких слоев почво-грунта под распаханymi вырубками. Регулярно в конце вегетации (август-сентябрь) влажность слоев 2–9 м под безлесными участками на 5 % выше, чем под соседними дубняками IV класса возраста. Осенний запас воды по профилю

0–10 м возрос на 560 мм. Весной разность лес-пашня сглаживается. Под пашней/паром после прекращения корневого опада деревьев сократились также запасы гумуса в глубоких гумусированных слоях суглинков.

В Теллермановском опытном лесничестве (ТОЛ) Института лесоведения РАН

(Грибановский район Воронежской области) на вырубках 1930-х гг., возобновившихся в нагорных дубравах, два выдела искусственно поддерживаются безлесными уже 70 лет. Сравнение их почв с соседствующими лесными неоднократно привлекало внимание исследователей в 1950-е гг. Спустя 50 лет мы возвращаемся к сравнительным исследованиям этого объекта на фоне интереса к глубоким корнеобитаемым слоям суглинков [1].

Безлесные пахотные и примыкающие к ним лесопокрываемые выделы расположены на лесном водоразделе балок Крутец и Малык в ТОЛ [2] на месте сплошной вырубки перестойных материнских дубрав 5, 6 кварталов. Высота 155–153 м над уровнем моря. Почвы темно-серые лесные. Мощность гумусоаккумулятивного горизонта 50–70 см [3, 4]. Мы исследовали два выдела, раскорчеванные и распаханые в 1938 г. [5], и два примыкающих к ним с возобновившимся лесом. Безлесные площади $50 \times 320 \text{ м}^2$ (1,6 га) и $80 \times 300 \text{ м}^2$ (2,4 га) сперва использовали как лесные питомники, а затем как огороды сотрудников лесничества с перелогом каждые 7–10 лет [6]. Следуя С.В. Зонну и А.А. Молчанову [4, 5, 7, 8], будем называть эти выделы «огородами». Площадь огорода распахивали 10 лет кряду, а затем оставляли под залежь и начинали возделывать другой выдел. Опушки залежи шириной 15–20 м постепенно зарастали лесом, но опять попадали под плуг (наибольшая высота сеянцев у стен леса достигала 1,5 м, а плотность $\leq 5000 \text{ га}^{-1}$) [2].

Огороды окружены снытьево-осоковыми дубняками IV класса возраста I_5 класса бонитета. Средний состав древостоев 8Д2Яс+Ил (Д – дуб, Яс – ясень, Ил – ильм). Полнота – 0,7–1,0. Сумма площадей сечения стволов на высоте 1,3 м – 28–32 $\text{м}^2/\text{га}$.

В 1998–2005 гг. в лесных и соседствующих безлесных выделах мы ежегодно ручным геологическим буром брали керны до глубины 6–9 м, а весной 2001 г. до 11 м, обычно два раза: в начале мая и в последней декаде августа или в начале сентября. Пробы почво-грунта отбирали через 50 см глубины в центре огорода и в дубравных выделах, отступив 30 м от пашни. При резких градиентах влажности или цвета почв по глубине

керны мы брали дополнительные образцы через 25 см. Парные образцы лес – огород собирали в течение одних суток в сухую погоду. Влажность почвы измерена термо-весовым способом. Содержание гумуса по Тюрину определено в образцах материнских суглинков и темно-серых лесных почв в 2002 г. через 1 м глубины после сушки в термостате при $105 \text{ }^\circ\text{C}$ и в 2003 г. через 0,5 м после воздушной сушки. Содержание CaCO_3 установлено по потере массы при протравливании в течение 25 мин измельченных сухих образцов почвогрунта 10 % раствором HCl (рис. 1).

Запасы углерода ($\text{тС}/\text{га}$) и воды (мм) в 50 см слоях почвенного профиля рассчитаны исходя из плотности сложения почвы, определенной на «огородах» И.Н. Васильевой, С.В. Зонном, А.А. Молчановым [7–9].

Изменения влажности, содержания С гумуса и С карбонатов кальция, вызванные сведением леса и распашкой лесной почвы в слое 0–1 м, были подробно описаны ранее [9]. Перемешав верхние дифференцированные горизонты лесной почвы, распашка выравнивала содержание гумуса в слое 0–30 см. Пахота от стены леса создала своеобразный эффект истончения гумусированного горизонта на опушках и соответствующий рост его мощности в центре огорода (рис. 2).

В конце вегетации влажность суглинков под огородами стала регулярно оказываться выше, чем под лесом. Особенно заметны изменения в горизонтах 2,5–10,0 м, не испытывающих влияния динамики текущих осадков и сезонных колебаний влажности почвы. Глубже 2,5 м и до капиллярной каймы грунтовых вод под огородами осенняя влажность почво-грунта выше, чем под лесом, как правило на $5 \div 6 \%$ (табл. 1).

Общий запас воды в толще 0–6 м в осенний период больше на $\sim 200 \text{ мм}$. По профилю 0–10 м разность запасов воды в почво-грунте под лесом и пашней достигает к осени 560 мм, что соответствует количеству осадков, выпадающих на Теллермановский лес за год [2].

Весной разница лес-огород сглаживается (табл. 1). В отдельные годы весенний запас влаги под лесом бывает даже несколько выше, чем под пашней.

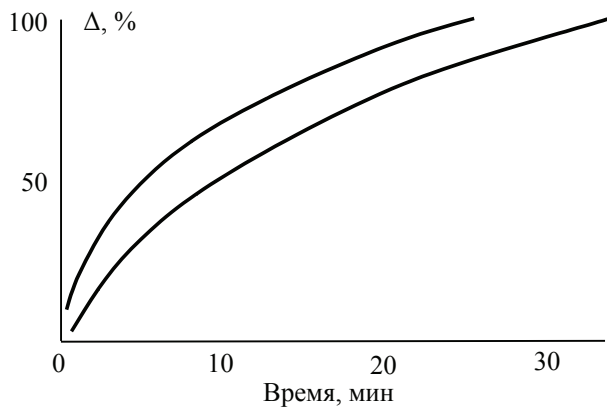


Рис. 1. Динамика потерь массы измельченными образцами темно-серой лесной почвы Δ , % в зависимости от времени их протравливания 10% раствором HCl. При разном сочетании в образце выцветов (белоглазки) и нодулей CaCO_3 — 99–100% CO_2 выделяется за 25 или 35 минут

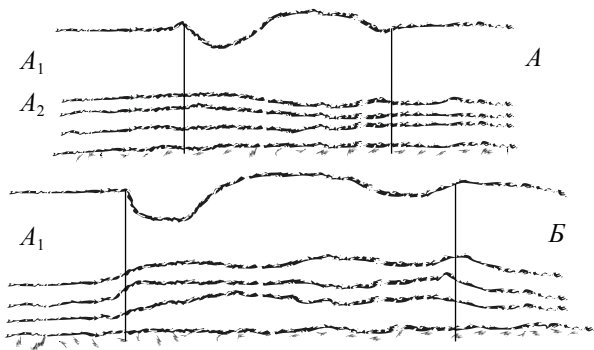


Рис. 2. Преобразование микрорельефа огорода после 30 лет пахоты и 30 лет парования. Залегание верхней границы горизонта С принято строго горизонтальным

Судя по наблюдениям С.В. Зона в 1949–1950 гг., изменения режима увлажнения глубоких горизонтов после пахоты произошли очень быстро. Новый режим поглощения и перемещения влаги в суглинках установился, вероятно, в течение 1–2 вегетаций после вырубki леса и прекращения потребления воды глубокими ярусами корневых систем деревьев.

Общие запасы углерода гумуса в слое 0–1 м почвы после вспашки практически не изменились. Изменилось лишь распределение С по глубине. После пахоты оно стало более равномерным: верхние слои несколько обеднели, нижние — обогатились гумусом и связанным в нем С.

От 1 до 4 м глубины запасы С-гумуса изменились также незначительно. Зато на

глубинах 4,5–6,0 м, заселенных корнями деревьев, за время безлесного существования огородов запас С-гумуса сократился почти на 50% (табл. 2). Нам не удалось получить образцы для определения содержания гумуса глубже 6,5 м, но мы полагаем, что и там произошли столь же заметные изменения. Связано это с окислением и вымыванием легко разрушающихся фракций гумуса.

Сечения рельефа огородов: А — в 5 квартале ТОЛ, ширина 50 м; на момент обследования фаза 5-летней залежи; Б — в 6 квартале ТОЛ, ширина 70 м, — фаза пашни. На северо-западных опушках огородов, с которых начиналась пахота, толщина горизонта А уменьшилась на ~10 см. В центре пашни мощность А увеличилась на ~10 см. Вдоль юго-западных границ древостоя проложены дороги.

Горизонты почвы $A = A_1 + A_2$ и $B = B_1 + B_2$ выделены глазомерно по окраске (цвет, интенсивность).

Сопоставление содержания гумуса в образцах, подвергшихся и не подвергавшихся термической обработке, указывает на высокое участие нестабильных, легко окисляемых фракций (до 80%) в составе гумуса из глубоких слоев почвенного профиля, особенно под территориями, занятыми лесом (табл. 3). Их окисление, вероятно, и является причиной сокращения под пашнями общего запаса гумуса.

Новый режим движения к грунтовым водам почвенной влаги повлек изменения запасов и распределения в суглинках CaCO_3 . Однако определить общие тенденции изменения запасов С(CaCO_3) достаточно сложно: они проявляют высокую степень изменчивости по площади выделов. В толще 0–6 м на дистанциях 20–30 м и на площади всего лишь в несколько соток запасы С(CaCO_3) меняются в два раза (от 650 до 1300 тС/га).

Варьирование это определяется в основном мощностью и степенью заизвесткованности слоев выше и ниже гумусированных и корненасыщенных горизонтов (табл. 2). Мозаичность размещения древесных растений с разноглубокими ярусами корневых систем отражена в мозаике заизвесткованности горизонтов глубже 1,5 м.

Т а б л и ц а 1

Влажность почвы (% массы твердой фазы) в середине огорода и в 30 м от опушки огорода в лесу

Глубина, см	Конец вегетации		Начало вегетации		Степь*	
	огород	лес	огород	лес	конец	начало
10 (0–25)	15–31	20–30	22–33	30–59	20	30–33
50 (25–75)	20–29	20–33	19–31	23–33	15	24–32
100 (75–125)	20–27	19–26	28–30	28–32	14	19–28
150 (125–175)	21–25	15–24	23–32	24–30	15	15–22
200 (175–225)	23–24	16–24	22–31	21–27	14	16–26
250 (225–275)	22–24	16–23	23–26	17–26	14	17–26
300 (275–325)	20–23	15–19	23–26	16–29	16	18–27
350 (325–375)	20–22	16–18	22–25	17–26	17	18–24
400 (375–425)	21–24	16–18	24–25	16–25	16	17–25
450 (425–475)	22–24	16–18	23–25	16–22	17	16–27
500 (475–525)	21–25	15–17	24–26	15–22	16	17–27
550 (525–575)	20–25	15–17	22–26	15–24	17	17–27
600 (575–625)	21–23	15–17	22–24	18–23	18	17–23

*Влажность почво-грунта в конце вегетации и нижний предел весной. Верхний предел влажности, по нашим данным, для водораздела рек Хопер-Карачан

Т а б л и ц а 2

Содержание гумуса в почве и потеря массы при протравливании образцов 10 % HCl, % сухой массы

Глубина, см	Запас корней $\varnothing \leq 1 \text{ мм, г м}^{-3}$	Гумус*		CO ₂ (Ca(CO ₃))	
		лес	«огород»	лес	«огород»
10	42,05	3,4	3,7	1,8–3,6	0,5–4,4
50	42,05	0,9	0,9	2,1–2,6	2,2–3,8
100	0,20	0,6	0,5	2,3–2,8	2,2–5,7
150	0,15	0,6	0,5	2,7–4,0	2,4–9,0
200	0,10	0,6	0,6	2,8–3,4	4,1–4,5
250	0,05	0,6	0,5	3,2–4,1	2,7–3,5
300	0,12	0,6	0,6	2,7–4,1	2,9–3,6
350	0,15	0,5	0,5	2,9–3,5	3,3–3,4
400	0,12	0,6	0,5	0,9–11,6	3,1–4,1
450	0,00	0,7	0,7	1,4–11,3	0,6–3,4
500	0,15	0,9	0,8	2,8–3,3	0,3–3,0
550	0,30	1,0	0,8	2,7–3,1	2,7–3,4
600	1,25	1,0	0,9	2,6–17,0	2,1–4,8

*Приведены оценки содержания гумуса после воздушной сушки

Т а б л и ц а 3

Изменения содержания гумуса в гумусо-аккумулятивных слоях (% сухой массы) при замене лесного покрова агроценозом

Глубина слоя, см	Сушка образцов	Лес	Огород
~10	воздушная	2,84 – 3,79	2,81–4,05
та же	термостат 105°	2,71	3,17
500–550	воздушная	0,92 – 1,04	0,77 – 0,80
та же	термостат 105°	0,73	0,45

Примечание. Глубина приведена без учета толщи подстилки. Образцы собраны в конце августа – начале сентября 2001–2002 гг.

Т а б л и ц а 4
Содержание гумуса на глубине 40–50 см
(по Тюрину) в зависимости от степени
изреживания древостоя

Изреживание древостоя, %	2	28	34	100
Содержание гумуса, %	0,99	1,59	1,75	2,04

Концентрации и запасы гумуса заметно сократились в глубоких слоях почво-грунта под безлесными участками. В середине огородов в глубоких слабогумусированных слоях концентрация гумуса снизилась в сравнении с лесными выделами на 20–40 %.

Наиболее заметные изменения концентраций гумуса произошли в глубоких гумусированных слоях. Уменьшение запасов гумуса под территориями, оставшимися без леса, свидетельствует о роли глубоких ярусов корневых систем древесных растений в аккумуляции углерода в суглинках глубже 4,5–5,0 м. В верхнем гумусо-аккумулятивном горизонте ведущее значение, по-видимому, имеют травы. В этом смысле показателен опыт Д.Ф. Соколова, когда после удаления на три вегетации лесной подстилки и травяного покрова содержание гумуса в 0–40 см снизилось более чем на 8 тС/га [2, 10].

Судя по результатам экспериментальных рубок [9], слой 0–40 см обогатился гумусом пропорционально степени изреживания древостоя и развитию травяного покрова (табл. 4). Это говорит о ведущей роли корневого опада травяных растений в пополнении гумусо-аккумулятивных горизонтов 0–1 м.

В конце вегетации древесная растительность иссушает глубокие слои «подпочвы». К осени на безлесных огородах их влажность на 5–6 % выше (табл. 1). Соответственно меняется и скорость обмена грунтово-почвенных вод. Глубокие корни древесной растительности заставляют суглинки работать как насос: почво-грунт, как губка, набирает дополнительную влагу взамен отобранной деревьями. Под пахотными же участками вне вегетации идет только поверхностный сток и очень медленно перемещается, подчиняясь гравитации и температурным градиентам, пленочная влага. Зимой в годы глубокого промерзания почвы вода под пашнями подтягивается вверх из более глубоких слоев, чем

в лесу, и кристаллизуется. И без того медленный гравитационный сток в грунтовые воды прекращается.

Существование медленного стока пленочной влаги хорошо иллюстрирует наблюдение за профилем влажности почво-грунтов на Деркульской опытной станции (степь) под травяными фитоценозами [8]. Под целинной непаханной степью осенняя влажность почвогрунта по всему профилю 0–8 м значительно ниже, чем в начале вегетации, в том числе в глубоких слоях 2–8 м, недоступных корням большинства степных растений. Балансовый анализ профиля влажности приводит к заключению, что степь потребляет влагу значительно интенсивнее искусственных лесных насаждений [5]. Мы же полагаем, что основной источник расходов влаги (в особенности доля слоев 2–8 м) – ее вертикальная миграция. Почвенный влагозапас, накопленный весной в виде пленочной влаги, сползает в грунтовые воды, равномерно распределяясь по профилю почвы (табл. 1). Результат, подтверждающий вертикальную миграцию пленочной влаги, получен также С.В. Зонном с соавторами при наблюдениях за профилем влажности под паром в 5 квартале Теллермановского опытного лесничества: запасы почвенной влаги на глубинах 1–8 м возросли к концу вегетации на 37 мм.

Увеличение на огородах осенней влажности и пропорциональный рост подвижности грунтово-почвенной влаги привели к тому, что почвы стали промерзать на большую глубину. Различия лес-огород особенно заметны в годы глубоких промерзаний почвы: на открытом пространстве глубина промерзания 100–150 см, тогда как под лесом – 70–90 см [2].

В центре и на северных опушках огородов режим прямого освещения длится 10,0–11,5 ч. Соответственно условия северных опушек (южная экспозиция) благоприятствуют заселению их широколиственными породами. На затененных южных опушках (прямое освещение 6–9 часов) селятся преимущественно мелколиственные породы.

Существенно изменился состав почвенной мезофауны, особенно участие отдельных функционально-систематических групп. Так, на огородах резко сократилась плотность населения энхитреид и многоножек, зато много-

кратно возросла численность панцирных клещей и жуков. В целом же биомасса почвенной мезофауны сохранилась на постоянном уровне 10–11 г/м² (100–110 кг/га).

Распашка выдела и замена древесной растительности на травяную в корне изменила водный режим и режим накопления и минерализации запасов гумуса не только в поверхностных, но и в глубоких (4–10 м) слоях почвенно-грунтового профиля. Влажность глубоких слоев под огородом в конце вегетации регулярно становится на 5–6 % выше, чем под лесом. Иссущая за лето глубокие слои почво-грунтов, лес заставляет их снова заряжаться влагой в начале вегетации. В результате биогеоценозы нагорных дубрав работают как насосы, закачивающие талые воды вглубь почвенно-грунтового профиля и восстанавливающие влажность до начала вегетации поздней фенологической формы на глубину 2,5–3,0 м, а часто и до грунтовых вод.

Изменился вертикальный профиль углерода гумуса. Корнеобитаемые глубины 4,5–6,0 м после прекращения корневого опада деревьев за 50 лет утратили 50 % гумуса. Мы предполагаем, что такие же изменения произошли и в гумусовых горизонтах, расположенных ниже, но не обследованных нами.

Систематическая пахота на вырубках, превращенных в огороды, исказила их микро-рельеф: полосы, с которых начиналась пахота, снизились на 10 см, а поверхность участков в центре огорода повысилась на 10 см. При характеристике состояния почв пахотного горизонта, в особенности при расчетах запасов, необходимо учитывать эти «механические» составляющие изменений в почве.

Следует отметить методический недостаток классических водно-балансовых моделей. Они не учитывают потерь недоступной растениям влаги, уходящей из глин и суглинков в грунтовые воды и в подстилающие пески, а потери эти, судя по изменениям запаса влаги от весны до осени под степью на Деркульской опытной станции, превышают 15–20 мм.

Библиографический список

1. Романовский, М.Г. Грунтовые воды Теллермановского леса / М.Г. Романовский, В.В. Мамаев // Лесоведение. – 2002. – № 5. – С.4–9.
2. Экосистемы Теллермановского леса / Под ред. В.В. Осипова. – М.: Наука, 2004. – 340 с.
3. Петров, А.П. Типы леса Теллермановского лесного массива / А.П. Петров // Тр. Института леса. – 1957. – Т.33. – С. 16–58.
4. Дубравы лесостепи в биогеоценологическом освещении / Под ред. А.А. Молчанова. – М.: Наука, 1975. – 374 с.
5. Варлыгин, Н.Д. Водный режим под лесами и полезащитными насаждениями в степи / Н.Д. Варлыгин, С.В. Зонн, В.Н. Мина // Тр. Института леса. – 1953. – Т. 12. – С. 60–129.
6. Пушкинская, О.Н. Микрофлора почв Теллермановского опытного лесничества / О.Н. Пушкинская // Тр. Института леса. – 1953. – Т. 12. – С. 171–194.
7. Васильева, И.Н. Физические свойства черноземов Деркульской степи и их изменение под влиянием лесных насаждений / И.Н. Васильева, С.В. Зонн // Тр. Института леса. – 1953. – Т. 12. – С. 15–59.
8. Зонн, С.В. Материалы по изучению водного режима черноземов под дубовыми насаждениями / С.В. Зонн // Тр. Института леса. – 1954. – Т. 15. – С. 5–81.
9. Молчанов, А.А. Воздействие антропогенных факторов на лес / А.А. Молчанов. – М.: Наука, 1978. – 139 с.
10. Соколов, Д.Ф. К вопросу о химической природе органических веществ почв под дубовыми лесами / Д.Ф. Соколов // Тр. Института леса. – 1953. – Т. 12. – С. 209–224.

ОСОБЕННОСТИ УКОРЕНЕНИЯ И РОСТА КЕДРА СИБИРСКОГО, РАЗМНОЖЕННОГО ЧЕРЕНКОВАНИЕМ

Р.Н. МАТВЕЕВА, *научный сотрудник СибГТУ*,
О.Ф. БУТОРОВА, *научный сотрудник СибГТУ*

Несмотря на важность решения вопроса об укоренении и росте кедра сибирского, размноженного черенкованием, и большое количество публикаций по черенкованию хвойных пород, встречаются лишь отдельные данные, подтверждающие, что кедр сибир-

ский относится к трудноукореняемым видам [1–4, 6].

В связи с высокой индивидуальной изменчивостью маточных экземпляров, проявляющейся по способности к черенкованию [5, 7], большой интерес представляет вопрос

изучения укореняемости черенков в зависимости от географического происхождения, при формировании наследственности в различных почвенно-климатических условиях.

Исследования, проводимые в СибГТУ с 1970 г., позволили установить зависимость укоренения черенков кедрового от многих факторов и отработать технологию размножения черенкованием.

Черенки нарезают на плантации с маточных растений, отличающихся географическим происхождением, индивидуальной изменчивостью, используя отобраные экземпляры алтайского, кемеровского, коми и якутского происхождений, которые имели лучший рост, длинную хвою и большее число побегов в мутовке.

Трехлетние укорененные черенки отличались формированием корней, длина которых варьировала от 20,0 до 26,0 см, число – от 1 до 3 шт. Длина хвои составляла

5,0–9,0 см. Наибольших размеров она была у черенков алтайского происхождения, наименьших – якутского.

После пересадки в школьное отделение черенковые саженцы от разных биотипов в возрасте 3+1 лет отличались по высоте, текущему приросту и длине хвои (табл. 1).

Исследования показали, что в первые годы черенки независимо от географического происхождения отличаются замедленным ростом, формируют корневую систему с наличием микоризы.

Изучено также состояние четырехлетних клонов, выращенных из двухлетних укорененных черенков, в зависимости от индивидуальных особенностей и географического происхождения (табл. 2).

Клоны потомства якутского экотипа (2–1, 2–4) имели наибольшие биометрические показатели по высоте, диаметру, текущему приросту.

Т а б л и ц а 1

Биометрические показатели 4-летних (3+1) клонов

Географическое происхождение	Номер клона	Высота, см	Текущий прирост, см	Длина хвои на текущем приросте, см
Алтайское	18–3	8,8	1,6	6,3
Кемеровское	15–8	6,4	2,1	5,1
Коми	7–9	6,5	2,2	6,5
Якутское	2–9	6,2	1,4	3,6

Т а б л и ц а 2

Показатели отобраных 4-летних (2+2) черенковых клонов

Номер клона	Высота, см	Диаметр, мм	Прирост, см		Хвоя, см	Почка	
			текущий	вторичный		мм	шт.
Происхождение из Якутии							
2–1	15,7	5,6	4,0	0,5	5,6	6,0	2,0
2–4	14,5	6,6	3,8	0,2	4,5	6,0	1,0
2–6	8,2	4,2	3,5	0,5	3,7	4,5	1,0
Происхождение из Бурятии							
4–2	8,5	5,9	3,9	0,6	5,2	7,0	2,0
4–8	8,4	4,0	2,0	0,4	5,0	4,6	1,2
4–11	9,3	5,0	3,2	0,3	6,2	7,0	2,0
4–12	9,0	4,1	1,8	0,2	5,0	5,0	2,0
4–14	9,5	5,4	2,4	0,6	5,7	4,0	1,0
Происхождение из Свердловской обл.							
3–5	8,3	5,3	2,0	0	6,5	6,0	2,0
Происхождение из Коми							
7–17	8,8	4,8	3,3	0,1	5,0	4,0	1,0
7–22	8,5	4,4	2,3	0,5	4,2	5,5	1,5

Показатели двухлетних укорененных черенков якутского происхождения

Номер маточного растения	Прирост, см	Длина хвои на текущем приросте, см	Длина корней, см
Я-1	1,6	2,1	1,2
Я-3	1,2	2,9	2,1
Я-5	1,5	2,2	2,6
Я-6	2,3	3,5	4,3

Некоторые клоны потомства бурятского происхождения (4–2, 4–11) отличались более крупными почками (7,0 мм) и большим их числом. Кроме того, у клона № 4–11 данного происхождения – длинная хвоя (6,2 см). Клоны бурятского происхождения (№ 4–2 и 4–14) имели вторичный прирост больших размеров. В потомстве свердловского происхождения выделяется клон 3–5: высота на 22,0–33,9 %, диаметр – на 6,0–43,2 %, длина хвои – на 62,5–103,1 % больше, чем у других клонов этого экотипа.

Клоны № 7–17, 7–22 (происхождения коми) имели высоту в 1,1–1,6 раза больше по сравнению с другими этого происхождения.

Полученные данные подтвердили большое значение индивидуальной изменчивости маточных растений по способности размножаться черенкованием.

В следующем опыте при черенковании маточных растений якутского происхождения было еще раз доказано, что не все экземпляры одного возраста и происхождения, произрастающие в идентичных условиях, способны размножаться черенкованием. Укореняемость черенков наблюдалась от 40,0 % маточных растений. Приживаемость черенков находилась в пределах 11,0–78,0 %. Высокой приживаемостью характеризовались черенки растения Я-6. Через два года в этом варианте черенки образовали корни большей длины (табл. 3).

Низкая приживаемость наблюдалась при укоренении черенков с экземпляра Я-1. Длина корней в этом варианте в 2,4–2,8 раза меньше в сравнении с другими.

Черенковые саженцы были высажены на постоянное место в плантационные культуры в августе 1984 г. В 2006 г. они имели высоту от 4,3 до 8,0 м, диаметр ствола на высоте 1,3 м варьировал от 5,0 до 20,0 см, кроны – от

2,0 до 4,9 м. Черенковые растения по внешнему виду не отличались от деревьев семенного происхождения.

Шишки образовались у 75,0 % деревьев в количестве от 1 до 59 шт. При этом 50,0 % деревьев сформировали до 10 шт. шишек, 22,0 % – более 20 штук. На побеге (в пучке) шишки располагались по 1–4 шт.: у 11,0 % деревьев – по 1 шишке, 83,0 % – по 2–3 шишки, 5,0 % деревьев – по 4 шишки.

Анализ роста и семеношения кедра сибирского черенкового происхождения показал, что при черенковании следует учитывать изменчивость маточных растений по способности к вегетативному размножению. Отбор таких растений позволит в несколько раз повысить эффективность данного метода.

Библиографический список

1. Докучаева, М.И. Вегетативное размножение хвойных / М.И. Докучаева. – М.: Лесн. пром-ть, 1967. – 103 с.
2. Комиссаров, Д.А. Биологические основы размножения древесных растений черенками / Д.А. Комиссаров. – М. 1964. – 292 с.
3. Матвеева, Р.Н. Укореняемость черенков кедр сибирского в зависимости от возраста и обработки гетероауксином / Р.Н. Матвеева, Т.К. Виноградова, В.Н. Савченко // Повышение продуктивности лесов Сибири и Дальнего Востока. – Красноярск: СТИ, 1975. – С. 114–121
4. Матвеева, Р.Н. Вегетативное размножение сосны кедровой сибирской / Р.Н. Матвеева. – Красноярск: КПИ, 1982. – 72 с.
5. Протопопова, Е.Н. Вегетативное размножение хвойных в Средней Сибири / Е.Н. Протопопова // Селекция хвойных пород в Сибири. Красноярск, 1978. – С. 170–184.
6. Северова, А.И. Вегетативное размножение хвойных древесных пород / А.И. Северова. – М.–Л.: Гослесбумиздат, 1958. – 143 с.
7. Williams F. Propagation of mature western white pine (*Pinus monticola* Dougl.) by cuttings // Can.J. Forest Res. 1987. № 4. P. 349–352.

К ИСТОРИИ ОБ УСЫХАНИИ ЕЛОВЫХ ЛЕСОВ В МЕЖДУРЕЧЬЕ СЕВЕРНОЙ ДВИНЫ И ПИНЕГИ

О.А. НЕВОЛИН, доц. каф. лесной таксации и лесоустройства АрхГТУ, канд. с.-х. наук,
С.В. ТРЕТЬЯКОВ, доц. каф. лесной таксации и лесоустройства АрхГТУ, канд. с.-х. наук,
С.В. ТОРХОВ, гл. инженер Архангельской государственной лесоустроительной экспедиции

Первое письменное упоминание об усыхании еловых лесов в России мы находим у Фердинанда Габриеля Фокеля [1]. В его сочинении, написанном в середине XVIII в., читаем: «... что до состояния долговременности еловых деревьев касается, то она такая же или еще большей, нежели сосна, гнилости и хворости подвержены; ибо довольно известно, что такая леса целыми местами засыхают, ветер их вышатывает и черви точат».

На рубеже XX и XXI вв. лесоводы и лесозаготовители Европейского Севера вплотную подошли к проблеме хозяйственного освоения спелых и перестойных ельников этого региона и оказались всерьез озабочены природными процессами распада и гибели от усыхания еловых древостоев. Процесс усыхания в районе лесозаготовок резко снижает качество древесины и создает трудности при отводе лесосек, усложняя арендные отношения. В той или иной мере проблема коснулась более 30 арендаторов с суммарным объемом заготовки древесины порядка 1,5 млн м³ в Березниковском, Выйском, Верхнетоемском, Сурском и Карпогорском лесхозах.

Заметим, что проблемы лесопромышленного комплекса социально-экономического плана. От их решения зависит будущее многих лесных поселков в трех административных районах Архангельской области: Виноградовском, Верхнетоемском и Пинежском.

Для того чтобы глубже понять происходящие процессы усыхания ельников, нежелательные для человека, правильно оценить настоящее, предвидеть будущее и неотложно решать назревшие социально-экономические, лесоводственные и экологические проблемы, надо знать историю вопроса. Ее мы и постараемся коротко осветить, сделав некоторые выводы и предложения.

Впервые на массовое подсыхание ели в этом районе обратили серьезное внимание лесоустроители Вельского удельного округа

в начале 90-х гг. XIX в. вообще и в частности при повторном устройстве в 1899–1900 гг. Верхне-Ваенгской удельной лесной дачи. Примечательно, что это лесоустройство совпало с годом массового подсыхания ели на Севере [2].

Руководитель работ М.Д. Успенский на заседании Лесного общества в Санкт-Петербурге в 1903 г. сделал сообщение на тему: «Некоторые данные о росте ели в Верхне-Ваенгской даче Шенкурского уезда Архангельской губернии» и высказал особую озабоченность организацией и ведением рубок в усыхающих еловых лесах [3]. Ознакомиться с его материалами можно в работе Н.А. Кузнецова «Задвинские ельники» [3], в которой большинство данных по Верхне-Ваенгской даче взяты из лесоустроительного отчета М.Д. Успенского.

Массовое усыхание ели с последующей выломкой деревьев он связывал с интенсивными выборочными рубками на прииск при заготовке пиловочных бревен в старых одновозрастных ельниках. М.Д. Успенский отмечал, что все еловые типы очень стары (старше 160 лет); возраст дерева, его толщина и отчасти высота далеко не прямо пропорциональны; главная масса господствующих в данном насаждении размеров деревьев всегда одновозрастна; одновозрастность при разнотолстотности – явление общее для всех дач Севера.

Главная и решающая причина подсыхания групп еловых деревьев в сплошных еловых насаждениях Севера, по мнению М.Д. Успенского, очень высокий возраст их. Из других причин важнейшими он считал: «выборку пиловочных деревьев, жаркие и сухие лета, ухудшающие условия роста ели понижением уровня грунтовых вод, появление короедов».

Происходящие естественные природные процессы усыхания ели в одновозраст-

ных ельниках, усугубляемые вмешательством человека, вызывали у лесоустроителей сомнения в правильности расчетов при организации выборочного хозяйства. Так, Н.А. Кузнецов писал: «Вообще бессистемное выборочное хозяйство на пиловочник, особенно в еловых дачах севера, всегда возбуждало сомнение у лесных техников в его рациональности. С трудом верилось, чтобы старый, приспевающий по размерам ельник достоял здоровым до второго оборота хозяйства. Массовое же подсыхание ели в 1899–1900 гг. совсем пошатнуло уверенность в обычных расчетах на вторичную рубку через 30–45 лет» [2].

Небезынтересно отметить, что отпускной размер по диаметру на высоте груди для заготовки экспортных пиломатериалов тогда был установлен 8–9 вершков (36–40 см). Этот размер по диаметру называли спелым, а деревья – приспевающими. При этом учитывалось комлевое бревно длиной 10 аршин (7,1 м) с диаметром без коры в верхнем отрубе не менее 7 вершков (31 см). По возрасту же «спелые» и «приспевающие» деревья, как отмечал М.Д. Успенский, «очень мало отличаются, попадая в один класс» (возраста).

В 1899 г. управляющий Топецким удельным имением Пригожий сообщал в управление Вельского удельного округа о массовом появлении сухостоя в ельниках Топецкой лесной дачи (это часть территорий нынешних Верхне-Ваенгского, Рочегодского и Сиверского лесничеств Березниковского лесхоза) после выборочной рубки пиловочника в 1893–94 и 1897–98 гг.

Приисковые рубки велись вблизи основных рек и речек. «Рубщики, – писал М.Д. Успенский, – бросали в лесу массу срубленных деревьев из-за наличия самого ничтожного фаута. Еще более деревьев оставалось с надрубками на корне, затем портилось огромное число деревьев затесами коры для определения выступиванием качества дерева до срубки его». Из срубленного без дефектов дерева обычно брали только комлевое бревно, в лучшем случае два. Все остальное бросали в лесу. На лесосеке вырубались все здоровые без технических пороков деревья отпускных размеров.

В 1901 г. Л.И. Яшнов, бывший в то время ученым лесничим Главного управле-

ния уделов, специально осмотрел ельники в трех удельных лесных дачах: Верхне-Топецкой, Верхне-Ваенгской и Вершинской.

По Верхне-Топецкой даче Л.И. Яшнов отметил, что «... преобладает старый лес типа холм, холмовая ровнядь (черничники и долгомошники по В.Н. Сукачеву). Здесь много встретилось подсыхающих деревьев, но без следов короеда, это были деревья 5–6 вершков в диаметре на высоте груди, сухостоя встречалось более на изреженных местах... При внимательном осмотре подсыхающих деревьев можно было констатировать, что на южной стороне стволов кора подсушена и шелушится, что указывает на вредное действие усиленного освещения... Встречалось много ели с побуревшей хвоей, но без повреждений короедами. Окружающее насаждение редко, много сухостоя. В тех же кварталах встретилось подсыхание иного характера: это были небольшие группы сплошь посохших деревьев, резко отграниченных от окружающего здорового насаждения; в каждой такой куртине засохла и старая и молодая ель; самый вид подсохшей ели иной, как будто опалена огнем и потеряла только хвою. Это усыхание от короеда».

В Верхне-Ваенгской и Вершинской удельных лесных дачах Л.И. Яшнов наблюдал такую же картину и сделал общий вывод: «Сухостой в еловых Задвинских дачах образуется и помимо короеда при сильном изреживании насаждений рубками, но, с другой стороны, ослабление роста леса в связи с засушливыми годами вызвали и чрезмерное развитие короеда».

А вот какой вывод сделал Л.И. Яшнов по поводу лесоустроительных расчетов при организации выборочного хозяйства в разновозрастных ельниках: «... сплошные пространства сухостоя, напоминающие собой пожарища, прямо говорят, что расчеты наши вернуться сюда с рубкой через 30–40 лет (оборот хозяйства) совершенно обманчивы: через 30–40 лет на этих площадях мы найдем лишь единичные уцелевшие старые деревья и поднимающийся между ними молодняк».

В 1902 г. при Главном управлении уделов проводилось особое совещание, на котором рассматривался вопрос о подсыхании

ели в удельных северных дачах в лесах Архангельской и Вологодской губерний.

«Относительно Задвинских ельников совещание пришло к заключению, что постоянство пользования в них не вполне обеспечено вследствие подсыхания и вываливания ветром деревьев, остающихся на выборочных лесосеках, и что, с другой стороны, ведение сплошных рубок в этих лесосеках невозможно по неимению сбыта для тонкомерного леса».

Первичной причиной подсыхания ели совещание приняло выборку пиловочных деревьев в значительном количестве, приводившем к разреживанию старого леса.

На подсыхание богатых пиловочным лесом ельников в Вельском удельном округе особо указывал П.П. Серебренников [4].

О причинах подсыхания старых, почти одновозрастных ельников мнения лесоводов того времени расходились. Одни считали причиной высокий возраст древостоев, другие – деятельность короедов и грибных заболеваний, третьи – вырубку пиловочника, коренным образом изменявшую условия для оставшихся на корне деревьев: усиление доступа таких могущественных элементов, как свет и воздух.

П.П. Серебренников примыкал к последнему мнению с той лишь поправкой, что «при расследовании такого сложного явления необходимо учитывать и другие, сравнительно более второстепенные факторы, как деятельность короедов, действие непосредственной инсоляции, вызывающее омертвление камбия у ели, и имея, однако, в виду, что в годы засухи, в годы значительного понижения как уровня грунтовых вод, так и общего содержания влаги в почве и в воздухе, деятельность короедов может становиться угрожающей целостности и вовсе не тронутых рубкой насаждений». Массовое появление сухостоя в начале 90-х годов XIX столетия в Задвинских ельниках, отличавшихся высоким возрастом, значительной одновозрастностью и богатством пиловочника, П.П. Серебренников связывает с засушливыми годами, предшествовавшими этому подсыханию. По его мнению, «невысокий возраст сам по себе, а неблагоприятные почвенно-грунтовые или климатические условия, разного рода вредители растительного

и животного мира, словом, болезни, развивающиеся под влиянием причин, вот что ведет к преждевременной гибели деревьев и целых насаждений».

Когда в начале XX в. наметилась тенденция к замене выборочных рубок на прииск сплошными, П.П. Серебренников говорил: «В особенности вызывает опасение введение сплошных рубок в старых ельниках высокоствольниках, где весьма вероятны значительные повреждения ветрами при закладке многочисленных зарубов в насаждениях, стоявших многие годы в сомкнутом состоянии. Само собою разумеется, что в связи с введением сплошнолесосечной системы хозяйства должны быть изучены все детали способа закладки лесосек сплошной рубки и изучены меры содействия естественному возобновлению лесосек и способы осуществления на практике этих мер» [4].

А.С. Рожков, работавший старшим лесничим Вельского удельного округа в 1898–1901 гг., особо подчеркивал вредность для лесного хозяйства выборочных рубок в одновозрастных насаждениях и указывал на усиленную фаутиность и гибель целых насаждений после рубки в них пиловочника на весьма больших площадях в еловых лесах Шенкурского уезда по правой стороне реки Северной Двины (правобережная часть территории Березниковского лесхоза). Вот как образно он описал последствия выборочных рубок в одновозрастных ельниках в книге «К устройству северных лесов»: «... разреживая насаждения выборкой крупных деревьев, мы тем самым создаем совершенно иную обстановку для роста остающихся деревьев: во-первых, получается в насаждениях большой доступ света и непосредственных лучей солнца; во-вторых, усиленный доступ воздуха вообще и в частности ветра, и, в-третьих, более сильное действие мороза, снега и т.д. Обильный доступ света и воздуха, или, иначе говоря, большой простор у молодых деревьев действительно вызывает усиленный рост, а у старых деревьев получается как раз обратный результат: они начинают усиленно хиреть и засыхать, так как возбужденная в них энергия к жизни, несвойственная их возрасту, является для них нежелательной и губительной. Если

иногда в течение первых 3–5 лет после выборки появляется более сильный прирост, то это не надолго. Затем усиленный и непосредственный доступ ветра, мороза и лучей солнца только ухудшает условия роста, расшатывая корневую систему, и вызывает большую фаутиность в виде морозобойных трещин или щелей и солнечных ожогов (кора прикипает к древесине, шелушится, а потом образуется сухобочина). Кроме того, фаутиность развивается и увеличивается еще и вследствие обломки сучьев и вершин, ударов, ошмыгивания, ссадин и тому подобных повреждений, связанных с выборочной рубкой.

Здесь же следует отметить и то обстоятельство, имеющее место на практике, что благодаря расшатанности и вообще надорванности и болезненности, оставшихся на корне деревьев, создаются более благоприятные условия для размножения короедов до угрожающих размеров, что, конечно, тоже способствует скорейшей гибели оставшихся насаждений.

Таким образом, последствием выборочных рубок получается только усиленное ухудшение и истощение насаждений и безвременная их гибель» [5].

Используемые для освещения истории об усыхании ельников работы [2, 4, 5] являются докладами на XII Всероссийском лесном съезде, проходившем в 1912 г. в Архангельске [6]. Этот беспрецедентный для северного лесного хозяйства форум, обсудив вопросы лесоустройства по докладам П.П. Серебряникова, А.С. Рожкова и Н.А. Кузнецова, признал желательным немедленный переход от выборочного хозяйства к сплошнолесосечному. При этом особое внимание обращалось на обеспечение лесовозобновления главными породами при полной сохранности от повреждений остающихся насаждений. Подчеркивалось, что важнейшей задачей государственного лесовладения на Севере, несомненно, является сохранение постоянства и неистощительности пользования лесом [7].

Постановления XII лесного съезда по лесоустройству обусловили сначала постепенный, а затем резкий (1929–30 гг.) переход от выборочной формы хозяйства к сплошнолесосечной. Этому, разумеется, способство-

вал и научно-технический прогресс в области создания лесозаготовительной техники и строительства лесовозных дорог, возможности использования всего объема заготовленной древесины благодаря развитию глубокой переработки древесины (в целлюлозно-бумажном и др. производствах).

Вот так обстоятельно подходили наши далекие предшественники к решению сложнейших проблем северного лесного хозяйства, одной из которых в настоящее время вновь явилась гибель высоковозрастных ельников на водоразделе рек Северной Двины и Пинеги в Березниковском, Карпогорском, Выйском, Сурском и Верхнетоемском лесхозах Архангельской области [6].

Лесостроители всегда заботились о рациональном использовании и сохранении лесных богатств, благополучии северного лесного хозяйства. Прерванные в 1914 г. войнами и интервенцией лесостроительные работы в исследуемом районе возобновились в 1923 г. и велись до 1929 г. Лесостроители 20-х годов прошлого столетия так же, как их предшественники, обращали внимание на сведение к минимуму неминуемого вреда от вторжения человека в природу одновозрастных (особенно высоковозрастных ельников) насаждений с выборочными рубками, да и сплошнолесосечными тоже [6]. Примечательно, что в те годы не была обнаружена гибель ельников от массового усыхания деревьев. Кстати, о прекращении «нового образования массового сухостоя ели» в свое время сообщил Н.А. Кузнецов, обследовавший Верхне-Топецкую дачу в 1905 г. через 6 лет после начала массового усыхания в ельниках, которое описал Л.И. Яшнов в подтверждение данных М.Д. Успенского.

В 30-е и 40-е годы прошлого века, когда проводились лесоинвентаризационные работы, таксаторы также не отмечали массовой гибели ельников в этом районе. Однако в 1954 г. при устройстве Виноградовского лесхоза (ныне Березниковский) лесостроители вновь обратили внимание на удручающую картину массового распада – гибели одновозрастных спелых и перестойных насаждений с преобладанием ели в Клоновском и Концевогорском (ныне Верхне-Ваеньгском) лесничествах.



Рис. 1. Распад елового насаждения в возрасте 250 лет. Валежа 80 м³ на 1 га. Тип леса – ельник-черничник. Клоновское лесничество, 1954 г. Фото О.А. Неволлина

В 1954 г. лесоустроители выяснили, что это природное явление прежде всего связано с естественным биологическим старением одновозрастных насаждений чистых еловых или с преобладанием ели, которые с 170–180 лет начинают самоизреживаться без видимых следов выборочных рубок в прошлом. Было установлено, что естественная спелость в одновозрастных ельниках наступает за пределами 160-летнего возраста. С этого возрастного рубежа, как правило, слабый текущий прирост не компенсирует естественного отпада по массе древесины и одновозрастное насаждение переходит в завершающую фазу жизни – распад и фактическую гибель (рис. 1). В связи с этим нельзя не вспомнить капитальные труды С.В. Алексеева, А.А. Молчанова, И.С. Мелехова [8, 9, 10]. Они предостерегали северных лесоводов от проведения выборочных рубок в высоковозрастных ельниках.

Первопричиной распада одновозрастных ельников, не достигших критического возраста, как правило, являлись выборочные рубки. Заметим, что следы приисковых рубок 20–40-х гг. той или иной интенсивности таксаторы в 1954 г. отмечали на всей территории лесхоза. И всюду, независимо от возрастов спелых ельников, наблюдался распад и даже полная гибель некогда высокополнотных продуктивных ельников. Интенсивный же процесс распада еловых насаждений, затронутых выборочной рубкой, происходит после 150–160-летнего возраста, а насаждения, перешагнувшие 200-летний рубеж, как правило, обречены на полную гибель.

Главный фактор – ветер (ветровал, бурулем, ослабление жизненной функции деревьев в результате постоянного раскачивания с обрывом массы мелких корней и корешков), затем массовое размножение короедов (типограф – *Jps typographus* L., еловый гравер – *Pityogenes chalcographus* L., большой еловый лубоед – *Dendroctonus micans* Kugel, и др.) и заселение ими ослабленных деревьев, грибные болезни – еловая губка (*Trametes abietis* Sacc.), стереум еловый (*Stereum abietinum* (Pers), Fr.), еловый трутовик (*Polystictus circeinatus* var. *triqueter* (pers.) Bres.), корневая губка (*Fomes annosus* (Fr.) Sck.), ржавчина хвои (*Chrysomyxa ledi*, de Bary) и др., многие скрытые и явные неблагоприятные условия внешней среды обитания (колебания уровня грунтовых вод, высокие температуры воздуха при знойном засушливом лете и низкие температуры в трескучие морозы зимой и др.). Все эти факторы губительно отражаются на жизни старых одновозрастных ельников и вызывают интенсивный распад более молодых, пройденных выборочными рубками, а также стен леса, оставленных на срок примыкания лесосек при сплошных рубках.

Предложенный лесоустройством 1954 г. проект, предусматривающий первоочередное использование спелой древесины в старых одновозрастных ельниках, был выполнен лишь частично в сырьевых базах лесозаготовительных предприятий в зонах действующих лесовозных дорог.

При последующих лесоустроительных работах, проводившихся на этой территории в

Т а б л и ц а 1

Распределение насаждений Выйского лесхоза по интенсивности усыхания

Характер усыхания	% усыхания по запасу	Площадь усыхания	
		тыс. га.	%
Одиночное	< 2 %	10 438	4,5
Диффузное	3–20 %	168 273	72,3
Куртинно-групповое	21–55 %	49 694	21,3
Сплошное	> 55 %	4 462	1,9
Итого		232 867	100,0

60–90-е годы прошлого века, таксаторы отмечали низкие полноты и захламенность спелых и перестойных ельников, но не заостряли внимания на распаде, гибели высоковозрастных насаждений. Заметим, что этот естественный биологический процесс не вызывал тревоги, являя обычную картину таежных лесов. Массовое усыхание в ельниках тогда не наблюдалось.

Новая и более обширная вспышка усыхания высоковозрастных ельников между речья рек Северной Двины и Пинеги произошла через 100 лет после описанной в 1899–1900 гг. М.Д. Успенским [2, 11].

В отчете ОАО «НИПИЭИлеспром» «Разработка перспективной стратегии развития лесопользования в Архангельской области», составленном в конце 2006 г., содержатся любопытные данные о результатах лесопатологического обследования, выполненного ФГУ «Рослесзащита» в лесах Архангельской области в 2004–2006 гг.

По данным Рослесзащиты, усыханием на междуречье рек Пинеги и Северной Двины в Виноградовском, Верхнетоемском, Пинежском районах затронуто около 1,7 млн га ельников, из них 1,2 млн га погибших и погибающих (усыхающих). По этим данным, 60 % насаждений с преобладанием ели страдают от усыхания, причем на каждых трех из четырех гектаров этот процесс оканчивается распадом насаждения. Примечательно, что специалисты ФГУ «Рослесзащита» в среднем насчитывали 81 м³ мертвого леса на каждом гектаре усыхающих ельников.

Рослесзащитой оценка масштабов усыхания ельников определена по материалам аэровизуального обследования с распространением данных выборочного натурного осмотра на аналогичные по таксационной характеристике насаждения.

В то же время по материалам лесоустройства процесс усыхания не выглядит столь устрашающе. В 2005–2006 гг. прошло лесоустройство Выйского и Березниковского лесхозов. В настоящее время полностью обработаны материалы Выйского лесхоза. Камеральные работы по Березниковскому лесхозу приостановлены в связи с принятием нового Лесного кодекса.

По данным лесоустройства, в Выйском лесхозе усыханием ели охвачено 232 867 га насаждений. Из них с преобладанием ели 231 003 га (99,2 %), сосны – 440 га (0,2 %), березы – 1336 га (0,6 %), осины – 88 га. Распределение насаждений Выйского лесхоза по интенсивности усыхания приведено в табл. 1.

Общий запас свежего сухостоя составляет 1 479,9 тыс. м³ на площади 78 637 га (18,8 м³/га), старого 7 355,7 м³ на площади 418 648 га (17,6 м³/га). Захламленность составляет 5790,3 тыс. м³ на площади 324 212 га (17,9 м³/га). Общий запас насаждений с признаками усыхания составляет 35,4 млн м³. На долю спелых и перестойных насаждений приходится 228 014 га, с общим запасом 34,9 млн м³. Усыхание, по данным лесоустройства, в основном носит диффузный характер с гибелью преимущественно высоковозрастных деревьев. Сплошное усыхание, за редким исключением, наблюдается в насаждениях, граничащих с вырубками и молодняками первого класса возраста (рис. 2).

Данные таксации по Березниковскому лесхозу, как уже говорилось, не обработаны, но материалы обследования весьма интересны. Для оценки динамики процесса усыхания в Березниковском лесхозе в 2005 г. в еловых, преимущественно перестойных, насаждениях было заложено 37 тренировочных пробных площадей с перечетом по диаметру живого древостоя, сухостоя и валежа. Общая площадь перечета составила 8,36 га. Размер же пробных площадей колеблется от 0,12 га до 0,52 га.

В 2006 г. на этих же площадях выполнен повторный перечет. При сопоставлении опытных данных выявляется следующая картина.



Рис. 2. Сплошное усыхание ели на границе с вырубкой 2-х летней давности

В 2005 г. на 31 из 37 проб в той или иной степени наблюдалось превышающее естественный уровень отпада усыхание еловой части древостоя. Кстати, термин «естественный уровень отпада» закрепился в теории и практике лесоустройства, хотя, памятуя о естественности самого процесса усыхания, точнее применить определение «нормальный уровень отпада». Спустя год только на одной из проб древостой остался здоровым.

По среднему возрасту обследованные древостои соответствуют возрастной структуре массива на водоразделе рек Северной Двины и Пинеги: V класс возраста – 1 проба, VI – 2, VII – 4, VIII – 21, IX-5, X и выше – 4. Практически все (35 из 37) пробы заложены в ельнике-черничнике свежем – наиболее распространенном типе леса на водоразделе.

Натурные наблюдения, с одной стороны, подтверждают выводы о том, что основной причиной усыхания является высокий возраст деревьев. Но, с другой стороны, довольно много примеров, когда усыхают и не достигшие возраста спелости насаждения. Так же широк и спектр условий произрастания усыхающих насаждений. При доминировании ельников-черничников свежих и черничников влажных усыхают долгомошники и даже травяно-болотные ельники.

Ель на Европейском Севере как древесная порода легко адаптируется к различным условиям произрастания, но болезненно реагирует на изменения. Невольно такая стрессовая реакция ассоциируется с истерическим поведением животных организмов.

Причины усыхания и характер процесса различны. Поэтому для корректного рассмотрения данных обработки лесоустроительных проб из их общего количества обследования выделим 30 проб, заложенных в спелых и перестойных ельниках-черничниках (табл. 2). О характеристике выделенной для обобщения страты можно судить по следующим средним показателям. Класс бонитета 4 и 5, средний 4,4. Средняя доля ели в составе – 86 %. Средний возраст еловой части древостоя на пробах – 168 лет, максимальный – 246 лет, минимальный – 132 года.

На всех пробных площадях присутствует подрост. При колебаниях 0,8–8,3 тыс. шт. на 1 га средняя густота составила 3,8 тыс. шт. на 1 га.

По совокупности пробных площадей общей площадью 6,79 га число живых деревьев за год сократилось на 332, или на 9 % к их первоначальному количеству.

Отпад идет во всех ступенях толщины, но поскольку усыхают в первую очередь

высоковозрастные деревья, среди которых велика доля толстомерных, сокращение запаса живого древостоя больше 12 %. По этой же причине снижается средний диаметр древостоя и изменяется распределение числа деревьев по ступеням толщины. За год изменения не столь очевидны, но при развитии процесса усыхания фактическое строение древостоя по диаметру будет все значительнее отличаться от нормального. Знание изменения строения древостоя с практической точки зрения важно не только в целях планирования сортиментной структуры, но и в текущей деятельности органов лесного хозяйства. Стоимость мелкой древесины в два раза ниже стоимости крупной, и применение для материально-денежной оценки лесосек товарных таблиц, рассчитанных на нормальное строение древостоя, приведет к некоторому завышению стоимости отпускаемого на корню леса.

В одновозрастных ельниках Севера связь диаметра на высоте груди с возрастом выражено слабо. Сухостой отмечен во всех

ступенях толщины. Отличительной и очень важной особенностью процесса усыхания является часто наблюдающийся облом вершинной части деревьев (рис. 3), интенсивный вывал сухостоя и превращение его в валеж. За год количество стволов валежа возросло на 35 %, а его запас возрос на 66 %. Причины вывала деревьев разнообразны: это и поверхностная корневая система, и поражение грибными заболеваниями, ветровал, снеговал и снеголом. Постепенное накопление мокрого снега на кронах вызвало снеговал части деревьев. Наиболее пострадали тонкомерные деревья в густых биогруппах, сформировавшихся в окнах вывала перестойных ельников.

Далеко не все сухостойные деревья переходят в валеж в первые же годы после усыхания. Для оценки интенсивности отпада повторный пересчет позволил уверенно отделить сухостой текущего года (свежий сухостой) от старого, накопленного за предыдущие годы. Ниже приведены данные по 21 пробной площади (табл. 3).

Т а б л и ц а 2

Динамика строения усыхающих ельников по диаметру и жизненному состоянию за год

Ступень толщины, см	Древостой			Сухостой			Валеж		
	количество деревьев в 2005 г.	изменение за год	в % к 2005 г.	количество деревьев в 2005 г.	изменение за год	в % к 2005 г.	количество деревьев в 2005 г.	изменение за год	в % к 2005 г.
8	236	-20	-8,5	58	-1	-1,7	24	21	87,5
12	566	-27	-4,8	98	22	22,4	51	5	9,8
16	834	-46	-5,5	97	22	22,7	67	24	35,8
20	837	-69	-8,2	104	50	48,1	73	19	26,0
24	664	-58	-8,7	95	31	32,6	64	27	42,2
28	438	-42	-9,6	93	27	29,0	43	15	34,9
32	211	-36	-17,1	72	28	38,9	32	8	25,0
36	110	-24	-21,8	57	1	1,8	9	23	в 2,6 р.
40	32	-6	-18,8	30	3	10,0	2	3	в 1,5 р.
44	13	-3	-23,1	12	-2	-16,7	1	5	в 5 р.
48	3			4			1		
52	1	-1	-100,0	4	1	25,0			
56				1					
Число стволов на пробах									
	3945	-332	-8,4	725	182	25,1	367	150	40,9
Средневзвешенная густота, шт·га ⁻¹									
	629	-56	-8,9	104	+36	+34,6	57	+20	35,1
Запас на 1 га									
	207	-24	-11,6	56	+11	19,6	20	+13	+65,6
Средний диаметр, см									
	21,5	-0,3		24,9	-0,2		22,0	+1,0	

Сравнительная характеристика старого и свежего сухостоя

Ступень толщины, см	Старый сухостой		Свежий сухостой	
	число деревьев	%	число деревьев	%
8	31	8,5	16	4,9
12	51	14,0	34	10,5
16	45	12,4	58	17,9
20	47	12,9	72	22,2
24	41	11,3	50	15,4
28	45	12,4	39	12,0
32	47	12,9	31	9,6
36	25	6,9	16	4,9
40	20	5,5	3	0,9
44	5	1,4	4	1,2
48	3	0,8		
52	2	0,6		
56	1	0,3		
Число стволов на пробе	363	100,0	324	100,0
Средний диаметр, см	25,5		23,2	



Рис. 3. Облом вершинной части стволов – частое явление в усыхающем ельнике. Фото А.Н. Третьякова

Наличие свежего сухостоя свидетельствует о продолжении процесса усыхания в большинстве из обследованных ельников. Вслед за толстомерными деревьями усы-

хают и более тонкие деревья. Кривая ряда распределения числа сухостойных деревьев смещается влево со снижением среднего диаметра.

Однако на 9 пробных площадях свежего сухостоя практически нет. Конечно, это еще не означает, что процесс усыхания прекратился, но нельзя утверждать, что распад этих насаждений продолжается.

Явление усыхания ельников связано с множеством факторов. Высокий возраст – главная, но не единственная причина. Например, на одной из пробных площадей в ельнике-черничнике III класса бонитета в возрасте 90 лет объем отпада за истекший год вырос вдвое; на двух пробных площадях в 108 и 116-летнем елово-сосновых древостоях, хотя и зафиксировано аномально большое количество сухостоя, но причины его появления объясняются высокой полнотой; примечательна пробная площадь, заложенная в 140-летнем ельнике долгомошном пятого класса бонитета, где количество сухостойных деревьев за тот же период выросло втрое. Однако надо полагать, единичные наблюдения не располагают к обобщению.

Природные факторы неподвластны человеку, поэтому выбор способа рубки и параметров лесосек должны определяться лесоводственными мотивами. Установлено, что наиболее сильное и динамичное усыхание наблюдается вдоль стены леса по границе с вырубками (рис. 2), наименьшее – в глубине массива. Это наглядно видно на картах лесоустройства с разделением еловых насаждений по интенсивности усыхания.

Довольно часто запасы сухостоя в усыхающих ельниках рассматриваются как сырье для механической или химической переработки, однако в условиях практически полного отсутствия дорог и недолговечности сухостоя эти расчеты требуют осторожной оценки.

Древесина мертвых деревьев пригодна для технологической переработки, но при материально-денежной оценке рассматривается как дрова. А.А. Молчанов и И.Ф. Преображенский установили, что еловый валеж на горях вполне можно разрабатывать на дрова в течение 6–8 лет, а сухостой в течение 10–12 лет с момента их образования. В усыхающих еловых массивах переход сухостоя в валеж и разложение валежа, несомненно, происходит более интенсивно из-за массового поражения ослабленных деревьев пер-

вичными и вторичными энтомофагами и распространения дереворазрушающих грибов. По их же данным на деловые сортименты пригоден не пораженный грибами и насекомыми еловый сухостой в течение 2 лет. К аналогичным выводам приходили и другие исследователи. Однако все наблюдения были сделаны лишь в ельниках, пройденных пожаром, либо при рассмотрении естественного отпада в здоровых древостоях.

Основные выводы и предложения

Ельники междуречья Северной Двины и Пинеги в основном высоковозрастные с преобладанием одного резко выраженного поколения, все послепожарного происхождения. Разновозрастные еловые насаждения встречаются редко.

Распад еловых насаждений связан с высоким возрастом, (180–200 и более лет) и запрограммирован самой природой для обновления таежных лесов ее основным пирогенным путем.

Явления деградации и гибели высоковозрастных еловых насаждений естественны и делятся, периодически повторяясь, в течение многих столетий.

В ельниках междуречья прослеживается полувековой цикл всплеск массового усыхания, вероятно, связанных со сложнейшими процессами в космосе, определяющими земной климат.

В районах освоения спелых ельников усыхание интенсивнее, чем внутри массива: усыхают и разваливаются стены леса в оставленных по срокам примыкания лесосеках, гибнут семенные куртины и единичные деревья. Шахматное примыкание лесосек приводит к усыханию оставленных делянок. Соблюдение сроков примыкания в этих случаях губительно для леса.

В еловых насаждениях, достигших критического возраста (180–200 лет), и в спелых ельниках с наличием сухостоя, ветровала и бурелома при ведении сплошнолесосечной рубки сроки примыкания лесосек, предусмотренные действующими «Правилами рубок главного пользования в равнинных лесах Российской Федерации», теряют здравый смысл и должны быть решительно отменены.

Это диктуется повсеместным интенсивным распадом (ветровал, бурелом) еловых насаждений в остающихся на срок примыкания соседних с вырубками лесосеках.

В одновозрастных еловых насаждениях проводить какие бы то ни было несплошные рубки (выборочные, добровольно выборочные, группово-выборочные, постепенные и др.) нельзя. Объектом несплошных рубок являются разновозрастные насаждения.

Первостепенная задача арендаторов лесного фонда и лесоводов сделать все возможное для рационального использования древесины в гибнущих перестойных ельниках с безусловным обеспечением восстановления на вырубках высокопродуктивных сосняков (в первую очередь!) и ельников с сохранением биологического разнообразия.

Библиографический список

1. Фокель, Ф.Г. Описание естественного состояния растущих в северных российских странах лесов с различными примечаниями и наставлениями как оныя разводить / Ф.Г. Фокель. – СПб., 1766.
2. Кузнецов, Н.А. Задвинские ельники. К вопросу о массовом подсыхании ели и в связи с ним о некоторых изменениях в хозяйствах пиловочных дач: Вводный доклад XII Всероссийскому Съезду лесовладельцев и лесохозяев в г. Архангельске в 1912 г. / Н.А. Кузнецов. – СПб., 1912. – 40 с.
3. Протоколы заседания С-Петербургского лесного общества // Лесной журнал. – 1903. – Вып. 3. – С. 754-755.
4. Серебренников, П.П. Задачи лесного опытного дела на севере / П.П. Серебренников // Труды XII Всероссийского Съезда лесовладельцев и лесохозяев в г. Архангельске в 1912 г. – СПб., 1913. – 16 с.
5. Рожков, А.С. К устройству северных лесов: докл. XII Всероссийскому Съезду лесовладельцев и лесохозяев с участием лесозаводчиков и лесопромышленников в г. Архангельске в 1912 г. / А.С. Рожков. – СПб., 1912. – 38 с.
6. Неволин, О.А. О распаде и гибели высоковозрастных ельников в Березниковском лесхозе Архангельской области / О.А. Неволин, А.Н. Грицынин, С.В. Торхов // ИВУЗ, Лесной журнал. – 2005. – № 6. – С. 7–21.
7. Протоколы XII Всероссийского Съезда лесовладельцев и лесохозяев с участием лесозаводчиков и лесопромышленников в гор. Архангельске 15–25 июля 1912 г. – СПб., 1913. – 73 с.
8. Алексеев, С.В. Рубки в лесах Севера / С.В. Алексеев. – М.–Л.: Гослесбумиздат, 1948. – 64 с.
9. Алексеев, С.В. Выборочные рубки в лесах Севера / С.В. Алексеев, А.А. Молчанов. – М.: АН СССР, 1954. – 148 с.
10. Мелехов, И.С. Рубки и возобновление леса на Севере / И.С. Мелехов. – Архангельск: Архангельское кн. изд-во, 1960. – 201 с.
11. Неволин, О.А. История Березниковского лесхоза / О.А. Неволин, А.Н. Грицынин. – Архангельск: Правда Севера, 2002. – 464 с.

СОСТОЯНИЕ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ *PLANTAGO MAJOR* L. И *PLANTAGO MEDIA* L. В ЛЕСНЫХ ФИТОЦЕНОЗАХ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

Г.О. ОСМАНОВА, доц. каф. экологии МарГТУ, канд. биол. наук

В настоящее время проблема сохранения биоразнообразия является одной из актуальных, для решения которой необходимо выяснение адаптационных процессов на разных уровнях организации – от организменного до ценотического. Для глубокого понимания структуры и динамики растительных сообществ необходимо изучение ценотических популяций, слагающих фитоценоз. Состояние вида в ценозе в большой степени определяется такими основными популяционными параметрами, как численность и возрастная структура, а также жизненность особей в популяции [1]. Возрастной состав представляет собой один из существенных признаков

популяций. От этой стороны структурной организации зависит способность популяционной системы к самоподдержанию и ее устойчивость.

Объектами исследования выбраны многолетние травянистые растения с розеточным типом побега: подорожник большой (*Plantago major* L.) – короткокорневищный, кистекарневой поликарпик и подорожник средний (*Plantago media* L.) – короткокорневищное, стержнекарневое растение. В Республике Марий Эл оба вида встречаются по всей территории [2]. *P. major* и *P. media* обычно заселяют дороги, сбитые луга, пастбища, пустыри, края полей, склоны. Однако

выбранные нами объекты нередко произрастают на лесных дорогах, полянах и опушках в разреженных лесах.

Цель работы – описать возрастную структуру ценопопуляций (ЦП) *Plantago major* L. и *Plantago media* L. в лесных сообществах.

Исследования проводили на территории Республики Марий Эл. Она расположена на востоке Восточно-Европейской равнины в средней части реки Волги, в подзоне южной тайги, смешанных (левобережная часть) и широколиственных лесов (правобережье Волги), граничащих с лесостепью [2]. Под лесами занято 52 % территории республики. Сосновые леса образуют сплошные массивы на большой территории, в основном на песчаных и супесчаных почвах. Ельники занимают значительные площади в северо-западных и северных районах республики. В правобережье Волги местами сохранились дубо-липовые леса [3]. Наиболее распространенными почвами в Республике Марий Эл являются дерново-подзолистые, относящиеся к типу подзолистых почв. Они составляют основной фон почвенного покрова во всех районах республики [4]. По классификации природных районов Н.В. Абрамова [2], наши исследования затронули Оршанско-Кокшайский район распространения еловых, елово-пихтовых и широколиственных лесов, где расположен Медведевский район и Южный – район распространения сосновых и смешанных лесов с участием широколиственных (в хвойно-широколиственных лесах) и отчасти степных элементов, на территории которого находится Волжский район.

Сбор материала для изучения структуры ЦП *P. major* проводили в Медведевском районе вдоль лесных дорог (ЦП 1, 2). В Волжском районе исследование возрастной структуры ЦП *P. media* вели в различных сообществах: опушечном сообществе подорожничково-земляничном (ЦП 3), опушечном сообществе сосняка ландышево-лишайниковом (ЦП 4). В каждом местообитании были проведены стандартные геоботанические описания с учетом обилия видов по Браун-Бланке. Флористические списки видов растений были обработаны по экологическим шкалам Д.Н. Цыганова [10]: увлажненности почв (*Hd*), солевому режиму

почв (*Tr*), богатству почв азотом (*Nt*), кислотности почв (*Rc*), освещенности (*Lc*), переменности увлажнения почв (*Fh*), с использованием программы «ECOSCALE» [5].

В Медведевском районе нами были заложены трансекты, представляющие собой ряд примыкающих друг к другу площадок 0,25 м² каждая (по 20 площадок в каждом местообитании, всего 40). В опушечных сообществах Волжского района площадки размером 0,25 м² закладывали произвольным методом (всего 20). Особи *P. major* и *P. media* с площадок выкапывали, гербаризировали, а в лабораторных условиях определяли онтогенетические состояния особей [6].

Проводили оценку следующих демографических параметров ЦП: плотность ЦП; индекс возрастности (Δ) по А.А. Уранову [7]; индекс восстановления Л.А. Жуковой [8]; средняя эффективность популяции (ω) [9].

Тип ЦП определяли, используя классификации Т.А. Работнова [1], Л.А. Жуковой [8], А.А. Уранова и О.В. Смирновой, основанные на критерии абсолютного максимума. Нами использована классификация «дельта-омега» Л.А. Животовского [9], которая базируется на совместном использовании индекса возрастности (Δ) А.А. Уранова [7] и средней эффективности (ω).

Зная экологические характеристики видов, можно провести экспериментальную оценку экологических параметров местообитания. Тесная взаимосвязь растений с условиями существования позволяет не только по особенностям среды судить о потребностях растений, но и по характеру растительности делать заключение о свойствах экотопа, то есть использовать растительность как индикатор условий. Каждый вид организмов характеризуется экологической амплитудой – диапазоном значений экологического фактора, при котором возможно существование данного вида.

Определение свойств экотопа по растительному покрову положено в основу индикационных экологических шкал, например шкал Л.Г. Раменского и Д.Н. Цыганова, позволяющих по составу луговой или лесной растительности определить богатство и кислотность почв, увлажнение и переменность этого фактора, освещенность и так далее.

Т а б л и ц а 1

Характеристика местообитаний *P. major* и *P. media* по экологическим шкалам Л.Г. Раменского [11]

№ ЦП	Экологические шкалы			
	FE увлажнение (1–120)	NS богатство почв (1–30)	PD пастбищная дигрессия (1–10)	VF переменность увлажнения (1–20)
1	67,35 влажнолуговое	13,65 довольно богатые почвы	4,58 слабое влияние выпаса скота, сенокосная ста- дия / умеренное влия- ние выпаса	11,65 умеренно переменное увлажнение / сильно пере- менное увлажнение
2	70,12 влажнолуговое	14,01 довольно богатые почвы	4,61 слабое влияние выпаса скота, сенокосная стадия	12,98 сильно переменное увлаж- нение
3	54,00 сухолуговое и свежелуговое	13,98 довольно богатые почвы	4,75 слабое влияние выпаса скота, сенокосная ста- дия/умеренное влияние выпаса	6,88 средне обеспеченное / переменное увлажнение
4	66,37 влажнолуговое	13,47 довольно богатые почвы	5,14 сильное влияние выпаса скота, сенокосная ста- дия / умеренное влияние выпаса	10,68 умеренно переменное увлажнение

Т а б л и ц а 2

Демографическая структура ценопопуляций *P. major* и *P. Media*

№ ЦП*	Периоды, абсолютное значение / %			Плотность (м ²)	Δ	ω	I _в
	прегенеративный (j-v)	генеративный (g1-g3)	постгенеративный (ss-s)				
1	162	56	32	25,0	0,263	0,30	2,89
	64,8	22,4	12,8				
2	588	242	75	90,5	0,338	0,36	2,42
	64,97	26,74	8,28				
3	116	25	93	23,4	0,631	0,25	4,64
	49,57	10,68	39,74				
4	42	25	9	7,6	0,524	0,25	1,68
	55,26	32,89	11,84				

Примечание: * ЦП 1, 2 – *P. major*; ЦП 3, 4 – *P. media*

Результаты обработки геоботанических описаний по четырем экологическим шкалам Л.Г. Раменского с соавторами (1956) показали, что ценопопуляции *P. major* и *P. media* по шкале увлажнения приурочены к широкому диапазону водообеспечения от сухо- и свежелугового (ЦП 3) до влажнолугового (ЦП 1, 2, 4), имеют средне обеспеченное (ЦП 3), умеренно переменное (ЦП 1, 4) и сильно переменное (ЦП 2) увлажнение (табл. 1). По шкале активного богатства почвы и засолен-

ности в изученных местообитаниях оба вида тяготеют к более высокому почвенному богатству (от 13,47–14,01). Местообитания *P. major* и *P. media* в Медведевском и Волжском районах испытывают разное влияние выпаса от слабого (4,58 – ЦП 1) до сильного (5,14 – ЦП 4).

Оценка местообитаний *P. major* и *P. media* по экологическим шкалам Д.Н. Цыганова (1983) показала, что исследуемые объекты предпочитают сухолесолуговое и влажнолесо-

луговое увлажнение (11,77–12,18), могут произрастать на кислых и слабокислых ($Ph = 5,5–6,5$) а также бедных (5,67) и достаточно обеспеченных азотом почвах (6,75). *P. major* и *P. media* встречаются на открытых (2,98), полуоткрытых пространствах и в светлых лесах (3,80).

Таким образом, полученные балловые оценки местообитаний *P. major* и *P. media* в лесных фитоценозах, по экологическим шкалам Л.Г. Раменского [11] и Д.Н. Цыганова [10], укладываются в диапазоны, приводимые этими авторами.

Исследование возрастной структуры ценопопуляций *P. major* и *P. media* показало, что ЦП обоих видов являются нормальными. Ценопопуляции *P. major* (ЦП 1, 2), произрастающие вдоль лесных дорог, являются полными. Максимум в спектре приходится на группу особей в имматурном (*im*) онтогенетическом состоянии (ЦП 1 – 30,4 %; ЦП 2 – 29,75 %), поэтому спектр левосторонний. Наиболее многочисленной группой в ЦП 1 и 2 являются особи *P. major* прегенеративного периода, на их долю приходится более 64 % (табл. 2).

Очевидно, это можно объяснить несколькими причинами: высокой семенной продуктивностью особей, инвазией (заносом) семян и дружным их прорастанием. Присутствие *P. major* в лесных фитоценозах прежде всего связано с антропогенным фактором. Активное распространение *P. major* происходит благодаря особенностям скульптуры их семян. Семенная кожура семян *P. major* содержит слизистое вещество, которое при наличии влаги становится клейким, благодаря этому семена приклеиваются к подошве человека и копытам животных и распространяются на большие расстояния. Отсюда и название подорожника – «след белого человека». Минимальное количество особей в обоих ЦП приходится на зрелые генеративные растения (*g2*). Из всех 250 особей *P. major* в ЦП 1 всего 8 растений находились в *g2* онтогенетическом состоянии, а в ЦП 2 из 950 особей – всего 20. Влияние леса на световой режим распространяется и за пределы леса. Лесная опушка может изменять климат соседнего участка не только его затенением, увеличением влажности воздуха и почвы, изменением теплово-

го режима, но и ухудшением качества света в полосе, которая граничит с опушкой (Шенников, 1950). Растения имели от 1 до 3 генеративных побегов. По-видимому, это связано с низкой освещенностью. Известно, что *P. major* довольно требователен к освещению, вследствие чего обилен в открытых ценозах и погибает при сильном затенении.

Оценка местообитаний *P. major* и *P. media*, по экологическим шкалам Д.Н. Цыганова, показала, что исследуемые объекты предпочитают сухолесолуговое и влажно-лесолуговое увлажнение (11,77–12,18), могут произрастать на кислых и слабокислых ($Ph = 5,5–6,5$) почвах, а также бедных (5,67) и достаточно обеспеченных азотом почвах (6,75). *P. major* и *P. media* встречаются на открытых (2,98), полуоткрытых пространствах и в светлых лесах (3,80).

В целом для ценопопуляций *P. major* отмечена высокая размерная поливариантность, что является адаптивным механизмом выживания в этих эколого-ценотических условиях.

Ценопопуляции *P. media* (ЦП 3, 4) в опушечных сообществах являются неполными. В обеих ценопопуляциях в момент сбора материала отсутствовали проростки. Ювенильные (*j*) растения тоже были в численном меньшинстве от 2 (из 234 особей) в ЦП 4 до 8 (из 76 особей) в ЦП 3. В опушечном подорожничково-земляничном сообществе (ЦП 3) отсутствующей группой в возрастном спектре являются зрелые генеративные растения *P. media*. В ЦП 4, произрастающей в опушечном сообществе сосняка ландышево-лишайникового, не было обнаружено сразу двух фракций генеративного периода – зрелых и старых генеративных особей. Доминирующей группой в возрастном спектре ЦП 3 и 4 *P. media* являются виргинильные растения, на их долю приходится 37,18 и 46,1 % соответственно. Необходимо отметить, что в ЦП 3 (опушечное подорожничково-земляничное сообщество) много растений постгенеративного периода: субсенильных (*ss*) – 21,37 % и сенильных (*s*) – 18,37 %.

Максимальные значения плотности особей определяются типом стратегии и зарегистрированы у эксплорента – *P. major* (табл. 2).

Резюмируя вышеизложенное, следует отметить, что основными причинами неполноценности ЦП может быть отсутствие инвазии и жизнеспособных семян, неблагоприятные условия для их прорастания (иногда в течение ряда лет), гибель особей на ранних этапах онтогенеза (особенно проростков и ювенильных растений), пропуски онтогенетических состояний (при сокращенном онтогенезе), а в ряде случаев – избирательное уничтожение консортами.

Одним из демографических показателей, часто используемых в популяционных исследованиях для характеристики самоподдержания популяций, является индекс восстановления [8]. Он показывает, сколько потомков в данный момент приходится на одну генеративную особь. Результаты наших исследований показали, что значение этого популяционного показателя минимально ($I_g = 1,68$) у *P. media* в ЦП 4 и максимально ($I_g = 4,64$) у этого же вида в ЦП 3. Индексы восстановления *P. major* в ЦП 1 и 2 имеют близкие значения и составляют 2,89 и 2,42 соответственно.

Таким образом, варьирование индекса восстановления в широком диапазоне свидетельствует о гетерогенности условий существования ценопопуляций и о разных экологических нишах исследуемых видов в данных сообществах.

Существующая в популяционной биологии классификация нормальных ценопопуляций позволяет разграничить ценопопуляции с одним максимумом. Согласно этой классификации, все исследуемые ценопопуляции *P. major* и *P. media* являются молодыми (табл. 2). Это подтверждают и невысокие значения индекса возрастности А.А. Уранова. Однако в ЦП 3 *P. media* индекс возрастности довольно высок ($\Delta = 0,63$), так как в этой ценопопуляции достаточно много особей постгенеративного периода. Поэтому индекс возрастности скорее всего свидетельствует о старении ценопопуляции. Как раз для таких спорных случаев Л.А. Животовским была предложена новая классификация нормальных ценопопуляций «дельта-омега». Согласно этой классификации [9], ЦП 1 и 2 *P. major* являются молодыми ($\Delta = 0,26$; $\omega = 0,30$) и

($\Delta = 0,34$; $\omega = 0,36$), ЦП 3 *P. media* – старой ($\Delta = 0,63$; $\omega = 0,25$), а ЦП 4 *P. media* – переходной ($\Delta = 0,5$; $\omega = 0,25$). Поэтому для определения типа ЦП целесообразно использование как старой, так и новой классификаций.

Таким образом, ценопопуляции двух видов подорожников в лесных фитоценозах Республики Марий Эл имеют сходную возрастную структуру, которая зависит от биологических особенностей видов, типа стратегии и комплексного воздействия экологических факторов.

Библиографический список

1. Работнов, Т.А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах / Т.А. Работнов // Тр. БИН АН СССР. – Сер. 3, Геоботаника. – М.-Л., 1950. – Вып. 6. – С. 7–204.
2. Абрамов, Н.В. Конспект флоры Республики Марий Эл / Н.В. Абрамов. – Йошкар-Ола: МарГУ, 1995. – 192 с.
3. Данилов, М.Д. Растительность Марийской АССР / М.Д. Данилов. – Йошкар-Ола: Марийское книжное изд-во, 1956. – 146 с.
4. Смирнов, В.Н. Почвы Марийской АССР, их свойства и мероприятия по их улучшению / В.Н. Смирнов. – Йошкар-Ола: Марийское книжное изд-во, 1953. – 224 с.
5. Комаров, А.С. О компьютерной реализации наиболее трудоемких методов обработки геоботанических описаний / А.С. Комаров, Л.Г. Ханина, Е.В. Зубкова и др. // Биол. науки. – 1991. – № 8. – С. 45–51.
6. Жукова, Л.А. Онтогенез подорожника среднего (*Plantago media* L.) / Л.А. Жукова, И.В. Князева, Т.К. Пигулевская – Онтогенетический атлас лекарственных растений: учеб. пособие. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2000. – С. 144–153.
7. Уранов, А.А. Возрастной состав фитоценопопуляций как функции времени и энергетических волновых процессов / А.А. Уранов // Биол. науки., 1975. – № 2. – С. 17–29.
8. Жукова, Л.А. Популяционная жизнь луговых растений / Л.А. Жукова. – Йошкар-Ола: РИИК «Ланар», 1995. – 224 с.
9. Животовский, Л.А. Онтогенетические состояния, эффективная плотность и классификация популяций растений / Л.А. Животовский // Экология, 2001. – № 1. – С. 3–7.
10. Цыганов, Д.Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов / Д.Н. Цыганов. – М.: Наука, 1983. – 197 с.
11. Раменский, Л.Г. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову / Л.Г. Раменский, И.А. Цаценкин, О.Н. Чижиков и др. – М.: Сельхозгиз, 1956. – 472 с.

ИЗУЧЕНИЕ ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ КЛЕНОВ ЗЕЛЕНОКОРОГО И КРАСНОГО И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОИДНОСТИ ИХ ХРОМОСОМНОГО НАБОРА В УСЛОВИЯХ ИВАНТЕЕВСКОГО ПИТОМНИКА

В. ПАЙАМНОР, асп. каф. селекции генетики и дендрологии МГУЛ

Цель данного исследования – изучить фенологические особенности развития кленов зеленокорого и красного и определить хромосомный набор этих видов на основе коллекционного материала Ивантеевского дендрария.

Ивантеевский дендрарий и питомник расположены в Пушкинском районе Московской области в шести километрах от станции Пушкино Ярославской железной дороги. Территория питомника по агроклиматическому районированию Московской области относится к повышенноувлажненному району со среднемесячной влажностью воздуха во все периоды года более 60 %.

В суровых условиях Ивантеевского дендропарка клен подмерзает, на стволах имеются морозобойные трещины. В 20-летнем возрасте достигает всего 3,5 м высоты, но обильно цветет и плодоносит.

Клен зеленокорый (*A. tegmentosum* Max.), или покрывальный, дальневосточного происхождения (рис. 1). Один из сравнительно устойчивых кленов при интродукции в европейской части России близок систематически и по биологическим свойствам к клену

пенсильванскому (*A. pennsylvanicum* L.). Клен зеленокорый с крупными слабо рассеченными листьями декоративен, отличается светло-зеленой корой со своеобразным белым мраморным рисунком, теневыносливый и быстрорастущий. Под густым пологом леса легко размножается самосевом и отводками. А.Я. Любавская и О.Н. Виноградова [1] рекомендуют его для введения в дополнительный ассортимент пород, используемых в озеленении Москвы и Московской области. Е.П. Суботина [2] рекомендует клен зеленокорый для введения во II ярус лесов средней полосы европейской части России, а также для зеленого строительства в западных и центральных районах.

Клен красный (*A. rubrum* L.) – одна из самых широко распространенных пород в восточных районах Северной Америки. Справочник по декоративным деревьям и кустарникам европейской части СССР рекомендует клен красный для западных и центральных областей России. В.В. Уханов [3] даже рекомендует разведение клена красного для введения в подлесок в подзоне хвойно-широколиственных лесов центральных областей России.



Рис. 1. Клен зеленокорый в Ивантеевском дендрарии

Т а б л и ц а 1

Фенологические наблюдения

Облиствление	Набухание почек	Распускание почек	Зеленение	Распускание листьев	Полное облиствление
<i>A. tegmentosum</i> L.	16 апреля	19 апреля	21 апреля	23 апреля	11 мая
<i>A. rubrum</i> L.	17 апреля	22 апреля	28 апреля	01 мая	16 мая

Т а б л и ц а 2

Фенологические наблюдения

Цветение	Начало цветения	Массовое цветение	Отцветание	Конец цветения	Продолжительность цветения
<i>A. tegmentosum</i> L.	26 апреля	28 апреля	03 мая	05 мая	9 дней
<i>A. rubrum</i> L.	19 апреля	20 апреля	20 апреля	21 апреля	3 дня

Т а б л и ц а 3

Фенологические наблюдения

Листопад	Начало появления осенней окраски	Массовое появление осенней окраски	Начало листопада	Массовый листопад	Конец листопада
<i>A. tegmentosum</i> L.	----	20 сентября	19 сентября	24 сентября	28 сентября
<i>A. rubrum</i> L.	20 сентября	29 сентября	27 сентября	03 октября	07 октября



Рис. 2. Цветение клена красного

В Ивантеевском дендросаду клен красный был высажен в 1938 г. в количестве 52 экземпляров [4]. В настоящее время большинство экземпляров цветет и обильно плодоносит (рис. 2). В условиях Ивантеевского дендросада клен красный строго двудомен. Больных деревьев нет. Кроны хорошо развиты, смыкание полное. Общее состояние можно определить как удовлетворительное или даже хорошее.

Клен красный декоративен в течение круглого года. Ценные качества древесины, долговечность, большая устойчивость к

зимним холодам, чем у клена серебристого, заставляют обратить особое внимание на этот вид клена. Клен красный заслуживает самого широкого испытания в различных условиях Московской области с целью использования в лесном хозяйстве и зеленом строительстве.

У клена зеленокорого окраска молодых листьев и летняя окраска зеленая. Осенняя окраска листьев желтая. Продолжительность листопада 9 дней. У клена красного окраска молодых листьев красная, летняя окраска зеленая. Осенняя окраска листьев желто-оранжевая. Продолжительность листопада 10 дней (табл. 1–3).

Число хромосом и плоидность у кленов зеленокорого и красного. Литературные данные о числе хромосом у представителей рода *Acer* недостаточны и часто противоречивы. Многие исследователи считают, что большинство видов этого рода имеет набор хромосом $2n = 26$.

В ходе нашей работы черенки с вегетативными почками, срезанными в конце периода покоя, проращивали в лабораторных условиях в сосудах с водопроводной водой при комнатной температуре.

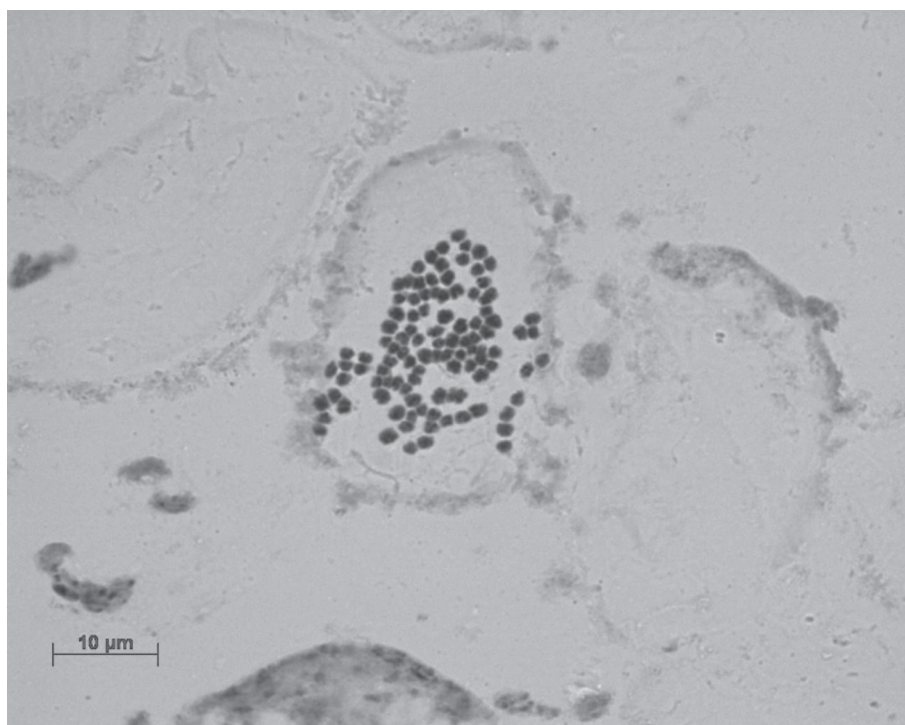


Рис. 3. Метафазная клетка клена красного

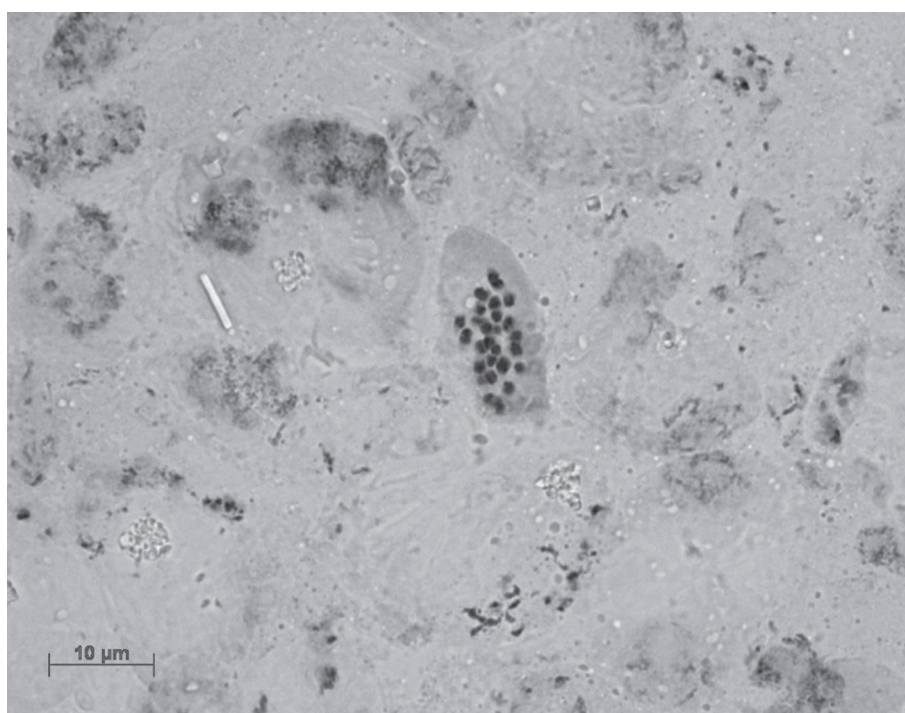


Рис. 4. Метафазная клетка клена зеленокорого

Для цитологических исследований почку отделяли от стебля, на предметном стекле разрезали ее вдоль и препаровальной иглой вычленили из нее конус нарастания. Выделенный апекс преобразовывали колхицином в концентрации 0,1 % в течение 4 часов. Выделенные образцы промывали в течение 2 часов дистиллированной водой.

В дальнейшем использовали методику, модифицированную проф. Л.В. Соловьевой. Фиксацию и окрашивание материала в стандартном пропионо-лакмоидном растворе проводили в течение 24 часов.

Мацерацию производили путем кипячения окрашенных тканей в термостойкой пробирке над спиртовкой в 40 %-ной пропионовой

кислоте в течение 60 сек. Материалу давали остыть 1–3 мин и раздавливали под покровным стеклом в 40 %-й пропионовой кислоте.

Предварительно просматривали препараты под бинокулярным микроскопом с объективами 20Ч или 10Ч, подсчет хромосом и фотографирование проводили с помощью биологического микроскопа и цифрового фотоаппарата.

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.

Разные авторы приводят весьма разноречивые сведения о числе хромосом у видов клена. Так, у клена красного, по данным Darling (1912), их число 80; Duffield (1943) указывает 78 и 104; W.R. Taylor (1920) наблюдал 68, 72, 75, 88, 94, 100, а С.П. Погиба полагает, что это число равно 108. Наши исследования подтверждают октаплоидность у этого вида, так как мы насчитывали на наших препаратах 104 хромосомы (рис. 3).

В литературе очень редко упоминается о числе хромосом у клена зеленокорого. Н.Н. Гурзинков. [5] считает, что их 26. Наши наблюдения дают те же результаты – 26 хромосом (рис. 4).

Большинство цитологов считают, что полиплоидные растения отличаются более высокими и толстыми стеблями, у них умень-

шается 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. Мы не пытаемся отвергать эти наблюдения в целом, но наши наблюдения не подтверждают этих данных.

Библиографический список

1. Любавская, А.Я. Селекционная оценка древесных растений, применяемых для озеленения г. Москвы / А.Я. Любавская, О.Н. Виноградова. – М.: МГУЛ, 2006. – 114 с.
2. Суботина, Е.П. Итоги интродукции дальневосточных деревьев и кустарниковых пород в Московской области / Е.П. Суботина / Рукопись кандидатской диссертации. – М., 1952.
3. Уханов, В.В. Клены Северной Америки в районе Ленинграда и возможность их культуры в европейской части СССР / В.В. Уханов // Тр. Ботан. института АН СССР. – Вып. 1. – 1950.
4. Заикина, И.Н. Селекция кленов в условиях Московской области / И.Н. Заикина // Опыт и достижения по селекции лесных пород: сб. работ по лесному хозяйству: – 1959. – Вып. 38. – 247 с.
5. Гурзинков, Н.Н. Исследование хромосомных чисел растений юга Дальнего Востока / Н.Н. Гурзинков // Комаровские чтения. – Владивосток, 1973. – Вып. 20.
6. Вольф, Э.Л. Наблюдения над морозостойкостью деревянистых растений / Э.Л. Вольф // Тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции. – 1917. – Т. 10. – №1.
7. Справочник по декоративным деревьям и кустарникам европейской части СССР. – МКХ РСФСР. – М., 1953.

АНАЛИЗ ГЕНЕТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ, ОБЪЯСНЯЮЩИХ ФЕНОМЕН КАРЕЛЬСКОЙ БЕРЕЗЫ

С.П. ПОГИБА, проф. каф. селекции, генетики и дендрологии МГУЛ, канд. с.-х. наук

Карельская береза (*Betula pendula* Roth. var. *carelica* Mercl.) является разновидностью березы повислой и отличается от последней не только узорчатой древесиной, но и многими морфологическими признаками. Карельская береза представляет собой кустарник или дерево до 25 м высотой, с утолщениями в виде вздутий, желвачков, хорошо заметных под тонкой берестой молодых деревьев, или крупных бочковидных образова-

ний и наплывов с перехватами между ними. Красивая текстура древесины, необычное строение ствола привлекало и привлекает к карельской березе, многих исследователей, начиная с К.Ф. Мерклина и до наших дней: Н.О. Соколов, D. Larsen, T. Ruden, Vailionis, Heikinheimawhk, Vaclav, А.С. Яблоков, С.С. Багаев, А.Я. Любавская, В.И. Ермаков, К.А. Сакс, В.Л. Бандер, В.В. Коровин, А.П. Евдокимов, С.П. Погиба, М.Г. Романовский,

Н.В. Лаур, и многие другие проводили изучение карельской березы по разным направлениям от систематического положения ее, строения и анатомии древесины, биологии цветения и плодоношения, генетической оценки популяций до разработки агротехники выращивания, размножения и создания культур, лесосеменных плантаций и плантаций целевого назначения. Но никто из них не смог объяснить феномен «карелистости». Существуют мнения, что узорчатость древесины связана с нарушением минерального обмена или является заболеванием, вызванным вирусной инфекцией; зависит от характера филогенетического развития карельской березы; связана с патологической природой возникновения карельской березы, причем патология затрагивает генотип растения, то есть носит характер наследственного заболевания.

Потомство карельской березы расщепляется на узорчатые и безузорчатые особи. Чаще всего это соотношение равно 1:1.

В 1954 г. Т. Ruden предложил рассматривать узорчатость карельской березы как моногенный доминантный признак *A*. Согласно его гипотезе, узорчатые особи гетерозиготны *Aa*, а безузорчатые – рецессивны *aa* по данному признаку. Гомозиготы по доминантному признаку *AA* – летальны. При опылении карельской березы пыльцой березы повислой в потомстве должно быть расщепление 1:1, как при анализирующем скрещивании ($Aa \times aa = 1 Aa : 1 aa$), когда расщепление по фенотипу и генотипу совпадает. При самоопылении ($Aa \times Aa = 1 aa : 2 Aa : 1 AA$) доминантный ген узорчатости является летальным для *AA*. В потомстве остаются узорчатые и безузорчатые особи в соотношении 2 : 1. В классической генетике известны примеры такого взаимодействия генов при скрещивании платиновых и чернобурых лисиц. У крупного рогатого скота и кур известна наследственная коротконогость. Такие формы встречаются только в гетерозиготном состоянии, гомозиготные особи гибнут. Это пример более сложного наследования признаков, чем моногенное, и относится к плейотропному взаимодействию их, когда один ген детерминирует развитие и фенотипическое проявление нескольких генов. Таким образом, гипотеза Рудена дает объяснение расщепления

потомства березы карельской при опылении ее березой повислой и самоопылении. Однако эта теория не объясняет полиморфизма карельской березы по высоте и текстуре древесины. В 1975 г. А.Я. Любавская выдвинула гипотезу, согласно которой «карелистость» контролируется рецессивным геном по моногенному типу. Предполагается, что узорчатость наследуется по признаку неполного доминирования. При этом доминантные гомозиготы *AA* – это особи с безузорчатой древесиной; *Aa* – древовидные узорчатые формы; *aa* – кустовидные и кустарниковые формы. При самоопылении древовидных форм $Aa \times Aa = 1 AA : 2 Aa : 1 aa$, происходит расщепление по фенотипу 3 : 1 (3 – узорчатых, 1 – безузорчатая). При опылении древовидных форм пыльцой кустарниковых и кустовидных форм $Aa \times aa = 1 Aa : 1 aa$, то есть в потомстве должны быть только узорчатые формы, что в эксперименте не наблюдается. При всех типах скрещивания обязательно выщепляются безузорчатые формы. Для проверки этих гипотез был проведен классический гибридологический анализ. При этом скрещивалось дерево короткоствольной древовидной формы (*II – a*) карельской березы с березой повислой. Проведено самоопыление этого дерева в пределах ветки, а также собраны семена от свободного опыления. Потомство каждого из вариантов скрещивания выращивалось отдельно с последующим анализом и оценкой теоретически ожидаемого и полученного в эксперименте расщепления (таблица).

Анализ показал, что только при опылении березы карельской пыльцой березы повислой имеет место соответствие теоретически ожидаемого расщепления в потомстве экспериментальному для модели Т. Rudena [9]. Такое опыление в природных условиях бывает крайне редко, так как разница в сроках цветения березы карельской и березы повислой составляет 3–5 дней. Нужно обратить внимание на то, что в статистическом анализе использовалось потомство одного дерева, что не совсем корректно для *Betula pendula* Roth. var. *carelica* Mercl, имеющей многочисленные габитуальные формы. В.И. Ермаков [8] отмечает индивидуальную изменчивость карельской березы по плотности и распространению рисунка на стволе.

**Формовая структура 12-летнего потомства дерева № 2
по вариантам контролируемого опыления**

Формы	Свободное опыление		Самоопыление		Опыление березой повислой	
	шт.	%	шт.	%	шт.	%
I	8	2	12	4	22	6
II	102	26	69	25	129	35
III	106	28	111	40	33	9
Итого узорчатых	216	56	192	69	184	50
V	171	44	86	31	182	50
Всего	387	100	278	100	366	100

По его мнению, узорчатая древесина представляет собой синтетический признак, включающий совокупность ряда признаков, большая часть которых генетически обусловлена. С ним согласен А.П. Евдокимов [1].

Наиболее сложную модель предложил М.Г. Романовский [2]. В ее основе лежит идея сцепленного наследования узорчатости и высоты. Предполагается, что узорчатость наследуется по моногенному типу («+» – узорчатые «0» – безузорчатые), а высота контролируется полиаллельными генами (a^1 , a^2 , a^3). В этом случае замедленный рост имеют генотипы: a^1a^1 ; a^1a^2 ; a^1a^3 . Генотипы a^2a^2 ; a^2a^3 обладают средней быстротой роста; a^3a^3 являются быстрорастущими. Автор считает, что для районов распространения карельской березы характерно сцепление a^{1+} , что дает медленно растущие узорчатые особи, в то время как генотип a^{10} – медленно растущие безузорчатые редко. Предполагается, что ген a^3 выступает в роли супрессора (ингибитора) по отношению к сцепленному с ним гену узорчатости: в сочетании a^{3+} узорчатость не проявляется. Гомозиготы по гену узорчатости гибнут, а различные взаимодействия других генов определяют полиморфизм карельской березы. Согласно этой модели при самоопылении узорчатого низкорослого дерева с генотипом $a^{2+}a^{30}$ четверть узорчатых форм гибнет, остаются две низкорослые узорчатые и одна высокоствольная безузорчатая ($a^2+a^{30} \times a^2+a^{30} = 1/4 a^2+a^2+ : 2 a^2+a^{30} : 1a^{30}a^{30}$). Структура семьи, полученной при опылении того же дерева пыльцой березы повислой, имеет соотношение узорчатых и безузорчатых форм 1:1 ($a^2+a^{30} \times a^{30}a^{30} = 2 a^2+a^{30} : 2a^{30}a^{30}$), то есть расщепление соответствует тому, которое

было получено при опылении короткоствольного дерева карельской березы пыльцой дерева березы повислой (таблица).

Безуспешность полного объяснения расщепления в потомстве карельской березы с помощью приведенных выше моделей заставила обратиться к фенетическому анализу. Для этого нужно было выделить дискретный, альтернативный, простой признак, отражающий особенность данного генотипа. В качестве основного признака могла быть использована высота, которая лежала в основе выделения форм. К этому времени А.Я. Любавская проводила сортировку семян и саженцев по высоте для последующего их раздельного выращивания на лесокультурной площади. Однако было неясно, наследуется ли высота. Для выяснения этого вопроса была обследована коллекция различных привитых форм карельской березы на питомнике МЛТИ и по методикам В.М. Роне [3] и С.А. Петрова [4] рассчитан коэффициент наследуемости в широком смысле H^2 . Его высокий показатель $H^2=0,99$ подтвердил генетическую обусловленность высоты. Для выяснения, какие гены контролируют высоту, был проведен анализ потомства 9 семей карельской березы различных форм. Измерено и проанализировано 12 000 семян, рассчитан коэффициент наследуемости в узком смысле $h^2 = 0,78$, подтверждающий, что высоту контролируют аддитивные или суммарные гены, то есть неаллельные полимерные гены [5]. Значит, модели Т. Рудена и А.Я. Любавской [7, 9], рассматривающие высоту как моногенный признак, не могут быть использованы для объяснения этого феномена. Поскольку в фенетическом анализе элементарность признака

не обязательно сопровождается моногенностью, а может быть результатом взаимодействия нескольких генов, то высота могла быть использована для проведения фенетического анализа. Известно, что различные по высоте деревья карельской березы имеют различную текстуру древесины. Таким образом, можно предположить, что высота и текстура древесины сцеплены между собой. Именно эти признаки и были определены в качестве фенотипов. Были обследованы 1 068 деревьев в 7 популяциях карельской березы в Карелии, Латвии и Белоруссии и проведен анализ по методике Л.А. Животовского [5]. Фенетический анализ показал, что соотношение форм в этих популяциях различно и должно быть учтено в селекционной работе при создании лесосеменных плантаций, лесных культур и плантаций целевого назначения. Эти данные подтвердили уже имеющиеся сведения о различии популяций по соотношению форм. Как видно из приведенных моделей, объяснить все особенности карельской березы довольно сложно. Нами были проанализированы различные генетические модели, объясняющие феномен карельской березы от моногенной до полигенной. Рассматривались возможности плейотропного, эпистатического и полимерного взаимодействия генов. Было выяснено, что узорчатость сцеплена с высотой. Имеются сведения об исчезновении «карелистости» и исправлении роста у отдельных особей. Это явление возможно в том случае, если имеются гены-модификаторы на фоне паратипической среды и гормонального поля. Кроме этого не будем забывать о возможности вирусного происхождения карельской березы, закрепленного в генотипе. Если это так, то

наследование может быть цитоплазматическим с материнским эффектом. В этом случае наследование идет через плазмогены, включая плазмиды, эписомы и симбионты. В ряде случаев один и тот же признак детерминируется как генами, так и плазмогенами. Таким образом, по мере накопления знаний о биологии карельской березы генетические модели усложняются, но до сих пор не предложена универсальная модель, дающая объяснение этому феномену.

Библиографический список

1. Евдокимов, А.П. Биология и культура карельской березы / А.П. Евдокимов. – Л.: Лен. ун-т, 1989. – 224 с.
2. Романовский, М.Г. Статистический подход к описанию полиморфизма карельской березы / М.Г. Романовский: Генетика. – 1987. – Т.22. – № 1. – С. 86–94.
3. Роне, В.М. Генетический анализ лесных популяций / В.М. Роне. – М.: Наука, 1980. – 160 с.
4. Петров, С.А. Методы определения и практического использования коэффициента наследуемости в лесоводстве / С.А. Петров. – М.: ЦНИИЛГиС, 1973. – 51 с.
5. Погиба, С.П. Селекционно-генетические основы плантационного разведения карельской березы / С.П. Погиба: дис. ... канд. с.-х. наук. – М., 1988. – 18 с.
6. Животовский, Л.А. Показатели популяционной изменчивости по полиморфным признакам. Фенетика популяций / Л.А. Животовский. – М.: Наука, – 1982. – С. 38–44.
7. Любавская, А.Я. Карельская береза / А.Я. Любавская. – М.: Лесная пром-ть, 1966. – 123 с.
8. Ермаков, В.И. Механизм адаптации березы к условиям Севера / В.И. Ермаков. – Л.: Наука, 1986. – 224 с.
9. Ruden T. Om valbjork og endedandre unormsle veddannelser hos bjork // Medd. Norske Skogforsk. 1954. V. 43. № 12. P 451-505.

ЗАВИСИМОСТЬ ВСХОЖЕСТИ СЕМЯН НЕКОТОРЫХ СОРТОВ *VIOLA* ОТ СРОКОВ ХРАНЕНИЯ

П.А. ПОГИБА, *соискатель каф. селекции, генетики и дендрологии МГУЛ*

Роду фиалка – *Viola* L. сем. *Violaceae* принадлежат многочисленные виды, сорта которых широко используются в озеленении и садоводстве. Большинство фиалок северной умеренной зоны принадлежит к секциям фи-

алка *Viola* – «настоящие фиалки», – наиболее полиморфной и богатой видами и самой продвинутой секции рода. Как и у многих других растений, основной проблемой выращивания виолы является зависимость всхожести семян

от сроков их хранения. У виолы плод – трехстворчатая локулицидная коробочка. Семена с крупным прямым зародышем, окруженным обильным эндоспермом

В настоящее время различают несколько видов продолжительности созревания семян: хозяйственный, генетический, биологический. Хозяйственная продолжительность жизни семян определяется требованиями государственных стандартов: генетическое – сохранением 90–70 % живых семян исследуемой партии; биологическая – промежутком времени, в течение которого партия семян полностью утрачивает жизнеспособность. Необходимыми условиями для прорастания всех семян является достаточная влажность, доступ кислорода и благоприятная температура.

Диапазон температур, при котором возможно прорастание, зависит от географического происхождения растений. Различают минимальные и максимальные температуры, ниже и выше которых семена не могут прорасти, и оптимальная температура, при которой этот процесс идет наиболее энергично и полно.

Была проверена всхожесть семян Виолы рогатой (три сорта) и Виолы трехцветной (17 сортов), полученных в 2004 и 2005 гг. Семена были высеяны в посевные ящики с субстратом торфо-песчанная смесь (ТПС 2-6) 29 сентября 2006 года (табл. 1).

Из табл. 1 видно, что различные сорта *Viola cornuta* к 2006 г. имеют различную всхожесть семян. Сорт *Viola cornuta* 'Sorbet Yellow Delight' сохранил всхожесть до 81 %.

Т а б л и ц а 1

Всхожесть семян различных сортов *Viola cornuta*

Наименование	Год получения семян	Дата посева	Дата появления всходов	Всхожесть, %
Виола рогатая (голубой) (<i>Viola cornuta</i> 'Sorbet Blue Eyes')	04	29.09.06	13/10/06	4
Виола рогатая (желтый) (<i>Viola cornuta</i> 'Sorbet Yellow Delight')	05	29.09.06	06/10/06	81
Виола рогатая (смесь) (<i>Viola cornuta</i> 'Sorbet Mix')	05	29.09.06	06/10/06	55

Т а б л и ц а 2

Всхожесть семян различных сортов *Viola tricolor*

№	Наименование	Год получения семян	Дата посева	Дата появления всходов	Всхожесть, %
1	Виола трехцветная (фиолетово-сиреневый) (<i>Viola tricolor</i> 'Delta Beaconsfild')	04	29.09.06	09/10/06	50
2	Виола трехцветная (фиолетово-сиреневый) (<i>Viola tricolor</i> 'Delta Beaconsfild')	05	29.09.06	06/10/06	80
3	Виола трехцветная (фиолетово-сиреневый) (<i>Viola tricolor</i> Delta BeaconsfiW)	06	22.11.06	30/11/06	84
1	Виола трехцветная (оранжевый) (<i>Viola tricolor</i> Delta Pure Deep Orange')	04	29.09.06	05/10/06	26
2	Виола трехцветная (оранжевый) (<i>Viola tricolor</i> Delta Pure Deep Orange')	05	29.09.06	05/10/06	87
3	Виола трехцветная (оранжевый) (<i>Viola tricolor</i> Delta Pure Deep Orange')	06	29.11.06	07/12/06	92
1	Виола трехцветная (желтый) (<i>Viola tricolor</i> 'Delta Pure Yellow')	04	29.09.06	09/10/06	84
2	Виола трехцветная (желтый) (<i>Viola tricolor</i> 'Delta Pure Yellow')	06	29.11.06	07/12/06	95

О к о н ч а н и е т а б л и ц ы 2

№	Наименование	Год получения семян	Дата посева	Дата появления всходов	Всхо- жсть, %
1	Виола трехцветная (красный) (<i>Viola tricolor 'Delta Pure Red'</i>)	05	29.09.06	05/10/06	60
2	Виола трехцветная (красный) (<i>Viola tricolor 'Delta Pure Red'</i>)	06	09.11.06	16/11/06	96
1	Виола трехцветная (белый) (<i>Viola tricolor 'Delta Pure White'</i>)	04	29.09.06	05/10/06	80
2	Виола трехцветная (белый) (<i>Viola tricolor 'Delta Pure White'</i>)	06	15.11.06	24/11/06	96
1	Виола трехцветная (смесь) (<i>Viola tricolor 'Delta Formula Mix'</i>)	04	29.09.06	05/10/06	83
2	Виола трехцветная (смесь) (<i>Viola tricolor 'Delta Formula Mix'</i>)	05	29.09.06	05/10/06	90
3	Виола трехцветная (смесь) (<i>Viola tricolor 'Delta Formula Mix'</i>)	06	9.11.06	16/11/06	90
1	Виола трехцветная (смесь) (<i>Viola tricolor 'Jema Mix'</i>)	05	29.09.06	05/10/06	65
1	Виола трехцветная (красно-желтый) (<i>Viola tricolor 'JokerRot-Gold'</i>)	05	29.09.06	09/10/06	37
1	Виола трехцветная (желтый с пурпурной каймой) (<i>Viola tricolor 'Universal Red Wing'</i>)	05	29.09.06	06/10/06	80
1	Виола трехцветная (голубой) (<i>Viola tricolor 'Fama Blue Angel'</i>)	05	29.09.06	06/10/06	62
2	Виола трехцветная (голубой) (<i>Viola tricolor 'Fama Blue Angel'</i>)	06	15.11.06	24/11/06	94
1	Виола трехцветная (голубой с гл.) (<i>Viola tricolor 'Fama Blue mit Auge'</i>)	05	29.09.06	06/10/06	76
1	Виола трехцветная (белый) (<i>Viola tricolor 'Fama Weiss'</i>)	05	29.09.06	05/10/06	60
1	Виола трехцветная (белый с глазком) (<i>Viola tricolor 'Fama Weiss mit Auge'</i>)	05	29.09.06	05/10/06	87
1	Виола трехцветная (желто-красный) (<i>Viola tricolor 'Fama Love Me'</i>)	05	29.09.06	09/10/06	76
1	Виола трехцветная (оранжевый) (<i>Viola tricolor 'Fama Orange'</i>)	05	29.09.06	05/10/06	80
1	Виола трехцветная (фиолетовый с глазком) (<i>Viola tricolor 'Fama See me'</i>)	04	29.09.06	09/10/06	53
1	Виола трехцветная (фиолетовый с глазком) (<i>Viola tricolor 'Fama See me'</i>)	05	29.09.06	05/10/06	75
1	Виола трехцветная (сиреневый) (<i>Viola tricolor 'Fama Flieder'</i>)	05	29.09.06	09/10/06	58
1	Виола трехцветная (желтый с глазком) (<i>Viola tricolor 'Fancy Gelb mit Auge'</i>)	05	29.09.06	05/10/06	88
1	Виола трехцветная (желтый) (<i>Viola tricolor 'Fancy Golden Yellow'</i>)	05	29.09.06	05/10/06	80
2	Виола трехцветная (желтый) (<i>Viola tricolor 'Fancy Golden Yellow'</i>)	06	09.11.06	16/11/06	99
1	Виола трехцветная (смесь) (<i>Viola tricolor 'Fancy Mix'</i>)	05	29.09.06	05/10/06	80
2	Виола трехцветная (смесь) (<i>Viola tricolor 'Fancy Mix'</i>)	06	15.11.06	23/11/06	87
1	Виола трехцветная (смесь) (<i>Viola tricolor 'Chalon Supreme mixed'</i>)	05	29.09.06	09/10/06	38
2	Виола трехцветная (смесь) (<i>Viola tricolor 'Chalon Supreme mixed'</i>)	06	22.11.06	30/11/06	81

Т а б л и ц а 3

**Всхожесть семян различных
сортов по годам**

Сорт	Всхожесть по годам, %		
	2004	2005	2006
<i>Delta Formula Mix</i>	83	90	90
<i>Delta Pure Deep Orange</i>	26	87	92
<i>Delta Pure Yellow</i>	84	–	95
<i>Delta Beaconsfild</i>	50	80	84
<i>Fancy Mix</i>	–	80	87
<i>Fancy Golden Yellow</i>	–	80	99
<i>Fama Blue Angel</i>	–	62	94
<i>Delta Pure Red</i>	–	60	96
<i>Chalon Suprime mixed'</i>	–	38	81

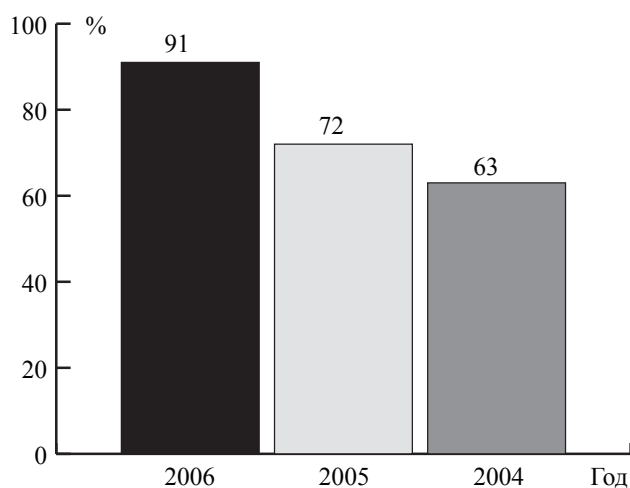


Рисунок. Всхожесть семян виолы трехцветной в зависимости от сроков хранения

Анализируя среднее значение всхожести семян всех сортов *Viola tricolor* по годам, видим, что свежесобранные семена имеют всхожесть 91 %, после года хранения всхожесть падает на 20 %, после двух лет – на 30 % (рисунок).

Однако каждый сорт *Viola tricolor* в зависимости от методов селекции при их создании обладают индивидуальными сроками хранения. Так *Viola tricolor* 'Delta Formula Mix' в первый год обладает всхожестью 90 %, которая сохраняется и через год хранения (табл. 3).

Сорт *Viola tricolor* 'Delta Pure Deep Orange' при начальной всхожести 92 % теряет лишь 5 % за год, зато на второй год всхожесть опускается до 26 % (табл. 3).

Близкий же к нему сорт *Viola tricolor* 'Delta Pure Yellow' сохраняет всхожесть 84 % и после двух лет, при начальной всхожести в 95 % (табл. 3).

Для сравнения сорт *Viola tricolor* 'Delta Pure White' теряет на второй год 16 % всхожести. Сорт *Viola tricolor* 'Delta Beaconsfild' имеет уже начальную всхожесть всего 84 %, но хорошо сохраняет ее в течение года, теряя лишь 4 % (табл. 3).

Сорт *Viola tricolor* 'Fancy Mix' изначально всхожесть имеет достаточно высокую, 87 % и теряет всего 7 % за год (табл. 3). Сорт *Viola tricolor* 'Fancy Golden Yellow' уже можно отнести к более сложным в хранении, хорошая начальная всхожесть 99 % за год хранения падает до 80 % (табл. 3).

Однако хуже всего хранятся наиболее декоративные сорта, так сорт *Viola tricolor* 'Fama Blue Angel' при начальной всхожести 94 % через год он уже имеет только 62 % всхожести (табл. 3). Сорт *Viola tricolor* 'Delta Pure Red' за год теряет до 36 % (табл. 3).

Но хуже всего хранятся семена сорта *Viola tricolor* 'Chalon Suprime mixed' он теряет при 81 % начальной всхожести 43 % за год (табл. 3).

Таким образом, семена всех сортов *Viola tricolor* сохраняют хорошую всхожесть в течение года. Некоторые из них *Viola tricolor* 'Delta Formula Mix', *Viola tricolor* 'Delta Pure Yellow', *Viola tricolor* 'Delta Pure White' хорошо всходят и по истечении двух лет, в то время как другие через два года всхожесть практически теряют. Некоторые сорта как *Viola tricolor* 'Fama Blue Angel', *Viola tricolor* 'Delta Pure Red', *Viola tricolor* 'Chalon Suprime mixed' теряют всхожесть через год.

Полученные данные должны быть учтены при хранении и использовании семян разных сортов *Viola*.

ОПЫТ ВЫРАЩИВАНИЯ КАРЕЛЬСКОЙ БЕРЕЗЫ НА ПОСТОЯННОМ ЛЕСОСЕМЕННОМ УЧАСТКЕ В ШАБАЛИНСКОМ ЛЕСХОЗЕ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.В. ПРОХОРОВА, доц. каф. лесной селекции и биотехнологии МарГТУ, канд. с.-х. наук,
В.А. НЕСВЕТАЕВ, инженер Шабалинского лесхоза Кировской области

О карельской березе сказано и написано немало. Но и сегодня биология этих растений волнует ученых и практиков. Причин тому несколько: уникальная по красоте древесина реализуется не по объемным показателям, а по массе; наличие рисунка проявляется в семенном потомстве от контролируемого и свободного скрещиваний; рост растений, выраженность ствола, наличие и особенности рисунка коррелируют друг с другом; ее можно выращивать в плантационной культуре целевого назначения.

Объектом нашего исследования послужил 32-летний постоянный лесосеменной участок (ПЛСУ) карельской березы площадью 5 га, заложенный в Шабалинском лесхозе Кировской области (рис. 1). Участок заложен полусибсовыми потомствами с размещением деревьев 5×5 м. Для изучения формового разнообразия и роста было заложено 5 пробных

площадей. У каждого растения измерялись: высота (м), диаметр (см), длина ствола до первой живой ветви (м), а также выделялись березы по габитусу ствола: высокоствольные (рис. 2), короткоствольные (рис. 3), кустовидные формы (рис. 4). По упрощенной методике по внешнему проявлению неровностей ствола все растения сгруппированы в четыре типа:

0 – типичные деревья березы без видимых признаков узорчатости. Поверхность ствола без бугров (некарелистая);

1 – деревья, у которых на поверхности ствола имеются отдельные бугорки (слабокарелистая) (рис. 5);

2 – деревья с ребристой поверхностью ствола, имеющие тяжи и отдельные бугорки (карелистая) (рис. 6);

3 – деревья, имеющие рельефно выраженные капы: муфтообразные, опухолевидные вздутия (сильнокарелистая) (рис. 7).



Рис. 1. Общий вид постоянного лесосеменного участка



Рис. 2. Высокоствольная форма карельской березы



Рис. 3. Короткоствольная форма карельской березы



Рис. 4. Кустовидная форма карельской березы

Данные обработаны в программе Microsoft Excel.

На ПЛСУ карельской березы в Шабалинском лесхозе представлены разные формы по габитусу ствола и степени выра-

женности карелистости. По габитусу ствола формы разделились следующим образом: высокоствольная форма составила 34,8 %, короткоствольная – 52,9 % и кустовидная – 12,3 % (табл.1).



Рис. 5. Слабокарелистая форма карельской березы



Рис. 6. Карелистая форма карельской березы



Рис. 7. Сильнокарелистая форма карельской березы

Наиболее распространенными среди деревьев без учета габитуса ствола оказались

деревья карелистой формы с отдельными тяжам и бугорками, их доля составила 47,8 %; стволы с отдельными мелкими бугорками, слабокарелистые составляют 34,2 %; некарелистые формы – 9,6 %; сильнокарелистые, имеющие муфтообразные и опухолевидные вздутия – 8,4 %.

У растений, характеризующихся разным габитусом ствола, признак карелистости выражен неодинаково (табл. 1).

У высокоствольной формы преобладают деревья слабокарелистые, их доля составляет 55,5 %, карелистые представлены 16,7 %, у этой группы 27,8 % деревьев не имеют внешних признаков карелистости. У короткоствольной и кустовидной формы, наоборот, нет деревьев без признаков карелистости, но степень выраженности признака отличается от высокоствольной формы. У короткоствольной формы карелистые стволы составляют 63,4 %, сильнокарелистые 12,2 %. У кустовидной формы доля этих форм составляет соответственно 68,4 и 15,8 %, то есть у короткоствольной и кустовидной форм наблюдается достаточно близкие соотношения наиболее ценных форм.

Т а б л и ц а 1

Распределение карельской березы по габитусу ствола и признакам узорчатости на ПЛСУ

Габитус ствола	Формы по признакам узорчатости	Количество	
		штук	%
Высокоствольная форма	Некарелистая	15	27,8
	Слабокарелистая	30	55,5
	Карелистая	9	16,7
	Сильнокарелистая	–	–
	Всего	54	34,8
Короткоствольная форма	Некарелистая	–	–
	Слабокарелистая	20	24,4
	Карелистая	52	63,4
	Сильнокарелистая	10	12,2
	Всего:	82	52,9
Кустовидная форма	Некарелистая	–	–
	Слабокарелистая	3	15,8
	Карелистая	13	68,4
	Сильнокарелистая	3	15,8
	Всего:	19	12,3
Итого:		155	100,0

Т а б л и ц а 2

Статистические показатели высоты (м) деревьев карельской березы

Формы по признакам узорчатости	$\bar{x} \pm S_x$	σ	V, %	min	max	Достоверность различия	
						между	t_d
Высокоствольная форма							
1. Некарелистая	15,3±0,94	3,6	23,7	5,5	22,5	1–2	1,3
2. Слабокарелистая	13,9±0,52	2,8	20,4	11,0	21,0	1–3	3,4
3. Карелистая	11,7±0,35	1,1	9,0	10,5	14,0	2–3	3,5
4. Сильнокарелистая	–	–	–	–	–	–	–
в среднем:	14,0±0,42	3,1	22,0	5,5	22,5	–	–
Короткоствольная форма							
1. Некарелистая	–	–	–	–	–	–	–
2. Слабокарелистая	8,4±0,42	1,9	22,4	4,0	12,5	2–3	1,4
3. Карелистая	9,2±0,36	2,6	27,8	1,5	15,0	2–4	2,0
4. Сильнокарелистая	9,7±0,49	1,6	15,0	8,0	12,0	3–4	0,8
в среднем	9,1±0,27	2,4	26,9	1,5	15,0	–	–
Кустовидная форма							
1. Некарелистая	–	–	–	–	–	–	–
2. Слабокарелистая	7,3±1,1	1,9	25,8	6,0	9,5	2–3	0
3. Карелистая	7,3±0,59	2,1	29,3	3,5	10,5	2–4	2,3
4. Сильнокарелистая	4,7±0,33	0,6	12,4	4,0	5,0	3–4	3,9
в среднем	6,9±0,48	2,1	30,6	3,5	10,5	–	–

Характер роста у деревьев, отличающихся по габитусу ствола и узорчатости древесины, также неодинаков (табл. 2).

Наибольшую высоту имеют деревья высокоствольной формы, достоверно большую по сравнению с короткоствольной и кустовидной формами ($t_d = 11,3$ и $t_d = 12,7$, соответственно). По мере увеличения признака

карелистости в каждой группе высота уменьшается. У высокоствольных берез по высоте достоверно не отличаются некарелистые и слабокарелистые формы, карелистая форма имеет достоверно меньшую высоту по сравнению с некарелистой и слабокарелистой формами. У короткоствольных деревьев различие по высоте между группами по степе-

ни выраженности карелистости достоверны (при уровне значимости 0,95) только между сильнокарелистыми и слабокарелистыми формами. У кустовидных берез достоверно меньшую высоту имеет сильнокарелистая

форма по сравнению со слабокарелистой и карелистой формами. Важным показателем является протяженность ствола до живой кроны, который определяет количество особо ценной древесины (табл. 3).

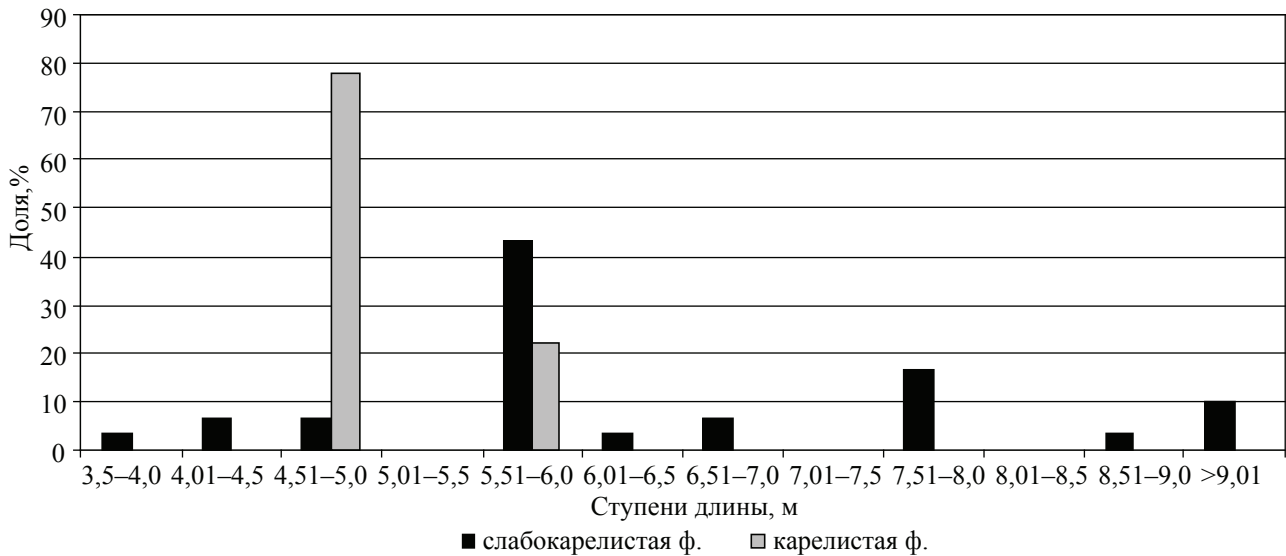


Рис. 8. Распределение высокоствольных берез разной формы карелистости по ступеням длины ствола

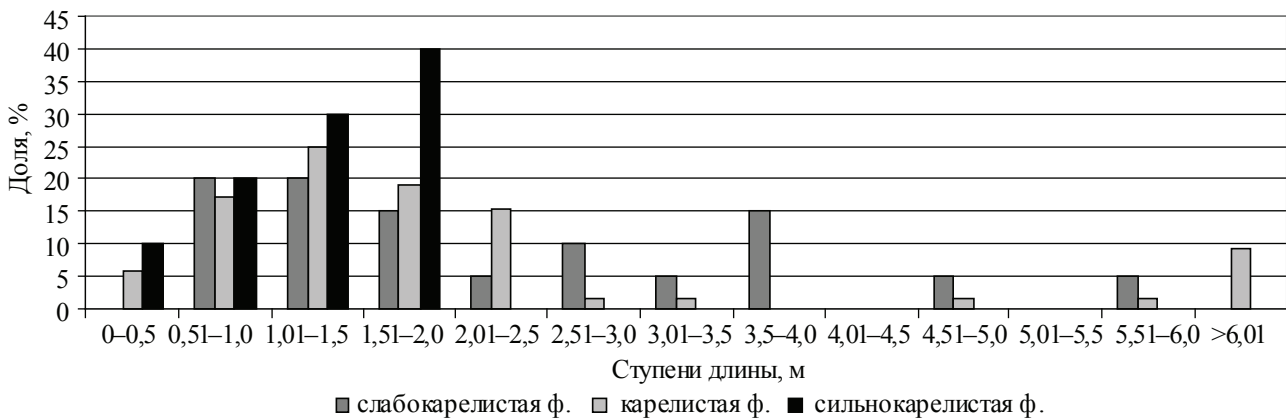


Рис. 9. Распределение короткоствольных берез разной формы карелистости по ступеням длины ствола

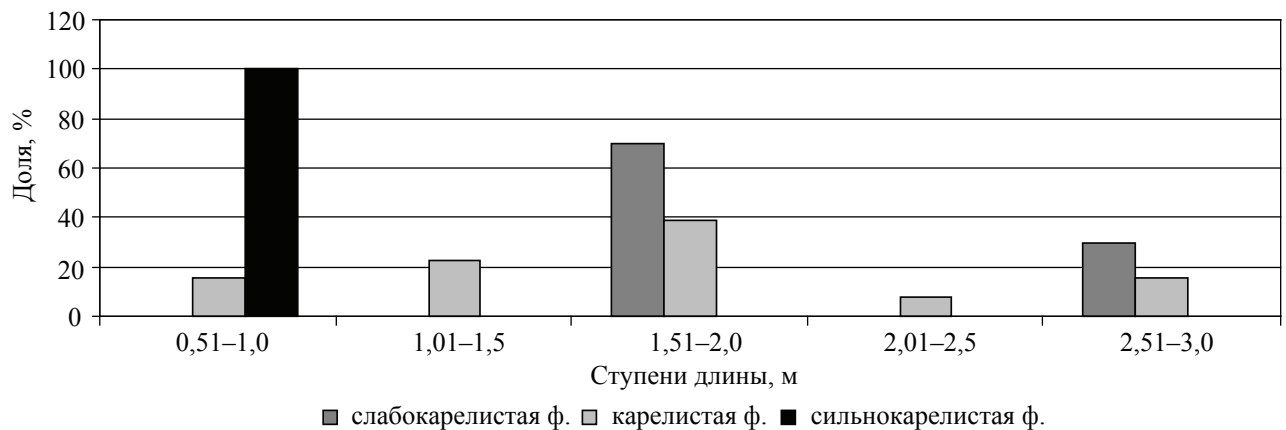


Рис. 10. Распределение кустовидных берез разной форм карелистости по ступеням длины ствола

Т а б л и ц а 3

Статистические показатели длины ствола (м) до первой живой ветви

Формы по признакам узорчатости	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	σ	V, %	min	max	Достоверность различия	
						между	t_d
Высокоствольная форма							
1. Некарелистая	9,4±1,02	4,0	42,3	4,5	16,0	1–2	2,4
2. Слабокарелистая	6,9±0,38	2,1	30,6	4,0	13,0	1–3	4,0
3. Карелистая	5,2±0,15	0,4	8,4	5,0	6,0	2–3	4,3
4. Сильнокарелистая	–	–	–	–	–	–	–
в среднем	7,3±0,40	2,9	40,3	4,0	16,0	–	–
Короткоствольная форма							
1. Некарелистая	–	–	–	–	–	–	–
2. Слабокарелистая	2,3±0,34	1,5	65,1	1,0	6,0	2–3	0
3. Карелистая	2,4±0,29	2,1	88,9	0,5	9,0	2–4	2,9
4. Сильнокарелистая	1,4±0,18	0,6	40,8	0,5	2,0	3–4	2,5
в среднем	2,2±0,21	1,9	83,4	0,5	9,0	–	–
Кустовидная форма							
1. Некарелистая	–	–	–	–	–	–	–
2. Слабокарелистая	2,3±0,37	0,6	28,2	1,8	3,0	2–3	1,0
3. Карелистая	1,9±0,19	0,7	36,6	1,0	3,0	2–4	7,2
4. Сильнокарелистая	0,5±0,00	0	0	0,5	0,5	3–4	4,8
в среднем	1,7±0,19	0,8	47,8	0,5	3,0	–	–

Т а б л и ц а 4

Статистические показатели диаметра (см) деревьев карельской березы

Формы по признакам узорчатости	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	σ	V, %	min	max	Достоверность различия	
						между	t_d
Высокоствольная форма							
1. Некарелистая	15,4±1,17	4,5	29,5	5,5	22,5	1–2	0,9
2. Слабокарелистая	15,6±0,75	4,1	26,5	9,5	29,0	1–3	2,1
3. Карелистая	12,6±0,86	2,6	20,4	8,3	17,5	2–3	2,7
4. Сильнокарелистая	–	–	–	–	–	–	–
в среднем	15,0±0,56	4,1	27,4	5,5	29,0	–	–
Короткоствольная форма							
1. Некарелистая	–	–	–	–	–	–	–
2. Слабокарелистая	8,5±0,69	3,1	36,4	4,0	16,	2–3	4,1
3. Карелистая	12,4±0,67	4,8	38,7	3,0	23,5	2–4	3,8
4. Сильнокарелистая	14,8±1,49	4,7	32,1	7,5	24,0	3–4	1,4
в среднем	11,8±0,53	4,8	41,1	3,0	24,0	–	–
Кустовидная форма							
1. Некарелистая	–	–	–	–	–	–	–
2. Слабокарелистая	8,72,2	3,8	43,3	5,0	12,0	2–3	0,0
3. Карелистая	8,60,79	2,9	33,0	4,0	14,0	2–4	1,4
4. Сильнокарелистая	5,50,87	1,5	27,3	4,0	7,0	3–4	2,7
в среднем	8,10,67	2,9	36,0	4,0	14,0	–	–

Длина ствола до первой живой ветви у деревьев с разным габитусом ствола и карелистости варьирует от 0,5 м до 13,0 м. Наибольшее среднее значение протяженности ствола до живой ветви имеет высокоствольная форма – 7,3 м. Этот показатель составляет 5,2 м у карелистой и 6,9 м у слабокарелистой

форм. У короткоствольной и кустовидных форм среднее значение длины ствола до живой ветви намного меньше: у короткоствольной оно составляет 2,2 м, у кустовидной – 1,7 м. Наименьшая протяженность ствола до живой ветви характерна для сильнокарелистых форм. Изменчивость признака этого

показателя колеблется от слабой до очень большой. Самая высокая изменчивость этого признака у короткоствольной формы. У этой формы протяженность ствола до живой кроны изменяется от 0,5 до 9,0 м, то есть существует возможность отбора индивидуумов карелистых форм с наибольшей протяженностью ствола до живой кроны. Распределение деревьев разной степени карелистости у форм разного габитуса по ступеням длины до живой ветви показано на рисунках 8, 9, 10.

У высокоствольных берез больше всего деревьев карелистой формы представлено в ступенях длины от 4,5 до 6,0 м. У короткоствольных берез деревья карелистой формы представлены почти во всех ступенях длины от 0,5 до 6,0 и более метров, но наиболее перспективные формы для отбора представлены в ступенях от 4,5 до 6,0 и более метров. Их доля в этих ступенях составляет 13,4 %. Деревья сильнокарелистой формы имеют эту протяженность ствола до 2,0 м. У кустовидных берез деревья карелистой формы имеют протяженность ствола всего 3,0 м, и деревья этой формы представлены во всех ступенях длины, а деревья сильно карелистой формы имеют длину ствола до 1,0 м.

Статистические показатели диаметра, характеризующие рост деревьев в толщину, имеют высокую степень корреляции с высотой ствола ($r = 0,75$) (табл.4).

Поэтому самый большой диаметр у высокоствольных форм, меньший диаметр у кустовидных берез, среднее положение по величине диаметра занимают короткоствольная форма. Разница между средним значением диаметра у выделенных по габитусу ствола форм достоверна (t_d от 4,2 до 7,9).

Выводы: на ПЛСУ карельской березы в возрасте 32 лет в Шабалинском лесхозе Кировской области имеется хорошо выраженные формы по габитусу ствола: высокоствольная, короткоствольная и кустовидная с преобладанием короткоствольных форм. У всех выделенных берез по габитусу ствола имеется формы по признакам карелистости. В большей степени карелистые формы представлены у короткоствольной и кустовидных форм. Наибольшую ценность представляют карелистые и сильнокарелистые формы с максимальной протяженностью ствола до живой ветви. С этих форм предпочтительнее собирать семена для создания плантационных культур карельской березы.

ПОЧВООБРАЗОВАНИЕ И СУКЦЕССИИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ПОЙМЕ РЕКИ ХОПЕР

М.Г. РОМАНОВСКИЙ, *зам. директора по науке Института лесоведения РАН, д-р биол. наук,*
Р.В. ЩЕКАЛЕВ, *науч. сотр. отдела экологии широколиственных лесов Института лесоведения РАН, канд. биол. наук*

Изменения скорости накопления суглинков поверх первичных песчаных отложений пойменного рельефа тесно связаны с сукцессиями растительности. Мощность суглинистых отложений стабилизируется при луговом, 20 см, лугово-кустарниковом (добавляется шиповник), 30 см, и дубравном ландышево-ежевичном покрове, завершающем основной сукцессионный ряд через 200–300 лет (60 см). На окраинах нового пойменного сегмента (25 % площади) развиваются специфические сукцессии. Дальнейшее накопление суглинков (до 1 м и более) происходит также неравномерно.

Хотя общие черты первичных сукцессий растительного покрова и пойменных почв хорошо известны, разнообразие сукцессионных рядов в пойме до сих пор охвачено не полностью и представляет значительный интерес. Недостаточно изучена динамика образования пойменных почв.

Используя определения скорости бокового роста речной петли [1], мы датировали зоны сегмента поймы р. Хопер и попытались описать последовательности развития растительного покрова и почв.

Обследованный сегмент поймы расположен в 31 квартале Теллермановского

опытного лесничества ИЛАН (далее по тексту ТОЛ) в Грибановском районе Воронежской области близ Строяновского кордона ТОЛ на расстоянии 0,5 км от крутого правого склона долины р. Хопер. При датировке зон растущего сегмента были использованы полученные нами ранее оценки средней скорости перемещения этой речной петли за последние 100 лет – 2 м/год [1].

Рельеф сегмента поймы (рис. 1 А) описан серией нивелирных ходов, проложенных через 50 м. На трансекте 550 × 2 м² (рис. 1Б, сечение 3-В) описаны растительность и почвы. Дополнительно маршрутно обследованы более старые сегменты поймы с выборочным бурением почв.

Мощность слоя суглинков, отложенных поверх первичного песчаного рельефа, наличие и мощность оструктуренного поверхностного горизонта, признаки оглеения и другие характеристики почв определяли по кернам, извлеченным ручным геологическим буром.

Стадии эволюции ландшафта и растительного покрова развивающегося сегмента поймы описаны на основе следующей типизации:

0 – прибрежные гидробионты: стрелолист, сусак, частуха, рогоз;

1 – пионерная растительность первичного пляжа: качим постепенный, всходы ив, на поздних стадиях – белокопытник;

2 – тальник: заросли кустарниковых ив с белокопытником, лесным камышом, костром безостым, на гребнях валов полынь высокая, щавель кислый, спаржа;

3 – луг: злаки, осоки, подмаренник, щавель конский; в межрядовых понижениях валериана, спаржа, включения небольших пересыхающих водоемов с осоками, ирисом айровидным, молочаем болотным;

4 – луг кустарниковый: злаки, по грядам заросли шиповника, встречается крушина слабительная;

5 – редины: отдельные деревья береста, вяза гладкого и дуба черешчатого среди лугового и кустарниково-лугового покрова;

6 – куртины ландышево-ежевичных дубрав среди кустарниково-лугового покрова;

7 – ландышево-ежевичные дубравы с ландышево-ежевичным покровом на полянах.

8 – гидроморфная растительность заболоченных понижений, окаймленная тальниками, поселениями древовидных ив и тополя черного.

План растущего сегмента поймы приведен на рис. 1 А. Развиваясь в течение 300 лет, новый сегмент накапливал суглинистые отложения поверх песчаных, наращивая высоту рельефа. Трансекта 3-В (рис. 1Б) пересекает пойменный сегмент, начинаясь на первичном пляже от уреза воды в летнюю межень 84,0 м над уровнем моря и заканчиваясь на западе на высоте 87,5 м.

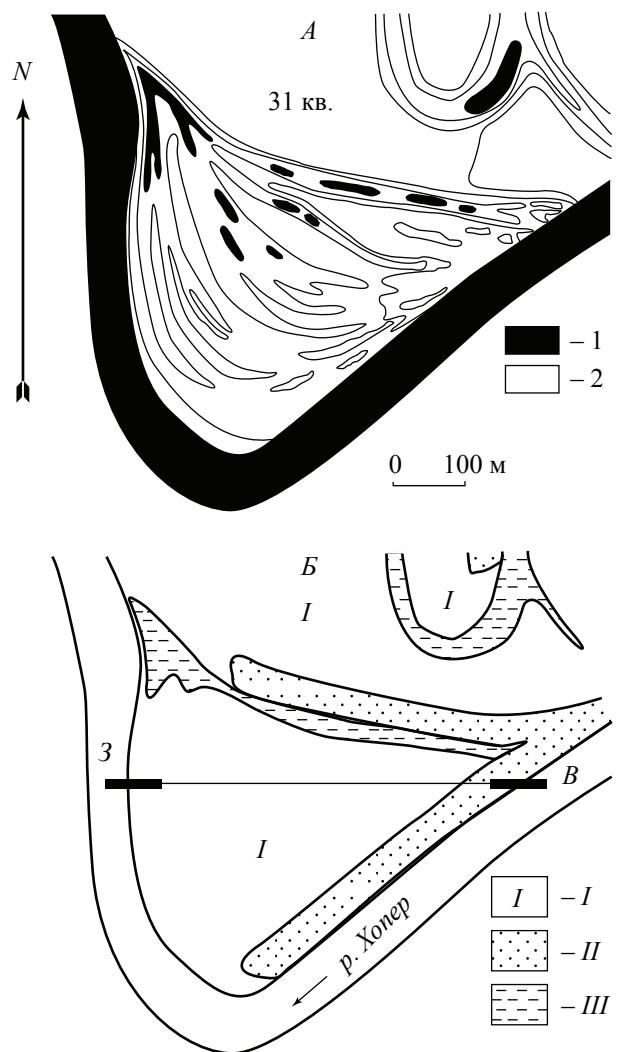


Рис. 1. Растущий сегмент молодой поймы (31 кв. ТОЛ): А. Высота над уровнем моря (сечения рельефа через 1 м.): 1 – ≤ 84; 2 – 84–87,5 м; Б. Сукцессионные ряды (3-В – положение трансекты, вдоль которой описаны почвы и растительность): I – лугово-лесной; II – берегового вала; III – болотно-старичный

Фронт песчаного пляжа перемещается к западу, юго-западу. За ним формируется волнистый рельеф гряд и западин. С высоты 85,0 над уровнем моря во впадинах и 86,5 на гребнях валов новорожденная поверхность начинает равномерно покрываться отложениями, обогащенными глинистыми частицами, сперва слоистыми, затем сплошными. В примыкании к руслу реки формируется новый береговой вал (рис. 1Б), а вдоль старого берега – цепочка мелких озер и болот. В изменениях рельефа, почв и растительности сегмента можно выделить 3 ряда (рис. 1 Б).

I. Формирование основной площади сегмента: типы растительного покрова 1→2→3→4→5→6→7.

II. Формирование нового берегового вала: 1→2→5→6→7.

III. Развитие полосы гидроморфных эвтрофных сообществ вдоль исходного берега р. Хопра: 0→8 или 0→2→8.

Основной сукцессионный ряд (I) охватывает 75 % площади сегмента. Первичный пляж быстро, на склонах и гребнях первых дюн, сменяют заросли кустовидных ив (тальники). Переход от первичного пляжа к тальнику занимает 10 лет. Просуществовав 20–25 лет, тальники удаляются от реки, постепенно усыхают и вытесняются луговой растительностью, сперва на гребнях, затем на склонах валов.

Образуется пойменный луг с вкраплениями пересыхающих к середине лета небольших (< 0,005 га) озерец и болот в понижениях между валами. Фаза пойменного луга длится 75–85 лет, до 100 лет жизни нового участка поймы (рис. 2). Накопление суглинистых-легкоглинистых осадков и почвообразование на луговой стадии задерживаются. На основании маршрутных обследований поймы создается впечатление, что активное сенокосение продлевает луговую стадию и приостанавливает дальнейшее накопление осадков.

Заиливание поверхности и наращивание горизонта суглинков ускоряется после поселения на лугу кустарников. Некоторое сглаживание первичного дюнного рельефа и накопление 25–30 см суглинистых отложений сопровождается появлением редкой дре-

весной растительности (берест, вяз гладкий, дуб черешчатый). Когда возраст сегмента приближается к 200 годам, а толщина суглинков достигает 60 см, на сгладившихся гребнях валов образуются куртины типичных пойменных дубрав с характерным ландышево-ежевичным травяным покровом. Постепенно куртины смыкаются, рельеф выравнивается, а остатки луговой, лугово-кустарниковой растительности вытесняет сплошной ландышево-ежевичный покров (рис. 2 А). Однако почвообразование на этом (стадия 7 ряда I) не завершается. На более старых сегментах пойменного ландшафта (≥ 600 лет) в зоне господства ландышево-ежевичных дубрав пески перекрыты 1,0–1,5 м суглинистых отложений.

Оструктуренная часть почвенного горизонта, достигнув на стадии кустарникового луга (стадия 4 ряда I) своей максимальной мощности 0,20–0,25 м, более не увеличивается (рис. 2 Б).

Особые условия складываются во внешней краевой зоне сегмента, где скорости перемещения русла малы: << 1 дм/год (рис. 1Б, ряд II). При спрямлении береговой линии и образовании нового берегового вала луговая стадия выпадает из сукцессии и непосредственно за тальниками появляются прибрежные полосы древесной растительности. При этом процесс почвообразования ускоряется. В случаях, когда песчаный береговой вал особенно высок, на его гребне может сформироваться белотопольник на легкосуглинистых слоистых почвах.

Растительность гидроморфных эвтрофных экотопов (рис. 1Б, ряд III) начинает развитие со старицы у подножия берегового вала, покидаемого рекой. За открытыми водными поверхностями и гидробионтами следует полоса тальников. За ними идут поселения древовидных ив (*Salix alba L.*, редко *S. fragilis L.*) и тополя черного. Со стороны старого берегового вала полоса ряда III сменяется растительностью ряда II (стадия 7), а со стороны молодого сегмента – ряда I (стадии 2–7).

По межрядовым понижениям фрагменты растительности, относящейся к ряду III, вклиниваются в территорию лугово-лесного ряда II, где сохраняются 40–50 (редко

60) лет. После этого единичные тополя и ивы отмирают, болотца заиливаются и дальнейшее развитие межрядовых «долин» идет по сценарию II ряда. На участках, более близких к коренному склону речной долины, места, пригодные для существования ивняков, сохраняются нередко ≥ 100 лет, однако и здесь ивы и тополя занимают небольшие площади, образуя редкостойные ленточные поселения.

Развитие стариц по сценарию ряда III идет при их заполнении преимущественно песчаными отложениями. Когда старицы сразу утрачивают проточность и во время паводков превращаются в ловушку глинистых частиц, первичные сукцессии протекают по-иному. При заиливании таких стариц образуется слой оглеенных глинистых осадков мощностью в 5–6 м. Существование озерно-болотной фазы растягивается на сотни лет.

Дуб черешчатый хорошо возобновляется там, где ему приходится захватывать новые территории. В пойме русловые процессы уничтожают старые леса и создают «пустыни» пляжей и дюн, на которых растительные сукцессии начинаются сызнова; дуб постоянно захватывает новые экотопы, оставляя для представителей *Salicaceae* немногочисленные ленты на гребнях высоких песчаных валов и в межрядовых понижениях. На 80–90 % площади поймы ландышево-ежевичные дубравы завершают сукцессионные ряды I и II. В активной пойме естественное семенное возобновление рано распускающегося дуба идет непрерывно.

В качестве примера можно привести пробную площадь в 47 квартале ТОЛ, картированную нами. Здесь сохранились первые поселенцы 90–140 лет (живые экземпляры, группы их вегетативных потомков и пни дуба). Основной костяк современной дубравы составляют деревья 70–80 лет. Наконец, самые молодые потомки первых поколений дуба сегодня заселяют заиленные и выровнявшиеся западины (10 % площади). В глубоких промоинах (на 1,5–2,0 м ниже высших отметок рельефа пробной площади) остаются резервные места для следующих поколений, еще 10 % площади.

Общий период возобновления дуба и заселения им сегмента поймы занимает

150–200 лет. На сглаженном рельефе под пологом сформировавшихся равномерно сомкнутых дубрав возобновление дуба прекращается.

За 200–300 лет, прошедших после появления прибрежного пляжа, он преобразовался в волнистую песчаную поверхность, а над волнами гряд и западин образовалась толща суглинистых почв в 0,60–0,65 м под ландышево-ежевичной дубравой (рис. 2). Поверхность более мощных 1,1–1,3 м суглинистых-среднеглинистых отложений, на которых мы также обнаруживаем дубравы, возвышается над уровнем реки еще на 0,5–0,7 м. Гранулометрический состав почв, подстилающих такие дубравы, говорит о двухэтапном формировании почвенной толщи (таблица).

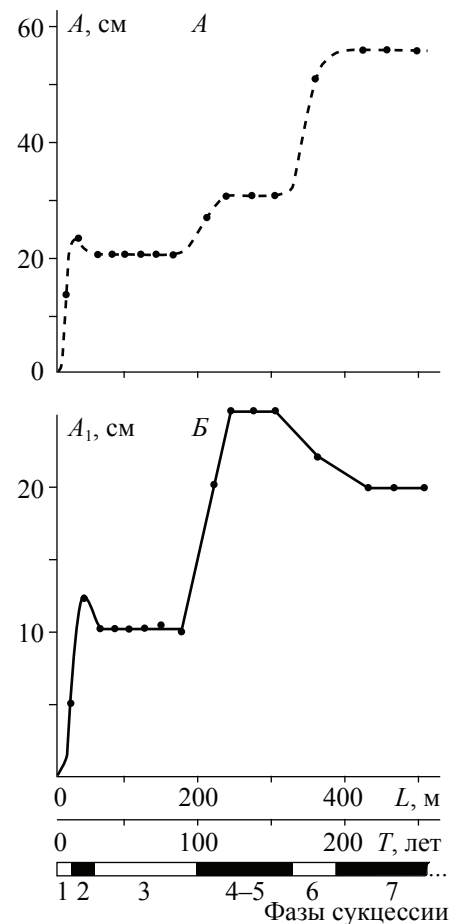


Рис. 2. Динамика развития почвы и смен растительности по мере удаления речного русла (L , м) и старения (T , лет) участков нового сегмента поймы: А – мощность суглинистых отложений, А, см; Б – мощность оструктуренного горизонта почвы, А₁, см. Фазы I сукцессионного ряда: 1 – первичного пляжа; 2 – тальниковая; 3 – луговая; 4 – кустарниково-луговая; 5 – редины; 6 – куртинно-дубравная

Гранулометрический состав, содержание гумуса, Fe₂O₃ и Al₂O₃ в отложениях мощностью 1,3 м под пойменной дубравой в 47 кв. ТОЛ

Глубина, см	Время*, лет	Фракции частиц, мкм					Гумус, %	Fe ₂ O ₃ , %	Al ₂ O ₃ , %
		< 1	1–5	5–10	10–50	>50			
5–10	600–900	44	30	6	19	1	4,5	–	–
10–20	500–600	44	26	7	18	5	2,0	6,1	13,1
30–40	450–500	34	19	5	19	18	1,6	4,4	10,5
40–60	400–450	23	12	4	20	31	0,4	3,5	7,6
70–90	60–300	50	18	6	17	9	1,5	4,8	10,5
100–120	20–60	34	16	3	15	32	0,5	4,9	12,1
120–130	0–20	16	14	1	14	65	0,2	3,7	7,5

*Оценки времени, прошедшего от начала почвообразования

Слабо гумусированные слои в основании разреза в 47 кв. (таблица) относятся к начальному этапу жизни пойменного сегмента. Поверх них 200–300 лет накапливаются осадки, все более богатые глинистыми частицами, содержание которых нарастает от 31 до 74 %, и все более гумусированные. В 60–70 см от подошвы толщи (в 40–60 см от дневной поверхности) участие глинистых частиц снова сокращается почти в 2 раза. Резко падают концентрации гумуса, окислов железа и глинозема (таблица). Затем повторяется цикл нарастания следующих 60 см осадков и их обогащения глинистыми частицами (от 39 до 80 %).

Данные по Хоперскому государственному природному заповеднику [2] позволяют нам дополнить характеристики сукцессионных рядов пойменных почв. По мере накопления слоя суглинков (ряд I) почвы увеличивают запасы органического углерода. Слабозадернелые пойменно-слоистые почвы в 0–15 см гумусированного горизонта содержат 0,2–0,7 % гумуса; пойменно-дерново-лесные 3–4 %; пойменно-лесные серые, темно-серые и лугово-лесные почвы – 4–5 %. Наибольшее содержание гумуса (до 25 %) отмечено в перегнойно-глеевых почвах, связанных с местами концентрации осадков, приносимых паводком, и ежегодного накопления животного и растительного опада (бывшие старицы, озера).

Общие запасы углерода пойменных почв увеличиваются в соответствии с мощностью суглинисто-глинистых отложений. Запасы органического углерода (57 % гумуса)

в пойменных слоистых почвах – 20–30 тС/га; в пойменных дерново-лесных почвах – 45–60 тС/га; в пойменных лесных серых почвах – 130–150 тС/га; в пойменных лесных темно-серых почвах при их мощности 60–70 см – 190–200 тС/га (рис. 2 Б); а на конечных фазах сукцессионных рядов I и II, когда мощность суглинков достигает 120–130 см – 340–370 тС/га. Наибольшие запасы углерода отмечены в пойменных лугово-лесных оглеенных почвах – 510–540 тС/га (конечные фазы III ряда) [2].

Характерная черта пойменных почв – оглеение. В суглинках на поверхности почвенных вод резко сокращается содержание кислорода [3]. После паводка, по мере восстановления газовой фазы почвы, в верхних слоях суглинков восстанавливается окислительная среда. У подошвы суглинистого слоя, где анаэробные условия сохраняются дольше всего, развивается глеевый горизонт. Ниже, в песках, по которым происходит перемещение грунтовых вод между рекой и коренным склоном речной долины, содержание кислорода остается на высоком уровне и во время паводка, и позже, в течение всей вегетации.

На конечных стадиях сукцессий (ряды I и II) на выровненных участках центральной поймы в 3–4 м над меженным урезом воды формируются пойменно-лесные серые глинистые осолодело-солонцеватые и темно-серые глинистые глубокосолончаковатые оглеенные в нижних горизонтах почвы. В старичных понижениях (ряд III) почвообразование завершается лугово-лесными глинистыми сильно глеевыми почвами [2].

Недавняя публикация по сукцессиям растительности внутриводных сегментов р. Хопер существенно дополняет нашу скудную информацию о флористическом составе растительного покрова, меняющегося по мере развития пойменного сегмента [3].

Рассмотренные пути развития растительности и почв (ряды I–III) схематизируют основные первичные сукцессии в пойме, охватывающие 80–90 % площадей. На границах поймы развитие пойменного ландшафта идет по-другому. Так, в понижениях у склона речной долины, подпитываемых притоком грунтовых вод (иногда они связаны с балками), итогом развития растительного покрова нередко являются ольшаники на перегнойно-глеевых почвах [4].

Современное осадконакопление в пойме отличается ничтожным содержанием сульфатов и хлоридов кальция, магния и натрия. Соли могут, однако, поступать в корнеобитаемую зону снизу, из грунтовых вод, в особенности в полосе, примыкающей к крутому правому склону речной долины, где почвенно-грунтовый сток наиболее минерализован. Усиленный выпот грунтовых вод в периоды засух способствует засолению пойменных почв [2, 5]. Южнее, в степях, засоление пойменных почв становится правилом [4].

Скорость почвообразования и растительных сукцессий в пойме определяют два основных фактора: возраст участка и его удаление от источников поступления глинистых частиц [1]. Накопление суглинистых осадков и рост высоты рельефа новых сегментов поймы – основной двигатель сукцессий пойменного растительного покрова и почвообразования. Многие свойства пойменных почв, в частности запасы органического углерода, определяются не столько работой местных пойменных фитоценозов, сколько свойствами осадков, поступающих из плакорных экосистем, и их сортировкой при седиментации. По мере удаления в левобережную низкую пойму нарастание поверхности новых пойменных сегментов становится все более медленным. На расстоянии примерно 2,5 км поступление илистых частиц полностью компенсируется их размывом и переотложением. Примерно с этого расстояния от коренного берега речной долины содержа-

ние илистых частиц в слое 0–10 см перестает возрастать к поверхности [1, 6].

В описании динамики отложения суглинистых осадков особого внимания заслуживают нарушения непрерывности их накопления во времени. Достигнув определенного уровня, поверхность новообразованного сегмента перестает аккумулировать глинистые частицы (рис. 2 А). Первое стабильное состояние ($A = 20$ см) наступает на стадии луга (3-я фаза ряда I). Второе ($A \approx 30$ см) совпадает с формированием зарослей шиповника (фазы 4–5). Третье связано с появлением ландышево-ежевичного покрова (фаза 7). При переходах от одного типа почвенного покрова к другому (луг – кустарниковый луг – заросли ежевики) шероховатость поверхности во время паводков нарастает. Зимне-весеннее состояние почвенного покрова определяет гидродинамические свойства поверхности в паводок и предельную мощность суглинистых отложений. Нет непрерывности в накоплении осадков и на более поздних стадиях развития пойменного сегмента (таблица).

Полагая процесс накопления осадков непрерывным, мы в праве ожидать постепенного захоронения комлей деревьев дуба, поселившихся на 6–7 фазах сукцессии I, со средней скоростью 0,25 см/год по мере нарастания слоя суглинков от 60 до 120 см. Фактически же прижизненное захоронение комлевых частей ствола встречается исключительно редко и только на прирусловых валах. Поэтому динамика нарастания мощности суглинков под дубравами представляется нам прерывистой с остановками на 60 см, 110–130 см, 200–250 см. Периоды быстрого (за 2–4 десятилетия) накопления осадков сменяются периодами длительного отсутствия роста толщи аллювия.

Остановки в накоплении глинистых осадков маркированы поселениями дуба. Складывается впечатление, что для нарастания поверхности поймы необходима гибель древостоя, которая провоцирует следующий цикл накопления осадков, начинающийся отложениями более легкого механического состава. В промежутках между дубравами можно предположить луговые и лугово-кустарниковые стадии.

К выводу о неизбежной смене пойменных лесов лугами приходит также и Е.С. Нескрябина [7].

Если для первого цикла луг-дубрава и накопления 60–70 см суглинков требуется 400–500 лет (около 200 лет до появления древостоя и еще 200–300 до его распада), то для накопления 120 см суглинков нужны две ротации и примерно 800–1000 лет; 180 см – не менее чем три (1200–1500 лет).

Возможно также, что неравномерность накопления осадков связана с нерегулярностью поступления аллювия в пойму, когда периоды эрозии суглинков на водоразделах сменяются периодами устойчивого почвообразования. По С.А. Сычевой [5] такие периоды повторяются раз в 1800 лет.

Наконец, последовательное уменьшение во времени предельной мощности суглинистых отложений на сегментах пойменного рельефа может отражать общее снижение интенсивности эрозии водоразделов Окско-Донской равнины в голоцене.

Высокая неоднородность и непостоянство пойменного ландшафта требуют особой организации лесохозяйственной, природоохранной деятельности человека в пойме. Современные планы лесных угодий, составляемые лесоустроительными экспедициями, в малой степени отражают естественное ландшафтно-типологическое разнообразие пойм и мало пригодны для адресного планирования лесохозяйственных мероприятий в пойменных лесах. Высокий уровень дробности форм пойменного рельефа и почв определяет необходимость дифференцированного подхода к выделам, площадь которых часто не превышает 0,01 га.

В пойме р. Хопер русловый процесс постоянно создает новые экотопы, на которых заново начинаются ряды первичных сукцессий. На их первых стадиях (пляж – тальник) накопление суглинистых и глинистых осадков поверх песчаного дюнного рельефа и формирование почвы идут равномерно. Но на луговой стадии накопление осадков приостанавливается. Осадконакопление снова усиливается одновременно с началом зарастания луга кустарниками. Следующий этап роста поверхности сегмента поймы совпада-

ет с формированием ландышево-ежевичного покрова.

Когда суглинки достигают мощности 0,3–0,6 м, новый экотоп постепенно заселяется дубом. На толще суглинков 0,6 м формируются дубняки II–III класса бонитета. Для появления дубрав I–II класса бонитета необходима мощность суглинистых осадков ≥ 1 м. Для дальнейшего нарастания поверхности пойменного сегмента требуются следующие смены растительного покрова. В результате в частях поймы, прилежащих (до 0,4 км) к крутому правому берегу, поставщику глинистых частиц, образуются слоистые толщи суглинков и глин в 1,2–2,5 м. Вероятно, для их появления должны произойти смены луг-лес с 2–4 поколениями дуба.

Активный рельеф поймы р. Хопер прекрасно согласован с тактикой возобновления дуба черешчатого, основной древесной породы пойменных лесов в лесостепи. Естественное семенное возобновление ранораспускающейся формы дуба непрерывно создает в активной пойме новые дубравы и заполняет вакантные места на территориях, уже занятых дубом. На конусах выноса балок, где мощность суглинисто-глинистых осадков доходит до 2,5 м, поселяется поздняя форма дуба [8].

Ландшафт и лесорастительные условия поймы чрезвычайно пестры. Элементы пойменной мозаики отличает разнообразие конфигураций и площадей (от 10 га до 0,001 га).

Наметившаяся в последние годы тенденция более интенсивного использования пойменно-лесных ландшафтов требует их дробного членения, недоступного современной системе лесоустройства. Основой для рациональной организации деятельности и отдыха человека в речных поймах могли бы стать аэрокосмические фотоснимки, дополненные натурными обследованиям [9].

Библиографический список

1. Экосистемы Теллермановского леса: под. ред. В.В. Осипова. – М.: Наука, 2004. – 340 с.
2. Свиридова, И.К. Строение и свойства лесных почв правобережной поймы реки Хопра в пределах Хоперского заповедника / И.К. Свиридова, Е.Ф. Удодова // Дубравы Хоперского заповедника. Ч. 1.

- Условия произрастания насаждений. – Воронеж: ВГУ, 1976. – С. 56–77.
3. Орлов, А.Я. Распределение корней дуба в связи с кислородным режимом почв пойменной дубравы / А.Я. Орлов, В.В. Иванов // Лесоведение. – 1990. – № 5. – С. 32–38.
 4. Танфильев, Г.И. Пределы лесов на юге России / Г.И. Танфильев. – СПб: Мин. земледелия и гос. имущество, 1894. – 176 с.
 5. Сычева, С.А. Многовековая ритмичность почво- и рельефообразования на Среднерусской возвышенности в голоцене / С.А. Сычева // Известия АН. Сер. географическая. – 2002. – № 3. – С. 87–97.
 6. Романовский, М.Г. Русловый процесс и формирование рельефа поймы р. Хопра / М.Г. Романовский, Е.В. Раева // Вестник ВГУ. Серия: География, геоэкология. – 2005. – № 1. – С. 89–95.
 7. Нескрябина, Е.С. О временных изменениях растительного покрова внутрипойменных сегментов в Хоперском заповеднике / Е.С. Нескрябина // Состояние особо охраняемых лесных территорий европейской части России. Сб. научн. статей. – Воронеж: МПР, 2005. – С. 169–173.
 8. Енькова, Е.И. Теллермановский лес и его восстановление / Е.И. Енькова. Воронеж: ВГУ, 1976. – 214 с.
 9. Чернов, А.В. Речные поймы, их происхождение, развитие и оптимальное использование / А.В. Чернов // Соросовский образовательный журнал. – 1999. – № 12. – С. 47–53.

УГЛЕРОД ТЕМНО-СЕРЫХ ПОЧВ И МАТЕРИНСКИХ СУГЛИНКОВ ПОД ДУБРАВАМИ ЛЕСОСТЕПНЫХ ВОДОРАЗДЕЛОВ

М.Г. РОМАНОВСКИЙ, зам. директора по науке Института лесоведения РАН, д-р биол. наук,
Т.Н. СУДНИЦЫНА, Институт лесоведения РАН,
В.В. МАМАЕВ, Институт лесоведения РАН

Темно-серые почвы лесных водоразделов в южной лесостепи хранят примерно 1,5 тыс. тС/га биогенного углерода, депонированного в гумусе и CaCO_3 в толще днепровских суглинков 0–10 м. На глубинах 5–6 м и 8–9 м гумусированные слои образованы в основном опадом тонких поглощающих корней деревьев (прежде всего дуба черешчатого). Поглощающие корни приурочены к уровням концентрации влаги на пути ее 2,5-летней нисходящей миграции в грунтовые воды. Запасы почвенного углерода, по-видимому, сокращаются в течение последних 30–50 лет со скоростью около 3 тС/га в год.

Шурфовая раскопка корневой системы дуба черешчатого в нагорной дубраве Теллермановского леса (южная лесостепь Воронежской области), организованная В.В. Мамаевым [1, 2], показала, что корни деревьев опускаются здесь до 9–11 м, до капиллярной каймы грунтовых вод, лежащих на 11–13 м. У деревьев поздней формы *Quercus robur* L. var. *tardiflora* Czern. после 50–60 лет $\geq 10\%$ общей массы корней диаметром ≤ 1 мм находятся на глубинах 5–10 м. Это открытие потребовало более подробного исследования влажности глубоких горизонтов почвообразующих моренных суглинков. Изучая водный режим

нагорных дубрав, мы обратили внимание на темноокрашенный слой суглинков, прослеживающийся на глубине 5–6 м по всему водоразделу балок Малык и Крутец (рис. 1). Еще один гумусированный горизонт, о котором собраны лишь фрагментарные данные, лежит на 8–9 м глубины. Исследование этих слоев показало, что их темная окраска обусловлена повышенным содержанием гумуса, примерно таким же, как у соответствующих по цвету слоев почвы в основании гумусоаккумулятивного горизонта на глубине 0,7–0,9 м. В статье мы приводим описание «сверхглубокого» профиля углерода гумуса в нагорных дубравах и обсуждаем вероятные пути образования гумусированных горизонтов на глубинах 5–10 м. Дополненные оценками запасов $\text{C}(\text{CaCO}_3)$, наши данные дают представление об общем пуле углерода автоморфных лесных экосистем европейской лесостепи.

Исследования выполнены в нагорных снытьево-осоковых дубравах I₅–II классов бонитета на водоразделе балок, пересекающем лесной массив Теллермановского опытного лесничества Института лесоведения РАН (далее по тексту ТОЛ). Ясенедубравы 1–7 кварталов ТОЛ, в которых мы работали, сформировались на вырубках 1900–1930-х гг. [1, 3, 4].

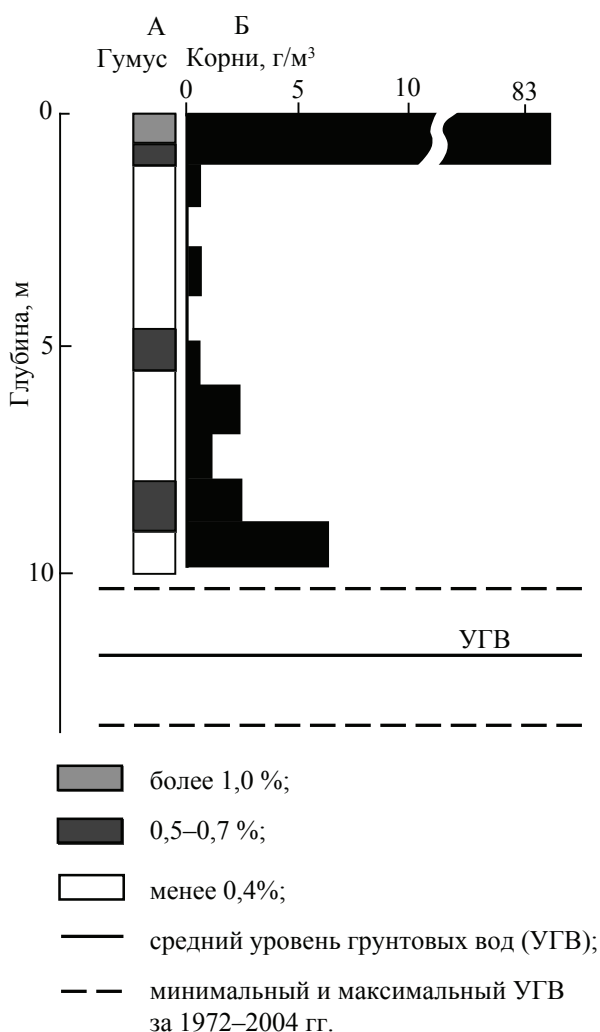


Рис. 1. Распределение тонких ($\varnothing \leq 1$ мм) корней дуба черешчатого *Quercus robur* L. var *tardiflora* Czern. и гумусированных горизонтов, выделенных по цвету, в толще тяжелых суглинков под темно-серыми лесными почвами водоразделов: А – положение горизонтов с содержанием гумуса; Б – плотность тонких корней по 1-метровым слоям, г/м³ [2]

Образцы почвы брали ручным геологическим буром через 0,5 м до глубины 6,0–6,5 м. Содержание гумуса было определено в образцах 2002 г. после воздушной сушки. Дополнительно использованы образцы, полученные в ходе предварительного исследования в 2001 г. и высушенные в термостате при 105 °С. Снижение концентраций гумуса после термической обработки позволило судить об участии в его составе легкоокисляемых нестабильных фракций.

Концентрацию гумуса определяли после полугода хранения образцов почвы. Содержание С в гумусе принято равным 57,5 % [5, 6].

Долю углерода С(CaCO₃) устанавливали по потерям массы измельченными сухими образцами почвы после 25 мин протравливания их 10 % HCl.

Запасы углерода рассчитаны по слоям 0,5 м почвенного профиля от 0 м до 6 м (таблица). Необходимые для расчета запасов данные о плотности сложения почвы получены ранее И.Н. Васильевой в тех же выделах лесного фонда, где были собраны наши образцы [7]. Для сопоставления с данными других исследований [6, 8] рассчитаны запасы С в толщах 0–1 м и 0–4 м.

Оценки содержания гумуса в почве, полученные нами после сушки, удаления растительных остатков, измельчения и хранения образцов, оказались значительно ниже установленных ранее [3, 4]. Наибольшие расхождения отмечены в поверхностных горизонтах. Так, на глубине 10 см выявлено 3–4 % гумуса против 6–8 % по данным 1950–1960-х гг. для тех же выделов ТОЛ [1, 3, 4].

В основании гумусоаккумулятивного горизонта темно-серой лесной почвы под нагорными дубравами ТОЛ на глубине $0,8 \pm 0,1$ м гумус составляет 0,6–0,8 % (до 1,6 %) абсолютно сухой массы почвы. В глубоких темно-окрашенных слоях материнских суглинков (5,5–6,0 м) содержание гумуса в отдельных образцах также достигает 1,6 %. В остальных горизонтах по профилю 1,0–6,5 м гумуса $\leq 0,6$ % (табл. 1). Интенсивность темной окраски суглинков на глубине 8–9 м, образцы которых мы извлекали в 1999 г. и в 2000 г., соответствует содержанию гумуса 1 % [6].

Сравнение содержания гумуса в образцах прошедших и не прошедших сушку при 105 °С показывает, что легкоокисляемых фракций гумуса почти нет под горизонтом А (глубина 1 м) и над глубоким корнеобитаемым слоем (глубина 4 м). Наибольшие потери гумуса при прокаливании образцов почвы (75 ÷ 80 %) отмечены в горизонтах 6,0 м и 6,5 м (табл. 1). В следующем по глубине гумусированном горизонте на глубине 8–9 м мы не смогли взять образцы для анализа содержания гумуса, но учитывая то, что почвы в нем слегка оглеены, потери гумуса при прокаливании образцов ожидаются не менее 80 %.

Содержание гумуса в почве, доля термостабильной фракции в составе гумуса (остаток после нагрева до 105 %), запасы углерода, связанного в гумусе и в CaCO₃ (тС/га)

Глубина, см*	Гумус, %	Термостабильная фракция, %	Запасы углерода, тС/га	
			гумус	CaCO ₃
10	3,4–3,7	79–85	49,3–53,6	4–30
50	0,8–0,9	90**	34,3–35,5	40–73
100	0,5–0,6	~100	21,2–23,3	43–112
150	0,5–0,6	80**	21,9–23,6	47–176
200	0,6	60	23,2–23,6	54–85
250	0,5–0,6	69**	22,0–23,7	52–79
300	0,5–0,6	78	22,4–23,6	50–80
350	0,5	89**	19,2–19,9	58–67
400	0,5–0,6	~100	20,8–24,9	18–224
450	0,7	82	24,9–29,4	11–219
500	0,8–0,9	55	31,4–37,5	6–63
550	0,8–1,0	56–70	33,1–42,4	52–65
600	0,9–1,0	22	36,7–39,0	40–328
650	0,4–0,5	25***	16,3–20,4***	–
Итого			377–420	649–1311

Примечание. Верхний образец 10±3 см – смешанный из прикопки. Остальные извлечены ручным буром.

* Глубина от поверхности A₁ (без учета A₀); ** Интерполяция; *** Доля термостабильной фракции в составе гумуса по аналогии с 600 см принята 25 %.

В материнских суглинках 1–10 м концентрация гумуса незначительна, зато благодаря их мощности 9 м и высокой плотности сложения грунтов 1,4–1,6 т/м³ (против 0,8 т/м³ в слое 0–0,1 м) [1, 8] запасы углерода, связанного в гумусе глубже 1 м, больше, чем в поверхностных 0–1 м почвы. Общий запас углерода в гумусе водораздельных суглинков под лесом по профилю 0,00–6,25 м – 377–420 тС/га (таблица). Во всей корнеобитаемой толще суглинков 0–10 м запас углерода гумуса составляет 400–540 тС/га [2, 5].

В слое 0–1 м запас гумуса – 163–175 т/га; углерод гумуса – 94–101 тС/га (таблица). Расчеты по данным предыдущих исследований в нагорной снытьево-осоковой дубраве 5–6 кварталов ТОЛ дали запасы 270–300 т/га гумуса; и 150–180 тС/га углерода, то есть почти в два раза выше оценок, полученных нами.

Еще больше, чем в гумусе, углерода связано почвенным CaCO₃ [2, 9] (таблица). Величина запасов С(CaCO₃), однако, сильно варьирует по площадям выделов. Вероятно, в зависимости от локальных колебаний порозности почвы и интенсивности движения почвенной влаги запасы углерода CaCO₃ в пределах сравнительно небольших полиго-

нов 0,01–0,03 га колеблются по профилю 0,00–6,25 м в 2 раза (660–1300 тС/га).

CaCO₃ накапливается в основном вблизи гумусоаккумулятивных горизонтов. Максимальные концентрации CaCO₃ зарегистрированы на глубине 1,5 м под горизонтом А, а также на 5,5–6,0 м в основании горизонта подпочвенной аккумуляции гумуса (вероятно, максимум концентрации CaCO₃ лежит еще ниже – на 6,5–7,0 м). На глубине 9–10 м наличие сильно известкованных слоев установлено по белесому (иногда почти белому) цвету суглинков.

В горизонтах концентрации гумуса и непосредственно над ними (до 1,0–0,5 м выше) запасы С(CaCO₃) минимальны (таблица). Глубокие гумусированные горизонты 5–6 м и 8–9 м заключены в обкладку между слоями высокой концентрации CaCO₃ (рис. 2). Варьирование мощности этих «обкладок» по площади выдела и определяет двукратное варьирование оценок общего запаса С(CaCO₃) по профилю 0–10 м. В остальных горизонтах почвенного профиля запасы С(CaCO₃) варьируют незначительно CV = 10–15 %.

Углерод, связанный в CaCO₃, весьма динамичен и относительно быстро мигрирует по вертикальному профилю [9–11].

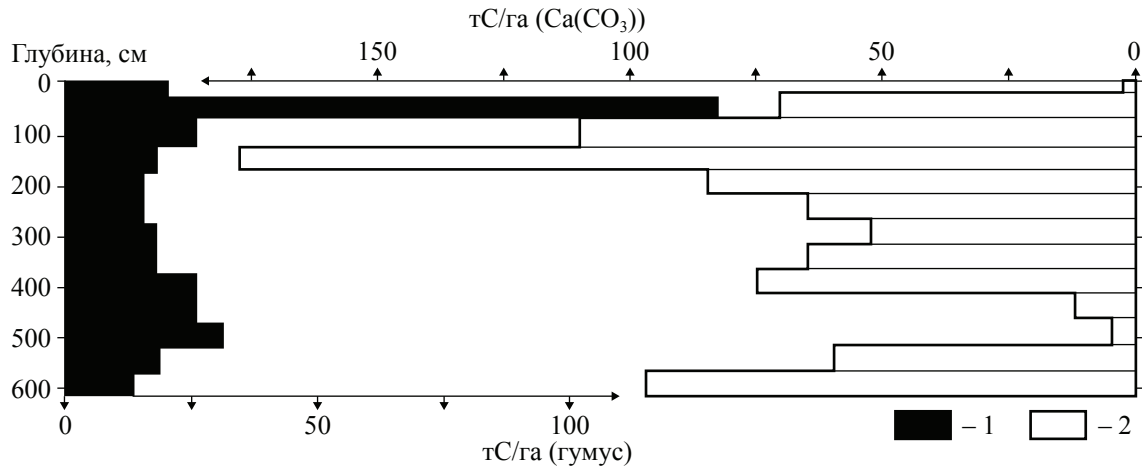


Рис. 2. Распределение запасов углерода гумуса и CaCO_3 по вертикальному профилю темно-серой лесной почвы и подстилающих моренных суглинков под нагорными дубравами южной лесостепи [2]. Квартал 5 ТОЛ ИЛАН, керн № 1, 2002 г.: 1 – углерод гумуса; 2 – углерод CaCO_3 .

Высокие концентрации иона $^-\text{HCO}_3$ в почвенных растворах (130–150 мг/л), распространенность Са в днепровских суглинках и интенсивный сток CO_2 к грунтовым водам позволяют видеть основной источник $\text{C}(\text{CaCO}_3)$ лесных почв в текущей фиксации углекислого газа, выделяемого при корневом и гетеротрофном дыхании почв и подстилок.

Совокупный запас углерода 0–10 м (гумус и CaCO_3) под лесостепными лесами составляет 1–2 тыс. тС/га (в среднем 1,3 тыс. тС/га).

При обсуждении со специалистами природы глубоких гумусированных слоев первая неизбежная реакция – «погребенные почвы». Следующая: подпочвенный углерод на большой глубине инертен, и его запас не имеет значения для углеродного цикла. Мы, однако, приведем аргументы, противоречащие этому.

Начнем с того, что высшие отметки высот водоразделов черноземных областей не подвергались действию покровных оледенений, последовавших за Днепровским. Трудно представить себе механизм погребения флювиогляциальными отложениями водораздельных почв, отдаленных в центральной и южной лесостепи на сотни километров от границы следующего Московского оледенения. Мощность эоловых отложений в этих условиях не превышает 1,0–1,5 м, и погребение почв на глубинах 5–6 и 8–9 м маловероятно.

Погребенные почвы имеют обычно достаточно ясно выраженную верхнюю границу. Ее имеют и лихвинские (ранее датировались как одинцовские) погребенные почвы, обнаруженные вблизи Теллермановского леса [1]. Глубокие слои гумусированных суглинков ТОЛ явной верхней границей не обладают. Все переходы по интенсивности окраски очень плавные и занимают 0,2–0,5 м по глубине.

Гумусированные горизонты насыщены тонкими корнями деревьев. При запасе корней тоньше 1 мм на глубине более 5,5 м около 50 г/м^2 (0,5 т/га) [1, 2] и продолжительности их жизни 2–3 года [6] в глубокие горизонты поступает 250–167 кг/га в год корневого опада (0,2 т/га в год органических веществ, или 0,1 тС/га в год). Большая часть органических веществ, привносимых корневым опадом, окисляется и вымывается в грунтовые воды. (из почвенного профиля грунтовые воды выносят 40 кгС/га в год [1, 2]). Если 5–10 % корневого опада-отпада фиксируется в суглинках, этого (10–20 кг/га в год) достаточно для образования современных «подпочвенных» запасов гумуса в течение 10^4 лет голоцена, не говоря о примерно 130×10^4 лет, протекших за время последнепровского почвообразования, предполагаемое нами (за вычетом перерывов во время гляциальных похолоданий) [2].

После уничтожения лесной растительности концентрация гумуса в глубоких

гумусированных слоях (исследован слой на глубине 5–6 м в 25–30 м от стены леса) среди выделов, поддерживаемых без леса 60 лет (питомник, огород), упала на 20–40 %. Этого и следовало ожидать, поскольку гумус глубоких горизонтов пополняется в основном корневым опадом древесных растений.

На исконно степных участках водораздела рек Хопра и Карачана под агроценозами темноокрашенный гумусированный горизонт на глубине 5–6 м нами не был обнаружен. На 6,75 м под ними лежат грунтовые воды [1].

Таким образом, темноокрашенные горизонты почвенного профиля на глубинах 5–6 и 8–9 м под автоморфными нагорными дубравами в лесостепи происхождением обязаны корневному опадению глубоких ярусов корневых систем древесных растений. В нагорной дубраве (150–160 м над уровнем моря) поглощающие корни деревьев дуба, расположенные глубже 5 м, составляют 10–15 % общей массы тонких (диаметром менее 1 мм) древесных корней по профилю 0–10 м [2].

Два «подпочвенных» корненасыщенных горизонта корреспондируют с особенностями миграции почвенной влаги от поверхности к грунтовым водам. Первый связан с зоной концентрации влаги на полпути через 1,5 года; второй – с капиллярной каймой грунтовых вод, достигаемой вертикальным стоком через 2,5 года.

По данным прошлых исследований, в Теллермановском и в других лесостепных массивах широколиственных лесов запас углерода гумуса в 0–1 м почвы дубрав снытьево-осокового ряда в ТОЛ колеблется от 150 до 180 тС/га (гумус – 300–360 т/га). Запасы углерода в гумусе почв заповедника «Лес на Ворскле» (Белгородская область) и лесного массива «Алексеевка» (Воронежская область) в снытьево-осоковых дубравах на темно-серых суглинках и глинах – 120–170 тС/га (наш расчет по [8]).

Темно-серые лесные почвы в лесостепи, по данным обобщающей сводки Д.С. Орлова, в слое 0–1 м содержат 172–180 тС/га. Наши определения запаса углерода гумуса в 0–1 м оказались значительно меньше (94–101 тС/га).

Отчасти расхождения могут быть обусловлены артефактами: разной тщательностью отбора из образцов не полностью гумусированных остатков, входящих в состав органического вещества почвы, изменениями в методах анализа содержания гумуса в образцах почвы.

Некоторое сокращение связано, как мы полагаем, с окислением малоустойчивых фракций гумуса, учитываемых при анализе гумусового состояния почв. Содержание гумуса было определено нами через 0,5 года после получения образцов почвы, их воздушной сушки, измельчения и двукратного отбора корневых остатков. За это время наименее устойчивые гумусовые вещества частично окислились.

В то же время нельзя исключать и современное текущее обеднение автоморфных лесных почв, вызванное интенсивной эмиссией почвенного углерода. Так, по расчетам А.Г. Молчанова, в нагорных дубравах ТОЛ $NEP = -3 \div -4$ тС/га в год, т.е. за 30 лет потери углерода составят 90–120 тС/га. Опыт Д.А. Соколова по удалению травяного покрова и подстилки показал, что запасы углерода в слое 0,0–0,4 м на 3,3 года (1949–1952 гг.) сократились на ≥ 10 тС/га [5].

Углерод, содержащийся в $CaCO_3$, хотя и числится как минеральный, имеет такое же биогенное происхождение, как углерод гумуса. По существу, это перехваченное и связанное Са дыхание подземных частей растений и почвенных организмов. Исследования В.Б. Мацкевич показали постоянное присутствие и высокую концентрацию CO_2 по всему профилю суглинков на лесостепных водоразделах.

На степных водоразделах в южной лесостепи А.А. Дубянский отмечал вскипание суглинков до глубины 7 м. Этой глубиной, вероятно, ограничен уровень грунтовых вод под степью. На лесных водоразделах, как показали наши керны, горизонт вскипания и белоглазка, так же как и уровень грунтовых вод под лесом, опускаются вплоть до 11 м. Запасы С($CaCO_3$) в 0–4 м толще темно-серых лесных почв (460–700) соответствуют запасам, характерным для типичного (460 тС/га) и обыкновенного (690 тС/га) черноземов.

В то же время за счет большей мощности слоя, аккумулирующего $C(CaCO_3)$, емкость хранилищ C в автоморфных лесных биогеоценозах в 1,5–1,6 раз больше, чем в степных.

Послеледниковое (в лесостепи – последнепровское) накопление гумуса в лесных ландшафтах имеет ряд характерных особенностей.

В нагорных лесных экосистемах опад и обновление глубоких корней древесных растений, прежде всего дуба черешчатого, заселявшего этот регион во все фазы плейстоценовых последнепровских интергляциальных потеплений, привело к образованию дополнительных гумусированных горизонтов на глубинах 5–6 и 8–9 м.

Запасы углерода в гумусе темно-серых лесных почв и материнских суглинков лесостепи в два раза больше учитываемых обычно в 0–1 м почвенного профиля. При этом «глубокий» гумус активно обновляется за счет корневого опада и отпада древесных растений вплоть до глубины 10–12 м.

Сопоставление современных запасов углерода гумуса с оценками 30–50-летней давности позволяет говорить о возможном заметном сокращении запасов углерода под автоморфными лесами южной лесостепи. В последние 50 лет темпы сокращения могут достигать 3 тС/га в год.

Пул биогеоценотического углерода включает запасы $C(CaCO_3)$. Основной источник их пополнения – углекислота, образуемая при дыхании корневых систем растений, стекающая вниз к грунтовым водам. Запасы $C(CaCO_3)$, как и отложения гумуса, находятся в состоянии динамического равновесия.

Лесная почва на водораздельных суглинках лесостепной зоны как единое биокосное тело, вовлеченное в углеродный цикл, простирается на порядок глубже, чем это принято представлять. Совокупный запас углерода в гумусе и известняках лесных почв лесостепи почти в 9 раз больше учитываемого обычно при анализе параметров углеродного цикла.

Следует полагать, что высокая интенсивность углеродного цикла, превосходящая

известные оценки, свойственна всем лесным биогеоценозам всех лесорастительных зон в соответствии с величинами их хлорофильных индексов. Просто уникальность условий существования нагорных лесов в лесостепи заставляет определять многие параметры углеродного цикла, в том числе глубоких слоев педосферы, ускользящие от измерения в бореальных лесах.

Библиографический список

1. Экосистемы Теллермановского леса: под ред. Осипова В.В. – М.: Наука, 2004. – 300 с.
2. Романовский, М.Г. Грунтовые воды Теллермановского леса / М.Г. Романовский, В.В. Мамаев // Лесоведение. – 2002. – № 5. – С. 4–9.
3. Молчанов, А.Г. Углекислотный баланс лесных биогеоценозов в зависимости от экологических факторов / Молчанов А.Г. // Идеи биогеоценологии в лесоведении и лесоразведении. – М.: Наука, 2006. – С. 380–395.
4. Дубравы лесостепи в биогеоценологическом освещении: под ред. Молчанова А.А. – М.: Наука, 1975. – 374 с.
5. Соколов, Д.Ф. К вопросу о химической природе органических веществ почв под дубовыми лесами / Д.Ф. Соколов // Тр. Ин-та леса. – 1953. – Т. 12. – С. 209–224.
6. Орлов, Д.С. Органическое вещество почв Российской Федерации / Д.С. Орлов, О.Н. Бирюкова, Н.И. Суханова. – М.: Наука, 1996. – 256 с.
7. Васильева, И.Н. Материалы к характеристике физических свойств почв Теллермановского опытного лесничества / И.Н. Васильева // Тр. Ин-та леса АН СССР. – 1954. – Т. 15. – С. 195–328.
8. 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.
9. Ковда, И.В. Карбонатные новообразования в почвах: старые и новые проблемы изучения / И.В. Ковда // Почвы, биогеохимические циклы и биосфера. – М.: Т-во научных изданий КМК, 2004. – С. 115–136.
10. Гаель, А.Г. Пески и песчаные почвы / А.Г. Гаель, Л.Ф. Смирнова. – М.: ГЕОС, 1999. – 252 с.
11. Демкин, В.А. Закономерности вековой динамики карбонатов в степных почвах в связи с изменениями природной среды за историческое время / В.А. Демкин, А.В. Борисов // Эмиссия и сток парниковых газов на территории северной Евразии. Тез. док. II Междунар. конф. Пущино: Мин. Пром. науки и технологий РФ, 2003. – С. 41–42.

ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКИ РЕКОНСТРУИРОВАННАЯ ДИНАМИКА РАНГОВ ПО ПРОДУКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВУ ДРЕВЕСИНЫ У РАЗНЫХ ПРОВИНЦИЕНЦИЙ ЕЛИ В ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КУЛЬТУРАХ

Д.Е. РУМЯНЦЕВ, доц. каф. ботаники и физиологии растений МГУЛ, канд. биол. наук,
П.Г. МЕЛЬНИК, доц. каф. лесоводства и подсочки леса МГУЛ, канд. с.-х. наук,
О.В. СТЕПАНОВА, асп. каф. лесоводства и подсочки леса МГУЛ

Ель европейская занимает обширный ареал, имеющий значительные отличия по экологическим условиям в разных частях. И в соответствии с этими отличиями под действием естественного отбора возникли специализированные географические расы ели в крайних точках ареала (западная – восточная), настолько сильно отличающиеся, что этим различиям придан видовой статус (ель европейская – ель сибирская). Выращивание семенного потомства разных географически возникших форм в однородных экологических условиях какого-либо района позволяет вести среди них отбор генотипов, пригодных для формирования в данном районе высокопродуктивных древостоев с заданными качественными характеристиками древесины. Для проведения такого рода испытаний существенное значение имеет вопрос о корректных формах ранней диагностики особен-

ностей будущего роста форм ели. В данной статье обсуждается возможность подобного рода диагностики на основе анализа рангов по ширине годичного кольца и рангов по доле поздней древесины в годичном кольце, ретроспективно восстановленных на основе дендрохронологической информации.

Объектом исследований являлись географические культуры ели, заложенные А.М. Пальцевым в 1967 г. в Солнечногорском опытном лесхозе Московской области. Достоинства данного объекта – это достаточно широкий спектр представленных провинциенций и относительно длительный возраст испытаний. Предыдущее исследование, в котором сопоставлялись таксационные показатели данных географических культур в возрасте 18 и 37 лет, показало, что ранги по продуктивности у части провинциенций сильно менялись за этот период [1].

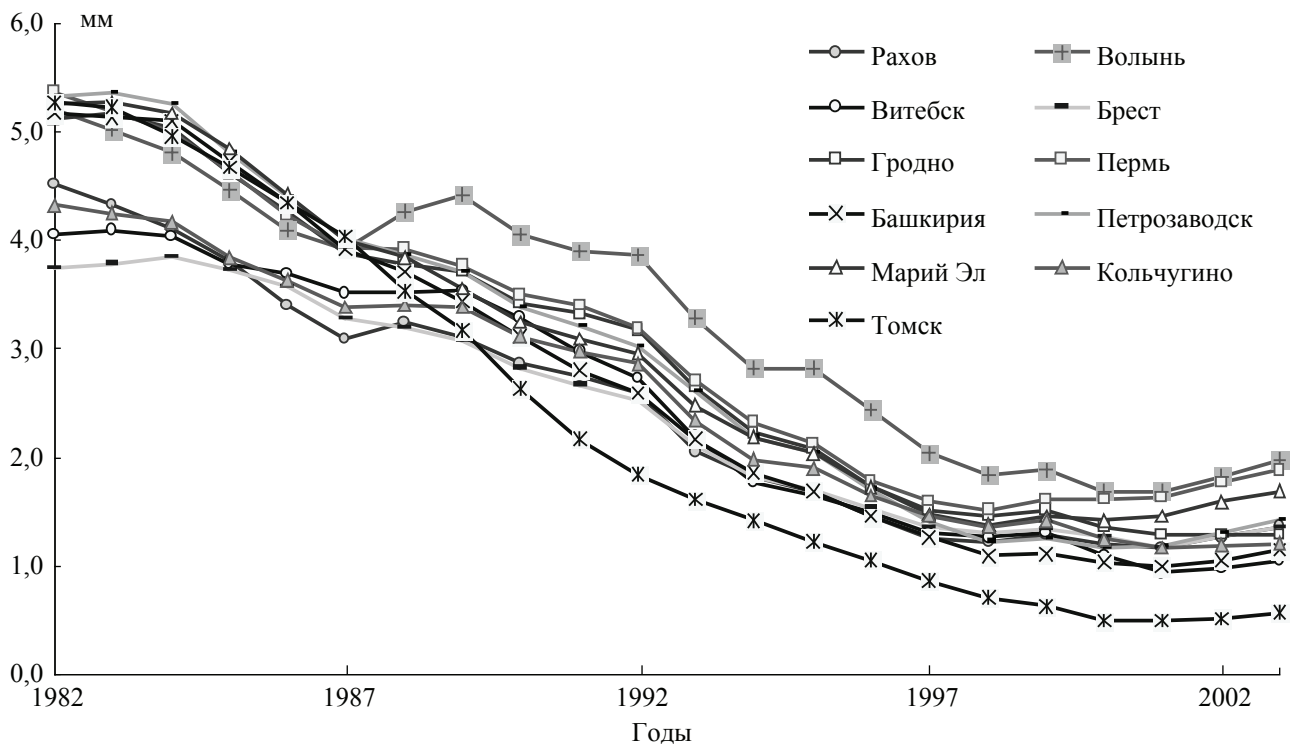


Рис. 1. Динамика среднего радиального прироста за пять лет у разных провинциенций ели

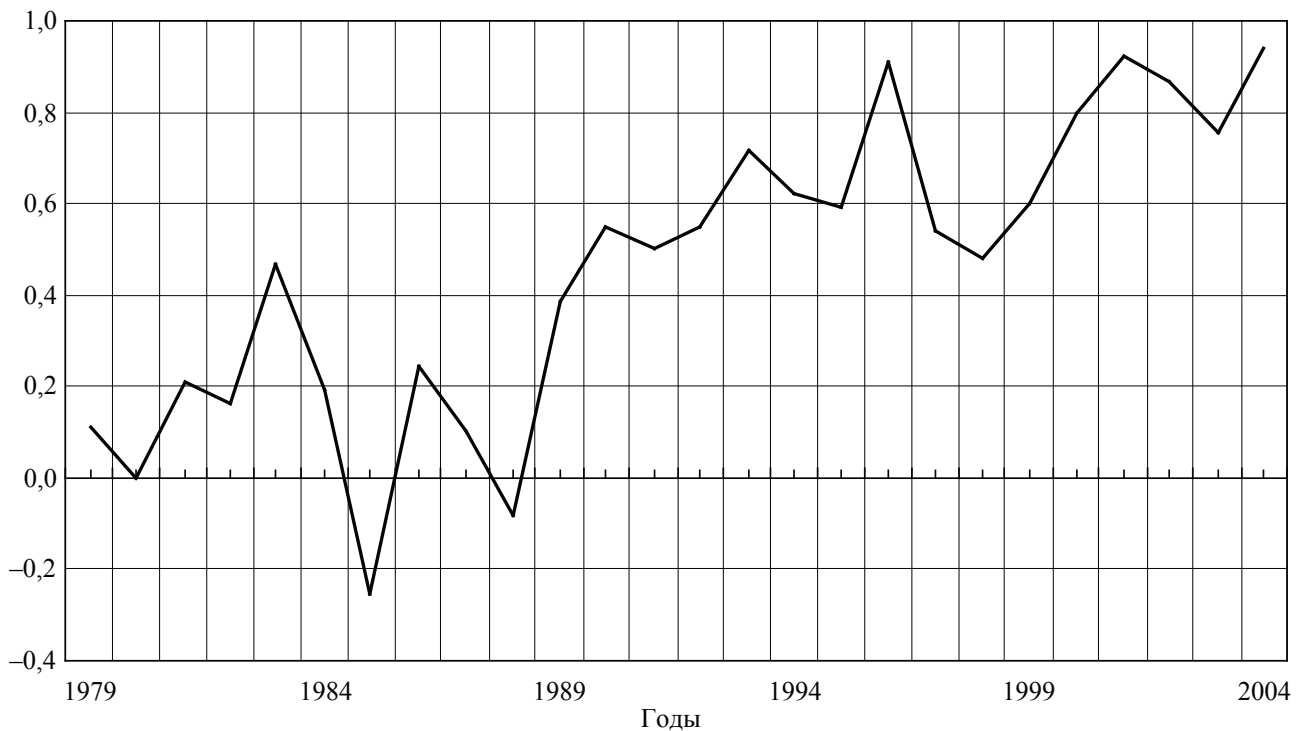


Рис. 2. Динамика рангового коэффициента корреляции для ширины годичного кольца в выборке, представленной разными провинециями ели

В мае 2006 г. на данном объекте производился отбор образцов древесины с помощью бурава Пресслера на высоте груди (1,3 м) с западной стороны ствола. Учетные деревья подбирались среди I-III класса роста по Крафту. Ширина годичных колец была промерена с помощью МБС-10 с точностью до 0,05 мм. Обработка рядов радиального прироста проводилась с помощью табличного процессора *Microsoft Excel*, где, в частности с помощью встроенной функции РАНГ, определялись ранги по ширине годичного кольца для каждой провинеции в каждом году [2]. Для контроля за правильностью измерений использовалась перекрестная датировка в программе *GROWLINE* [3]. Для оценки сходства по ранговой структуре между разными годами был использован коэффициент ранговой корреляции Спирмена [4].

При каноническом корреляционном анализе было установлено, что все хронологии имеют близкий характер в изменчивости радиального прироста – коэффициент корреляции между неиндексированными хронологиями по ширине годичного кольца между разными провинециями колеблется от 0,90 («Марийская» – «Волынская») до 0,99 («Ма-

рийская» – «Башкирская»). С возрастом ширина годичного кольца у деревьев ели закономерно снижается, при этом она колеблется от года к году под действием погодных условий. Осреднение ширины годичного кольца по периодам дает возможность избавиться от климатической компоненты в его варьировании и сравнивать долговременные тенденции в изменении ширины годичного кольца у разных провинеций. Изменчивость средней ширины годичного кольца за пятилетие у разных провинеций ели отражает рис. 1.

Из него четко видно, что минимальную продуктивность демонстрирует провинеция из Томской области, наивысшую – из Волынской области (Западная Украина). Местная провинеция (Кольчугино, Владимирской области, около 200 км восточнее г. Солнечногорска) по средней ширине годичного кольца в целом занимает промежуточное положение между всеми включенными в анализ.

Следует отметить, что на начальных этапах роста, приблизительно до 1987 г. (23-летний возраст), соотношение провинеций по средней ширине годичного кольца иное, чем в последние десятилетия.

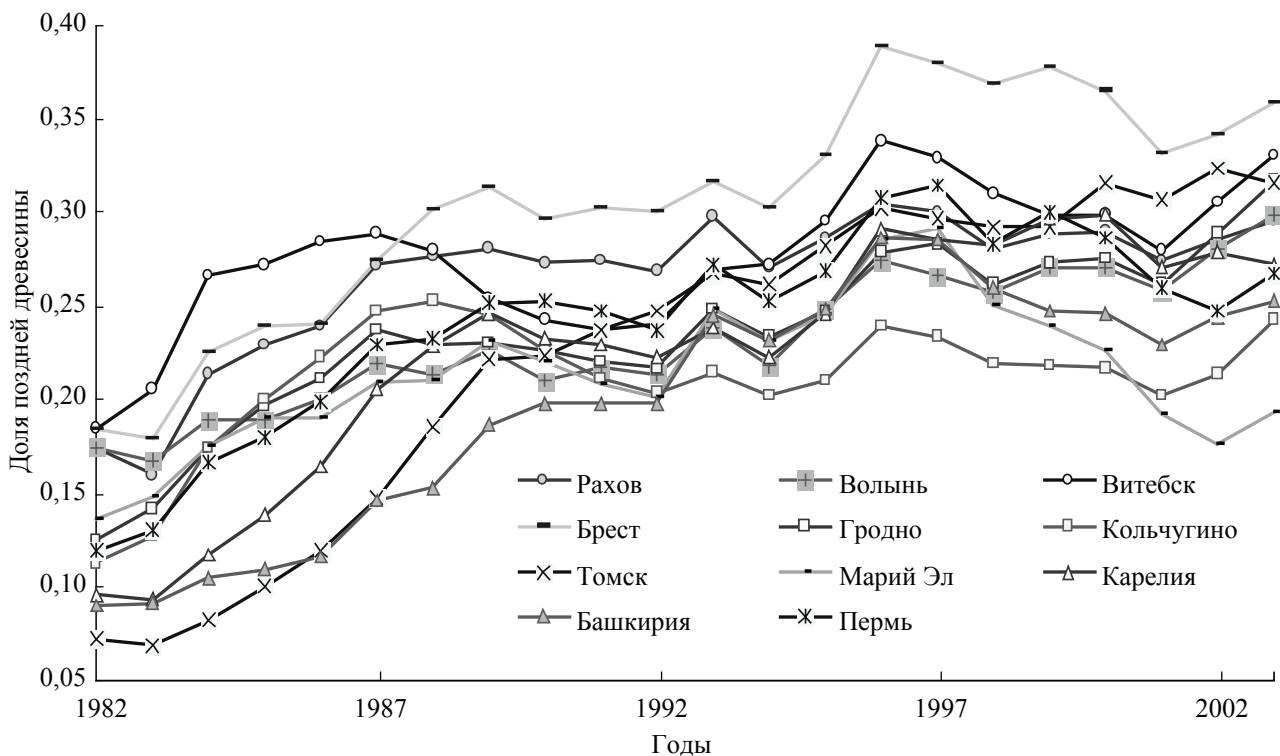


Рис. 3. Динамика доли поздней древесины в годичном кольце для разных провинциальных ели

Наиболее показательным то, что максимально отличающиеся между собой в настоящее время провинциальные («Томская» – «Волянская») на начальных этапах роста по средней ширине годичного кольца были очень близки.

Для характеристики ранговой структуры выборки в каждом году был рассчитан коэффициент ранговой корреляции между ранговыми структурами в 2005 г. и во все остальные годы. Его динамику отражает рис. 2.

Видно, чем далее отодвигаемся от года отбора зерна, тем менее ранговая структура выборки соответствует ранговой структуре 2005 г.

Согласно классификации, предложенной в работе А.И. Писаренко, Г.И. Редько и М.Д. Мерзленко [5], принято различать ряд фаз развития культур: приживания, индивидуального роста, смыкания, чащи, жердняка и другие. Экологические условия на разных фазах развития древостоя различны. Так, в фазе индивидуального роста имеет место преимущественно межвидовая конкуренция, а в фазе жердняка – внутривидовая. Степень внутривидовой конкуренции на разных фазах развития древостоя также отличается.

Мы полагаем, что ранг продуктивности того или иного генотипа может зависеть от фазы, на которой в данный момент находится древостой.

Данное наблюдение хорошо согласуется с представлениями о конкуренции, господствующими в современной эволюционной теории, и укладывается в рамки концепции «эффекта Монтгомери» [6]. Суть его в том, что один и тот же генотип часто ведет себя по-разному в смысле конкурентоспособности в чистом и смешанном сомкнутом насаждении.

Генотип особи, успешно конкурирующей с другими особями того же генотипа, не обязательно выйдет победителем из конкуренции в полиморфной смеси генотипов. И наоборот, конкурент, относительно слабый в чистом сомкнутом насаждении, может превратиться в доминирующего члена смешанного насаждения.

Как известно, механические свойства древесины тесно зависят от доли поздней древесины в годичном кольце [7–9] и на основе такого индикатора, как доля поздней древесины в годичном кольце, возможно уверенно вести их диагностику.

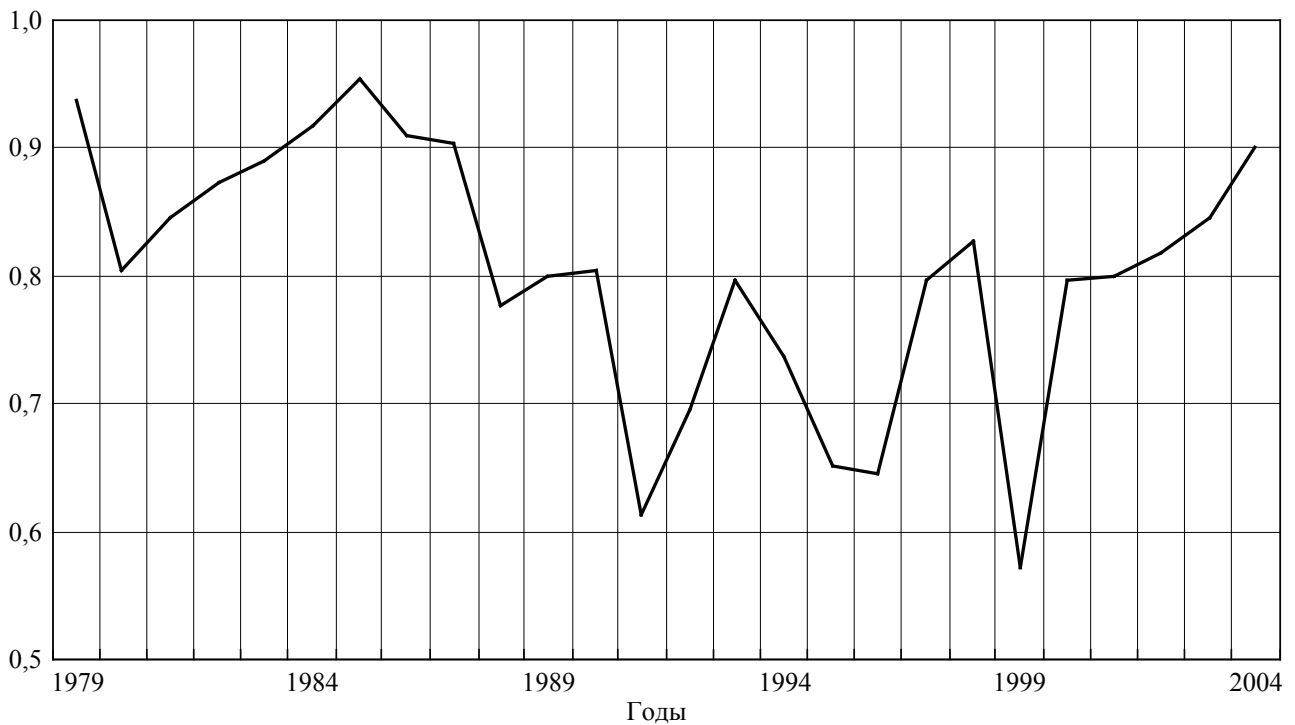


Рис. 4. Динамика рангового коэффициента корреляции для доли поздней древесины в годичном кольце в выборке, представленной разными провинциями ели

Сопоставление изменений средней за пять лет доли древесины в годичном кольце для разных провинций ели показывает, что в целом наибольшую среднюю долю древесины в годичном кольце демонстрирует брестский образец; местный, кольчугинский образец дает в последние годы годичные кольца в целом с наиболее низкой долей поздней древесины (рис. 3).

Динамику коэффициента ранговой корреляции средней доли поздней древесины в годичном кольце за пять лет отражает рис. 4. Видно, что ранговая структура выборки по данному показателю практически не меняется за весь рассматриваемый период (возраст 15–40 лет).

Если вновь обратиться к рис. 3, то можно отметить закономерное увеличение доли поздней древесины в годичном кольце с возрастом. Для оценки степени влияния фактора возраста и фактора географического происхождения образца на долю поздней древесины в годичном кольце был проведен двухфакторный дисперсионный анализ. Его результаты показали, что при уровне доверительной вероятности 0,001 на данный признак достоверно влияют оба фактора. При

этом фактор возраста обуславливает 67 % выборочной вариации. Следовательно, варьирование доли поздней древесины с возрастом гораздо значимее ее варьирования между разными образцами.

Таким образом, на основе результатов исследований в качестве основного следует сделать заключение, что ранняя диагностика ранга по доле поздней древесины и сопоставление на основе этого индикатора механических свойств у разных провинций может осуществляться уже в возрасте 15 лет.

Что касается ранга по величине радиального прироста, то он может сильно меняться с возрастом, поэтому, чем старше возраст географических культур, чем более он приближен к возрасту рубки главного пользования, тем точнее будут результаты диагностики. На основании результатов исследования важно отметить, что с учетом сильной зависимости доли поздней древесины от возраста вопрос об экономической целесообразности создания плантаций из отдельных провинций ели (с генотипически детерминированной повышенной долей поздней древесины) может решаться неоднозначно.

Библиографический список

1. Степанова, О.В. Продуктивность экотипов ели в географических культурах Сенежского лесничества Солнечногорского опытного лесхоза / О.В. Степанова, П.Г. Мельник, Н.А. Арабаджи // Мат. VI Междунар. конф. молод. уч. «Леса Евразии – Венгерский лес». – М.: МГУЛ, 2006. – С. 99–101.
2. Макарова, Н.В. Статистика в EXCEL / Н.В. Макарова, В.Я. Трофимец. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 365 с.
3. Липаткин, В.А. Перекрестная датировка дендрохронологических рядов с помощью ПЭВМ / В.А. Липаткин, С.Ю. Мазитов // Экология, мониторинг и рациональное природопользование: сб. науч. тр. – Вып. 288 (1). – М.: МГУЛ, 1997. – С. 103–110.
4. Лакин, Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин. – М.: Высшая школа, 1973. – 343 с.
5. Писаренко, А.И. Искусственные леса. Ч. 2. / А.И. Писаренко, Г.И. Редько, М.Д. Мерзленко. – М.: ВНИИЦЛЕСРЕСУРС, 1992. – 238 с.
6. Грант, В. Эволюционный процесс / В. Грант. – М.: Мир, 1991. – 488 с.
7. Мелехов, И.С. Лесоведение / И.С. Мелехов. – М.: МГУЛ, 2002. – 258 с.
8. Уголев, Б.Н. Древесиноведение и лесное товароведение / Б.Н. Уголев. – М.: Академия, 2004. – 272 с.
9. Olesen P.O. The interrelation between basic density and ring width of Norway spruce. // Det Forstlige Forsøgsvæsen I Danmark. Dind XXXIV, 1976. P. 341–359.

ПЛАНТАЦИОННЫЕ КУЛЬТУРЫ БЕРЕЗЫ, СОЗДАННЫЕ РЕГЕНЕРАНТАМИ *IN VITRO* В УЧЕБНО-ОПЫТНОМ ЛЕСХОЗЕ ВГЛТА

А.И. СИВОЛАПОВ, *проф. ВГЛТА, д-р биол. наук,*
Т.М. ТАБАЦКАЯ, *доц. НИИЛГиС, канд. биол. наук,*
В.А. СИВОЛАПОВ, *ВГЛТА, канд. биол. наук*

В настоящее время наряду с традиционными приемами для воспроизводства ценных форм и сортов лесных древесных растений используют метод культуры изолированных органов и тканей (клональное микроразмножение растений). К преимуществам этого метода относятся: быстрота, исключение вирусных заболеваний, потребность в малом количестве инициальных эксплантов и ограниченных площадей, возможность круглогодичного продуцирования посадочного материала, продолжительная его сохранность при минимальных объемах холодильных камер, продуцирование многих тысяч экземпляров посадочного материала в год [4].

Массовое воспроизводство генетически улучшенных форм древесных растений с помощью культуры тканей способствует повышению качественного состава лесонасаждений за счет получения клоновых растений, устойчивых к болезням и вредителям, стрессовым и техногенным факторам [7], ускоряет воспроизводство лесных ресурсов (позволяет получать генетически улучшенный материал на 10–16 лет раньше, чем при обычных условиях) [8].

Положительные результаты по клональному микроразмножению взрослых де-

ревьев получены для некоторых видов тополя, осины, березы, вяза, туи, эвкалипта, ивы и др. пород, у которых хорошо выражена регенерационная способность. У этих пород в культуре *in vitro* удалось увеличить коэффициент микроразмножения до 10^5 – 10^7 растений в год, что в несколько тысяч раз больше, чем при использовании традиционных методов вегетативного размножения. Использование метода культуры тканей позволяет с достаточной эффективностью проводить микроклональное размножение березы [1, 3, 5, 6].

В последние годы особую значимость приобретают плантационные культуры березы с коротким периодом ротации на получение мелкотоварной древесины для целей прессования в связи с высокой эффективностью ее использования.

Для микроклонального размножения использованы: мелкоромбовидно-трещиноватая форма березы повислой воронежского происхождения, продольно-трещиноватая форма березы повислой киевского происхождения и высокоствольная форма березы карельской [2].

Получение асептических и жизнеспособных культур наиболее трудно из-за сильной инфекции почек, изолированных с

взрослых деревьев. Одним из важных условий успешной стерилизации являются сроки изоляции почек (март, апрель). Материал, собранный в июне-июле, отличался большой инфицированностью. Было использовано 10 способов стерилизации, из которых только при одном – (96 % спирта – 1 минута, затем 0,025–0,30 % раствора мертиолята – 20 мин) удалось получить порядка 6 % асептических культур, что составило 2–3 почки на 50 эксплантированных.

Исследования показали, что для микрклонального размножения березы достаточно эффективным было сочетание следующих способов: активация развития основного (первичного) побега из пазушной почки или индукция дополнительных адвентивных почек с последующим их черенкованием, а также мультипликации вновь образовавшихся на этих черенках пазушных побегов и целых растений.

Использование данного способа позволило существенно увеличить выход растений регенерантов березы из ограниченного количества исходных эксплантов.

Выявлены факторы, способствующие увеличению количества индуцированных побегов от одного экспланта березы и их эффективному росту, что в дальнейшем определило многочисленность клона и его жизнеспособность.

Из трех испытанных питательных сред (различающихся соляным и гормональным составом) лучшей средой для первичного культивирования эксплантов березы воронежского происхождения и березы карельской была среда Буле с БАП 0,5 мг/л и ИУК 0,5 мг/л; для березы киевского происхождения – 1/2 питательной среды Мурасиге и Скуга с БАП (0,5–1 мг/л). Большинство культур положительно реагировало на добавление в среду цитокинина 6-БАП. Характер и частота морфогенных проявлений была неодинакова у разных форм. Например, у березы карельской отмечено утолщение самого экспланта, формирование одного побега из верхушечной меристемы, для березы воронежского происхождения морфогенез реализуется в разрастании каллуса на базальном конце экспланта, где в течение 30 дней образуются новые меристе-

матические зоны и закладываются почки, которые вытягиваются и образуют побеги. Для березы карельской и березы киевского происхождения отмечены аномальные проявления этого процесса – ранний апикальный некроз.

Такое проявление генотипических особенностей исходных эксплантов связано, по-видимому, с неодинаковым содержанием в них эндогенных гормонов, что не отрицает возможности создания индивидуальных условий культивирования, в частности уровня экзогенных гормонов, для «трудных» форм.

В случае успешного развития экспланта морфогенез проявляется в образовании одного основного или нескольких адвентивных побегов на культуру. В морфологических проявлениях, как правило, эти побеги были прямыми с развернутыми листовыми пластинками и нормально развитыми междоузлиями.

Побеги, достигшие 2–3 см, изолировали и помещали на свежие питательные среды, которые можно разделить на две группы по типу желаемого развития:

I – для роста и изолирования побегов (безгормональные среды: 1/2 МС, 1/3 МС, Буле);

II – для закладки новых почек (1/2 МС, Буле с ИУК 0,5 мг/л и БАП 0,5 мг/л).

В течение 1,0–1,5 месяца культивирования изолированных побегов на средах первой группы наблюдался их хороший рост с одновременным спонтанным укоренением.

В целом частота укоренения побегов разных форм березы была достаточно высокая, от 88 до 100 % (табл. 1). Выявлены различия у регенерантов по высоте побегов и длине корней. Побеги двух форм (карельской, киевский экотип) отличались слабыми ростовыми показателями. Так, если побеги формы березы воронежского происхождения за 1 месяц достигли 5 см, то высоты вышеуказанных форм за это же время культивирования не превышали (1,0–1,5 см). Для достижения максимальной для них высоты (2,0–2,8 см) сроки культивирования приходилось увеличивать в 2 раза.

Микрклональное размножение с помощью индуцированного морфогенеза достигалось культивированием эксплантов первоначально на среде с высоким содержанием

БАП (1–5 мг/л), что необходимо для снятия апикального феминирования основного пазушного побега, с последующей пересадкой их на свежие среды без гормонов. Отмечалось массовое образование почек, побегов уже через 3–4 недели культивирования (от 5 до 20 шт. на культуру). Образованные побеги изолировали, доращивали и при необходимости черенковали. Оставшиеся культуры вновь подвергали действию морфоиндуктора. В результате сравнения двух способов микроклонального размножения мы пришли к выводу, что пролиферация непосредственно из ткани экспланта первичного основного пазушного побега на безгормональной среде или с низким содержанием гормонов с последующим его микрочеренкованием предпочтительнее способа индуцированного морфогенеза. В первом случае полнее обеспечивается генетическая однородность размноженных растений. Однако большая инфицированность почек взрослых деревьев и трудности получения асептических культур, а также ограниченность в сроках изоляции почек требуют сочетания этих двух способов, так как одно из достоинств второго способа – высокая морфогенная активность культур.

В результате проведенных исследований часть пробирочных культур была высажена в почвенный субстрат (торф: почва: перлит в равных частях) в полиэтиленовые стаканчики. Данный этап (этап адаптации) микроразмножения наиболее ответственный и требует определенных строго контролируемых условий (интенсивность и продолжительность освещения, температура, влажность). Более того, для «трудных» форм требуются дополнительные исследования при различных режимах.

В опытах по переводу пробирочных растений в почвенный субстрат использовали растения с хорошо развитой корневой системой, нормальной, развернутой листовой пластинкой средней высотой не менее 3–6 см.

Проведение адаптации полученных регенерантов в очень ограниченных условиях (низкие температуры, пониженная влажность, малая интенсивность и длительность освещения) не способствовало успешному завершению этого процесса и значительно снизило его результативность (сохранность регенерантов в пластиковых стаканчиках была 33,3 %). После 1–2-месячного доращивания в минитеплицах растения, адаптированные к окружающей среде, пересаживали в теплицу с пленочным покрытием.

В результате оценки жизнеспособности растений березы, высаженных в пленочные теплицы, установлено, что в теплице сохранность регенерантов составила 80,5 %.

После доращивания и адаптации в теплице саженцы-регенеранты использовали для закладки плантационных культур. Весной 1996 г. в квартале 26 Конь-Колодезного лесничества заложены испытательные культуры регенерантами березы повислой воронежского и киевского происхождения, а также березы карельской. Культуры созданы редкой посадкой (3 × 6 м) по раскорчеванной вырубке в лесорастительных условиях С₂–С₃. Почвы – серые лесные супесчаные. Для посадки использовали регенеранты березы и в качестве контроля сеянцы березы повислой. Приживаемость регенерантов и сеянцев составила 100 %. Учет сохранности к концу года показал 100 % сохранности регенерантов и сеянцев.

Т а б л и ц а 1

Эффективность укоренения первичных побегов в культуре *in vitro*

Изучаемые признаки	Формы березы			
	Воронежская	Киевская	Карельская	Карельская 2
Общее количество побегов, шт.	16	8	9	11
Количество укоренных побегов, %	100,0	100,0	88,2	99,9
Средняя высота растений, см	5,1	2,3	2,0	4,9
Средняя сумма длин корней, см	2,8	1,66	1,16	3,4
Сохранность, %	97,5	37,5	22,2	99,9

Примечание: у березы карельской представлены два биотипа высокоствольной формы

Т а б л и ц а 2

Средние размеры деревьев в возрасте 8 лет, см

Вид	Высота		Диаметр	
	M	m_M	M	m_M
Береза повислая	822	3,7	7,6	0,56
Береза карельская	463	3,1	5,2	0,47

Примечание: M – среднее значение; m_M – ошибка среднего

Инвентаризация первого года выращивания регенерантов на открытой площади показала, что все растения имели округлую форму кроны, а в конце второго года габитус не отличался от сеянцев, то есть ствол не ветвился, имел нормальный прирост в высоту. Средние размеры деревьев в 8 лет приведены в табл. 2. За растениями ведутся ежегодные наблюдения.

Учет состояния (жизнеспособности) показал, что все растения – регенеранты и сеянцы – хорошего состояния.

Таким образом, опыт создания культур березы регенерантами, полученными *in vitro* в Центрально-Черноземном районе, показывает возможность размножения и создания плантационных культур березы.

Библиографический список

1. Бутова, Г.М. Способ микроклонального размножения карельской березы / Г.М. Бутова, Т.М. Табацкая, Л.Л. Скробова // Авт. св. № 1597386. – СССР, МКИ. – Бюл. № 37, 07.10.90..
2. Попов, В.К. Регенеранты березы и тополя, полученные *in vitro* в плантационных культурах под Воронежем / В.К. Попов, Т.М. Табацкая, А.И. Сиволапов // Биотехнология: тез. докл. конф. – СПб., 1999. – С. 36–37.
3. Старова, Н.В. Культура изолированных почек и микроразмножение лесных древесных растений / Н.В. Старова, Р.К. Бомбурина, З.Х. Хайрулина // Лесная генетика, селекция и физиология древесных растений. – М., 1989. – С. 165–167.
4. Biondi S. Practical applications of *in vitro* propagation: present situation and future prospects // G. Bot. ital. 1986. 120. № 1. P. 29–42.
5. Chalupa V. Micropropagation of mature trees of Birch (*Betula pendula*) and aspen (*Populus tremula*) // Lesnictvi. 1989. 3. № 11. P. 983–993.
6. Ruudnen L. Ruynanen M. Propagation of adult curlybirch succeeds with tissue culture // Silvae fenn. 1986. 20. № 2. P. 139–147.
7. Rutledge G. B. Douglas G.C. Culture of meristeme tips and microsporangiation of 12 commercial clones of poplars *in vitro* // Physiol. plant. 1988. № 2. P. 367–373.
8. H. Sadiq, C. William. Tissue culture in forestry: economic and genetic potential. // Forest. Chron. 1986. № 4. P. 219–225.

ВНУТРИОРГАНИЗМЕННАЯ И ВНУТРИПОПУЛЯЦИОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ *PINUS SYLVESTRIS* L. В СЕВЕРНОЙ ТАЙГЕ СЕВЕРО-ДВИНСКОГО БАССЕЙНА ПРИ АТМОСФЕРНОМ ЗАГРЯЗНЕНИИ

С.Н. ТАРХАНОВ, зав. лабораторией экологической биологии Института экологических проблем Севера УрО РАН, канд. с.-х. наук,

Р.В. ЩЕКАЛЕВ, науч. сотр. отдела экологии широколиственных лесов Института лесоведения РАН, канд. биол. наук

Фенотипический анализ внутривидовой изменчивости является важным для познания процессов дифференциации и микроэволюции видов, в частности хвойных. В качестве этапов фенотипического исследования рассматривается последовательный анализ разных иерархических форм внутривидовой изменчивости [1, 2]:

– эндогенной (различия между метамерными органами в пределах организма);

– индивидуальной (между особями в пределах внутривидовых групп);

– экологической (между группами особей из разных в экологическом отношении местообитаний);

– географической (между совокупностями особей в меридиональном или широтном ряду).

Отмечается повышение внутривидовой изменчивости в меридиональном или широтном ряду.

ных сообществ, подвергающихся стрессовым воздействиям [3, 4]. При сравнении морфоструктуры насаждений анализ популяционной структуры может базироваться на гипотезе об адаптационных сдвигах в сопряженной изменчивости морфологических и анатомических признаков деревьев в стрессовых местообитаниях [5]. Такие изменения, по мнению Л.А. Животовского, могут наблюдаться уже в пределах одного поколения, а соотношение признаков может устойчиво сохраняться, оставаясь неизменным свойством особи [4, 6–8].

В настоящее время большая часть систематиков применяет для характеристики пределов колебания признаков способ лимитов, а для оценки размаха изменчивости – коэффициент вариации [1]. Преимущество этого (относительного) статистического показателя заключается в возможностях его применения для сравнения признаков различных категорий (например, структурных – формы, размеров или количества органов тканей, с функциональными – физиолого-биохимическими процессами и качественными – содержанием различных элементов и веществ в тканях растений). По мнению С.А. Мамаева, морфологическими признаками правильнее считать те структурные особенности, которые характерны для окончательно сформировавшегося органа. В период же роста многие размерные показатели следует отнести к категории функциональных признаков. В той же работе высказано мнение, что амплитуда изменчивости признаков в ряде случаев связана с общей эколого-биологической характеристикой вида растений. Это можно уверенно сказать о некоторых признаках. Однако большинство признаков в своем варьировании не показывает тесной связи с видовой принадлежностью объекта. Изменчивость таких важных органов, как хвоя, шишки, семена, пыльцевые зерна и др., имеет однотипный уровень варьирования независимо от видовой принадлежности растительного организма. Отсутствие видовой специфичности и наличие специфичности признаков представляет важнейшую закономерность для ряда древесных. Ее проявление отражает однотипность некоторых близких по своему происхождению генетических конструкций.

При сравнении амплитуды индивидуальной изменчивости с эндогенной С.А. Мамаевым установлена весьма интересная закономерность: уровень индивидуальной изменчивости того или иного признака имеет обычно ту же размерность, что и уровень его эндогенной изменчивости. По относительным показателям (коэффициент изменчивости) в большинстве случаев наблюдается определенная синхронность. Такая синхронность в проявлении этих форм изменчивости не является прямой, она осложняется многими обстоятельствами, в том числе случайными. Таким образом, в популяциях хвойных амплитуда эндогенной и индивидуальной изменчивости имеет одинаковый уровень. Причиной этого является специфика генетического аппарата, определяющего характер проявления того или иного признака. Чрезвычайно важной особенностью варьирования признаков является сохранение ими средней амплитуды изменчивости в различных географических районах. Характерной чертой изменчивости признаков у видов *Pinaceae* является слабая взаимозависимость их варьирования, низкая степень коррелятивных связей, если показатели не связаны между собой ростовыми корреляциями. Это, по-видимому, подтверждает предположение о высокой степени стабилизации признаков и свойств у древесных растений. Как считает С.А. Мамаев, видам *Pinaceae* присуща одна важная особенность их дифференциации – у них нет четкого разграничения по набору вариаций в зависимости от географического района. Этот факт мало согласуется с мнением о большом различии видового генофонда в отдельных частях ареала.

Для изучения эндогенной и возрастной изменчивости признаков с каждого модельного дерева отбирали по 20 ветвей, на которых определяли морфометрические параметры охвоенных побегов в возрастной динамике (за 5–6 лет). При изучении индивидуальной изменчивости число модельных деревьев в пределах выделенных групп (форм) сосны составляло около 15 % от общего количества учтенных особей каждой пробной площади.

Внутриорганизменная (эндогенная) изменчивость представляет собой относительно слабо изученную группу явлений, свя-

занных с диапазоном нормы реакции организма. Пределы, в которых может варьировать фенотип под влиянием экзогенных факторов, различны у разных особей, даже если они относятся к одной популяции. При освоении новых ресурсов среды способность к экологической пластичности может стать решающим фактором успешной адаптации особей к изменившимся условиям. В изменчивой среде происходит не столько выживание наиболее приспособленных особей, сколько выживание особей, способных к быстрой адаптации, т.е. наиболее пластичных, обладающих широкой нормой реакции [9].

Фенотипическими маркерами служат генетически детерминированные морфологические признаки, в нашем случае дискретные качественные признаки (по окраске мужских генеративных органов). Установлено, что для форм сосны обыкновенной, выделенных по цвету микростробиллов, в сосняках сфагновой группы типов леса в северотаежной подзоне уровень изменчивости количественных признаков сравнительно ниже, чем в целом для популяции. Это положение правомерно для разной иерархии: эндогенной, индивидуальной, возрастной.

В ряду изучаемых нами количественных признаков кроны и ассимиляционного аппарата сосны обыкновенной в сосняках сфагновой группы северной тайги в зоне техногенного загрязнения (4–9 км от «высоких» источников интенсивных промышленных выбросов в атмосферу) наиболее высокую пластичность деревья проявляют в количестве ежегодно образующихся боковых почек и побегов, формирующих так называемые «мутовки» (табл. 1). Существует мнение, что формирование вегетативных почек в мутовке сосны и их жизнеспособность обусловлены, прежде всего, действием погодноклиматических факторов, в т.ч. и экстремальных, в период подготовки почек к перезимовке [9].

Формирование вегетативных побегов и почек во многом обусловлено факторами внешней среды (световым, температурным режимом, режимом влажности в кроне дерева и так далее), которые влияют на физиолого-биохимические реакции в процессе онтогенеза дерева. В отношении таких признаков особи имеют дестабилизированный, расшатанный онтогенез в результате недостаточно жесткой наследственной программы индивидуального развития организма [10].

Т а б л и ц а 1

Уровни эндогенной изменчивости сосны обыкновенной сфагновой группы типов леса в северной тайге

Морфологические признаки	Различные формы	Желтопыльниковая форма	Краснопыльниковая форма
Длина бокового побега	Чаще повышенный и высокий	Чаще средний	Чаще повышенный
Длина охвоенной части бокового побега	Очень высокий	–	–
Диаметр бокового побега	Средний	Очень низкий и низкий	Чаще низкий
Длина верхушечной почки бокового побега	Средний	Чаще средний, реже – низкий	Чаще средний, реже – низкий
Численность боковых побегов (мутовки)	Очень высокий	Очень высокий	Очень высокий
Численность боковых почек (мутовки)	Очень высокий	–	–
Численность 2-хвойных пучков на побеге	От среднего до очень высокого	От среднего до очень высокого, но чаще повышенный	От среднего до очень высокого, но чаще высокий
Длина хвои	Чаще низкий	Чаще низкий	Чаще низкий
Предельный возраст хвои	Чаще средний	–	–
Возраст боковых побегов с потерей хвои менее 50 %	От повышенного до очень высокого	–	–

Примечание: в таблицах 1, 2, 4 уровни изменчивости даны по шкале С.А. Мамаева.

После численности боковых почек и побегов в порядке убывания уровня изменчивости признаков следуют: длина охвоенной части бокового побега, возраст боковых побегов с потерей менее 50 % хвои, численность примордиев брахибластов (2-хвойных пучков), длина бокового ауксибласта (побега), диаметр бокового побега, предельная продолжительность жизни хвои, длина верхушечной почки, продолжительность жизни хвои, длина игл (хвои). Согласно эмпирической шкале С.А. Мамаева, внутриорганизменную вариацию численности боковых побегов и почек можно охарактеризовать очень высоким уровнем. Для числа 2-хвойных пучков характерен большой разброс значений (как среднего значения, так и коэффициента вариации), от среднего до очень высокого уровня, особенно у хвои старшего возраста и в конце жизни хвои (на 5–6-й годы в данных экологических условиях). Можно полагать, что динамика опада хвои в популяциях северотаежной сосны во многом определена действием внешних экологических, в том числе и техногенных, факторов, особенно в возрасте 4–5 лет и старше. В то же время отдельные побеги и хвоинки проявляют к их действию высокую устойчивость, что может быть связано с фенофазами их развития.

Длина охвоенной части ауксибласта в подавляющем большинстве случаев имеет очень высокий уровень эндогенной вариативности (40–100 % и более), особенно в последние годы жизни хвои (в 5–6-летнем возрасте). Это объясняется резкими различиями в динамике опада хвои отдельных побегов в зависимости от их экспозиции, положения в иерархии кроны и так далее, а в конечном счете, от микроусловий освещенности и действия других метеофакторов в кроне, от которых, в свою очередь, зависит процесс фотосинтеза, роста и развития растений. Средним уровнем эндогенной изменчивости характеризуются размеры ауксибластов (по диаметру), размеры боковых почек, предельный возраст хвои (13–20 %). Возраст побегов хвои с потерей хвои менее 50 % имеет значительный разброс средних значений (X) и коэффициента изменчивости (C) (от повышенного до очень высокого уровня, с 20–40 % до 100 % и более).

Длина бокового побега чаще характеризуется повышенным уровнем, реже – средним и высоким (в пределах от 13 до 40 %). Менее других зависит от действия микроусловий в кроне дерева длина листовых пластинок (игл), уровень вариации которой чаще низкий (до 12 %) и реже средний (до 20 %). Этот признак находится под довольно жестким генетическим контролем внутри особи и менее подвержен влиянию внешних факторов.

Слабая изменчивость признаков в пределах кроны особи (например размеры хвои) может свидетельствовать об их функциональной важности [2, 11]. Вполне естественно, что с развитием ассимиляционного аппарата связаны многие физиолого-биохимические процессы.

Индивидуальная изменчивость является результатом, с одной стороны, наследственных различий деревьев, с другой – расхождений в условиях их жизни, причем первый фактор имеет наибольшее значение [2]. По данным А.С. Мамаева, индивидуальные размеры кроны деревьев определяются в основном типом развития дерева: у толстомерных особей ускоренного развития в молодом возрасте крона гораздо мощнее. С величиной кроны тесно связана толщина ветвей. Размеры кроны деревьев даже в одновозрастных насаждениях сильно варьируют. В условиях Среднего Урала коэффициент вариации для размеров кроны сосны достигает 37 %. В устьевой области реки Северная Двина (северная тайга), по нашим данным, в средневозрастных и приспевающих сосняках сфагновой группы индивидуальная вариативность диаметра кроны достигает от 27 % и характеризуется повышенным уровнем (табл. 2).

Индивидуальная изменчивость количественных морфологических признаков (охвоенность и возраст хвои, степень ветвистости крон) сосны в насаждениях сфагновой группы в северной подзоне тайги, произрастающих в условиях атмосферного загрязнения, близка по своему уровню эндогенной, что соответствует общей закономерности, установленной для хвойных. Вместе с тем, для параметров ауксибластов сосны (размеров боковых побегов) индивидуальная изменчивость сравнительно ниже внутриорганизменной.

Индивидуальная изменчивость сосны обыкновенной сфагновой группы типов леса в северной тайге, %

Морфологические признаки	Различные формы (внутрипопуляционные показатели)	Желтопыльниковая форма	Краснопыльниковая форма
Длина бокового побега	Повышенный, 20–30	Средний, 12–16	Средний, 11–19
Диаметр бокового побега	Низкий и средний, 7–15	Очень низкий, 3–6	Очень низкий и низкий, 5–13
Длина охвоенной части бокового побега	Очень высокий, 41–91, реже высокий, 36–40	–	–
Длина верхушечной почки	Средний, 13–20	Средний, 13	Средний, 14
Диаметр кроны	Повышенный, до 30	–	–
Численность боковых побегов (мутовки)	Очень высокий, 65–134	Высокий и очень высокий, 33–52	Очень высокий, реже высокий, 29–135
Численность боковых почек (мутовки)	Очень высокий, 55–88	–	–
Численность 2-хвойных пучков на побеге	Средний и очень высокий, 52–88	Средний и высокий, 11–35	Повышенный и высокий, 14–39
Длина хвои	Средний, 13–18	Низкий, 10–13	Низкий, реже средний, 10–21
Предельный возраст хвои	Средний, 16–20	–	–
Возраст боковых побегов с потерей хвои менее 50 процентов	Высокий, 30–40	–	–

По уровню индивидуальной изменчивости параметров ассимиляционного аппарата и кроны (размерам, численности и возрасту хвои, степени ветвистости крон) деревья сосны в сосняках кустарничково-сфагновых северотаежной подзоны и под влиянием атмосферного загрязнения сходны с эндогенной.

Уровень индивидуальной изменчивости длины охвоенной части побегов в сосняках сфагновой группы очень высокий, особенно начиная с 3–4-летнего возраста. То же можно отметить и в отношении подроста сосны, произрастающей на сравнительно сухих почвах (в насаждениях брусничного типа). Такая сильная вариабельность объясняется интенсивным опадом хвои старшего возраста у одних деревьев и менее значительным – у других, более устойчивых к воздействию экстремальных почвенно-гидрологических, погодных и техногенных факторов. В условиях активного аэротехногенного загрязнения, как это имеет место в данном случае, и корневой гипоксии сосняков сфагновой группы происходит значительное повреждение хвои сосны уже в первые годы, хотя до 3–4-летнего возраста еще сохраняется тенденция к загущению охвоения как развитие приспособительной реакции деревьев в суровых экологических условиях.

Индивидуальные различия сосны по размерам хвои несколько выше по сравнению с эндогенными, что может свидетельствовать о некоторой дифференциации деревьев по этому морфометрическому показателю и, вследствие этого, возможности выделения (ограниченного числа) длинно- и короткохвойной форм (согласно закону нормального распределения). Таким образом, на популяционно-видовом уровне этот признак проявляется более четко, хотя наследственно закреплен довольно жестко (средний уровень изменчивости до 20 %).

Динамика густоты охвоения побегов по годам в сосняках кустарничково-сфагновых свидетельствует о ее высокой индивидуальной вариации, начиная с 4–5-летнего возраста. Это, по-видимому, связано с большим опадом старой хвои у деревьев, менее устойчивых к действию атмосферного загрязнения, и корневой гипоксии в условиях избыточного увлажнения почв. Индивидуальная вариация средней продолжительности жизни хвои сосны (с потерей хвои на побеге менее 50 %) выше по сравнению с ее предельным возрастом. Отдельные иглы способны нормально функционировать на побегах длительное время (до 9 лет у сосны), т.е. довольно пол-

но реализовать генетические возможности северотаежных популяций к большей продолжительности жизни, чем в более южных районах. Таким образом, их индивидуальные различия по предельному возрасту выражаются слабее и в большей мере обусловлены изменчивостью на популяционном эколого-географическом уровне.

Наиболее изменчивым признаком на индивидуальном уровне является число боковых побегов в мутовках. Очень высокий уровень индивидуальной изменчивости этого признака проявляется в самых разнообразных условиях произрастания (сосняках сфагновой группы) по градиенту загрязнения. Индивидуальная изменчивость длины верхушечных почек сосны в основном характеризуется средним уровнем.

Если давать оценку характера индивидуальной изменчивости деревьев по такому хозяйственно ценному признаку, как диаметр ствола, можно, в общем, отметить ее высокий и очень высокий уровень. Причем на удалении от 7 до 30 км от Архангельского ЦБК вариабельность толщины ствола у сосны в черничных насаждениях очень высокая, а вблизи источника выбросов – ниже (табл. 3).

Регрессионный анализ показал, что динамика вариабельности некоторых морфологических параметров сосны в зависимости от расстояния до «высоких» источников эмиссий в древостоях сфагновой группы типов леса с умеренной степенью достоверности аппроксимируется экспоненциальным (длина бокового ауксибласта, $R^2 = 0,39$) и полиномиальным (длина охвоенной части побега, $R^2 = 0,23$) уравнениями.

При корреляционном анализе выявлено наличие умеренных отрицательных связей коэффициента вариации длины и численности охвоенных побегов с расстоянием до источника выбросов ($r = -0,43 \div -0,56$). Следовательно, можно отметить повышение индивидуальной изменчивости данных признаков с приближением к источникам атмосферного загрязнения.

Есть основание полагать, что в неблагоприятных для роста сосны условиях (сосняках сфагновой группы) более высокая изменчивость данных морфологических признаков

вблизи источников загрязнения может быть связана с различной нормой реакции деревьев на аэротехногенное воздействие (ответной реакции конкретного генотипа на изменение условий среды).

Особи в популяции могут различаться чрезвычайно существенно в зависимости от хронологического фактора. В один и тот же момент популяция обычно представлена индивидуумами разного возраста и дифференцирована на возрастные группы. Кроме того, в пределах одной возрастной группы наблюдается неравномерное развитие особей и проявляется сезонная изменчивость.

Возрастная изменчивость сосны (сфагновой группы типов леса) по некоторым фенотипическим признакам характеризуется более высоким уровнем по сравнению с эндогенной и индивидуальной (табл. 4). Это, в первую очередь, относится к изменчивости размеров ежегодно формирующихся боковых побегов. Следовательно, в процессе индивидуального развития эти признаки подвержены значительной динамике.

Возрастные изменения диаметра побегов в пределах кроны отдельных деревьев сосны сфагновой группы типов леса чаще характеризуются повышенным уровнем (от 20 до 30) по шкале С.А. Мамаева. В пределах отдельного насаждения сфагновой группы (группы деревьев) возрастные колебания длины боковых побегов сосны довольно высокие (до 30). В сосняках брусничных коэффициент вариации данного показателя характеризуется повышенным уровнем. Длина охвоенной части бокового побега у деревьев сосны в насаждениях сфагновой группы имеет очень высокую возрастную вариацию в пределах кроны дерева (до 118).

Т а б л и ц а 3

Индивидуальная изменчивость диаметра ствола сосны в различных экологических условиях

Тип леса	Расстояние до АЦБК, км	Коэффициент вариации, %
Сосняк сфагновый, кустарничково-сфагновый	2	26–30
	7	53–60
	30	53
Сосняк черничный	3	27

**Возрастная изменчивость сосны обыкновенной сфагновой
группы типов леса в северной тайге, %**

Морфологические признаки	Различные формы	Желтопыльниковая форма	Краснопыльниковая форма
Длина бокового побега	Высокий, более 30, реже повышенный, 20–30	Средний и повышенный, 13–30	Повышенный и средний, 13–30
Диаметр бокового побега	Повышенный, 20–30	Повышенный, 23–26	Повышенный, 23–27
Длина охвоенной части бокового побега	Очень высокий, 40–100 и более	–	–
Численность 2-хвойных пучков на побеге	Очень высокий, 40–100 и более	От среднего до очень высокого, но чаще высокий (более 40 %)	Высокий, более 40
Численность боковых побегов мутовки	Очень высокий, более 100	Очень высокий, 100	Очень высокий, 63–100 и более
Длина хвои	Средний, 13–20	Средний, 11–18	Средний, 12–18

Это явление связано с интенсивной потерей хвои старшего возраста в условиях активного аэротехногенного загрязнения и избыточного увлажнения. Очень высока вариабельность длины охвоенной части побега в пределах целых групп (совокупностей деревьев). Возрастная изменчивость длины хвои сосны (в пределах кроны дерева) в насаждениях сфагновой группы для большинства деревьев характеризуется средним уровнем. Как и для эндогенного и индивидуального уровня, наиболее высокой возрастной изменчивостью характеризуется число побегов в мутовке. Это обусловлено действием экологических факторов и, в первую очередь, колебаниями погодных факторов, светового режима в кроне деревьев и др. по годам в период жизни побега. В формирование кроны существенный отпечаток вносит и состояние боковых почек в год их закладки и в последующий период до формирования побегов, зависящий во многом от фенологических фаз развития и сроков их закладки, действия экстремальных как абиотических (низкие температуры), так и биотических (насекомые и болезни) факторов.

Таким образом, при сравнении уровней эндогенной и индивидуальной изменчивости одноименных признаков у сосны обыкновенной можно отметить их общее сходство, что соответствует общей закономерности, установленной для хвойных. Возрастная изменчивость сосны (сфагновой группы типов леса) по некоторым фенотипическим признакам в процессе индивидуального развития

характеризуется более высоким уровнем по сравнению с эндогенной и индивидуальной.

Библиографический список

1. Мамаев, С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений / С.А. Мамаев. – М.: Наука, 1972. – 284 с.
2. Путенихин, В.П. Внутривидовая фенотипическая изменчивость лиственницы Сукачева на Урале / В.П. Путенихин, Г.Г. Фарушкина // Лесоведение. – 2004. – № 1. – С. 38–47.
3. Старова, Н.В. Генетическое разнообразие, адаптивность и надежность популяционных систем хвойных / Н.В. Старова // Биологическое разнообразие лесных экосистем: тез. докл. конф. – М., 1995. – С. 112.
4. Тихонова, И.В. Сопряженная изменчивость морфологических признаков сосны обыкновенной на юге Средней Сибири / И.В. Тихонова, М.А. Шемберг // Лесоведение. – 2004. – № 1. – С. 48–55.
5. Шмальгаузен, И.И. Пути и закономерности эволюционного процесса / И.И. Шмальгаузен // Избр. тр. – М.: Наука, 1983. – 360 с.
6. Животовский, Л.А. Интеграция полигенных систем / Л.А. Животовский. – М.: Наука, 1995. – 182 с.
7. Берг, Л.Р. Экологическая интерпретация корреляционных плеяд / Л.Р. Берг // Вестник ЛГУ. – 1959. – Т 9. – № 2. – 21 с.
8. Романовский, М.Г. Полиморфизм древесных растений по количественным признакам / М.Г. Романовский. – М.: Наука, 1994. – 94 с.
9. Тарханов, С.Н. Изменчивость ели в географических культурах Республики Коми / С.Н. Тарханов. – Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 1998. – 196 с.
10. Егоров, Ю.Е. О внутрииндивидуальной изменчивости организмов / Ю.Е. Егоров // Фундаментальные и прикладные проблемы популяционной биологии: тез. докл. VI Всерос. популяционного семинара, 2–6 декабря 2002 г. Нижний Тагил, 2002. – С. 40–41.
11. Яблоков, А.В. Популяционная биология / А.В. Яблоков. – М.: Высшая школа, 1987. – 303 с.

ОЦЕНКА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ОБУСЛОВЛЕННОСТИ ИЗМЕНЧИВОСТИ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ В СЕВЕРОТАЕЖНЫХ ПОПУЛЯЦИЯХ ХВОЙНЫХ СЕВЕРО-ДВИНСКОГО БАССЕЙНА

С.Н. ТАРХАНОВ, *зав. лабораторией экологической биологии Института экологических проблем Севера УрО РАН, канд. с.-х. наук,*

С.В. ДУДНИК, *Институт экологических проблем Севера УрО РАН*

Изменчивость полигенных морфологических признаков в метамерах кроны дерева (эндогенная изменчивость) северотаежных популяций сосны изучалась в бассейне р. Северная Двина. Согласно принципиальному положению В.А. Драгавцева [1], важен сам факт определения устойчивости признака, свидетельствующий о его генетической обусловленности. Сравнительная оценка в данном случае внутриорганизменного (метамерного) и индивидуального уровней изменчивости позволяет биометрически подтвердить или опровергнуть предположения относительно степени наследственной обусловленности.

Показатель силы влияния (η^2) фактора индивидуальной изменчивости определяется

как отношение суммы квадратов отклонений (дисперсий) признака между отдельными деревьями (индивидуумами) к общей сумме квадратов отклонений, который равняется сумме дисперсий признака между деревьями и сумме дисперсий признака внутри крон отдельных деревьев (метамеров).

Проведенные расчеты (табл. 1) показывают, что большая часть полигенных признаков сосны в сфагновой группе (от 60 до 80 % случаев) из числа определяемых, особенно параметр охвоения побегов – продолжительности жизни (возраста) хвои, длины игл и густоты охвоения ($\eta^2 = 0,428...0,690$), а также размеров почек ($\eta^2 = 0,589$) – находятся под значительным индивидуальным контролем.

Т а б л и ц а 1

Результаты однофакторного дисперсионного анализа индивидуальной изменчивости морфологических признаков сосны в сосняках сфагновой группы устьевой области бассейна Северной Двины в условиях активного атмосферного загрязнения ($F_{0,05} = 1,61$, $df = 19,378$)

Детерминируемый признак	Расстояние до источника выбросов, км											
	4			5			6			9		
	F	η^2	m_{η^2}	F	η^2	m_{η^2}	F	η^2	m_{η^2}	F	η^2	m_{η^2}
Длина бокового ауксибласта	11,58	0,376	0,043	16,24	0,448	0,04	11,39	0,363	0,043	12,18	0,372	0,043
Длина охвоенной части ауксибласта	10,92	0,353	0,044	7,72	1,278	0,046	–	–	–	–	–	–
Диаметр бокового ауксибласта	4,73	0,192	0,048	8,05	0,278	0,046	–	–	–	8,55	0,301	0,046
Длина иглы	18,66	0,483	0,038	24,43	0,539	0,035	18,05	0,474	0,039	18,09	0,476	0,039
Предельная продолжительность жизни хвои	2134	0,516	0,037	37,52	0,653	0,029	44,46	0,690	0,026	14,92	0,428	0,041
Возраст боковых побегов с потерей хвои менее 50 %	17,64	0,469	0,039	22,96	0,535	0,036	–	–	–	–	–	–
Количество двухвойных пучков на боковом побеге	–	–	–	–	–	–	–	–	–	16,32	0,450	0,040
Количество боковых побегов в мутовке	–	–	–	–	–	–	2,01	0,091	0,050	5,50	0,216	0,048
Количество боковых почек в мутовке	3,98	0,166	0,049	4,66	0,189	0,048	–	–	–	–	–	–
Длина верхушечной почки ¹⁾	–	–	–	–	–	–	2,58	0,589	0,363	–	–	–

Примечание: F – критерий Фишера, η^2 – показатель силы влияния фактора индивидуальной изменчивости, m_{η^2} – ошибка η^2 , $F_{0,05}$ – табличное значение F при 5 %-ном уровне значимости, df – число степеней свободы, «–» – не определялось; ¹⁾ – $F_{0,05} = 2,41$, $df = 10,18$

Результаты однофакторного дисперсионного анализа индивидуальной изменчивости морфологических признаков ели в устьевой области бассейна Северной Двины в условиях активного атмосферного загрязнения ($F_{0,05} = 1,61$, $df = 19,380$)

Детерминируемый признак	Тип леса, расстояние до источника выбросов, км											
	ельник травяной, 5,5			ельник чер. свеж., 9			ельник чер. свеж., 6			сосняк чер. влаж., 8		
	F	η^2	m_{η^2}	F	η^2	m_{η^2}	F	η^2	m_{η^2}	F	η^2	m_{η^2}
Длина бокового ауксибласта	10,68	0,348	0,044	2,7	0,119	0,049	11,8	0,371	0,043	14,8	0,425	0,041
Длина охвоенной части ауксибласта	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14,6	0,422	0,041
Диаметр бокового ауксибласта	6,08	0,233	0,047	—	—	—	7,13	0,263	0,047	4,66	0,180	0,048
Длина иглы	21,72	0,521	0,036	15,59	0,438	0,040	19,38	0,492	0,038	11,35	0,362	0,043
Предельная продолжительность жизни хвои	18,86	0,485	0,038	4,25	0,175	0,048	25,58	0,561	0,034	25,81	0,563	0,034
Возраст боковых побегов с потерей хвои менее 50 %	12,96	0,393	0,042	—	—	—	11,72	0,370	0,043	24,45	0,550	0,035
Количество боковых побегов в мутовке	—	—	—	1,39	0,065	0,050	—	—	—	1,32	0,062	0,050
Количество боковых побегов между мутовками	—	—	—	3,99	0,166	0,049	—	—	—	3,36	0,144	0,049
Количество боковых почек в мутовке	4,64	0,188	0,048	—	—	—	2,21	0,099	0,050	—	—	—
Количество боковых почек между мутовками	5,15	0,205	0,048	—	—	—	8,02	0,287	0,046	—	—	—
Длина верхушечной почки	—	—	—	10,92	0,353	0,044	—	—	—	—	—	—

Примечание: F – критерий Фишера, η^2 – показатель силы влияния фактора индивидуальной изменчивости, m_{η^2} – ошибка η^2 , $F_{0,05}$ – табличное значение F при 5 % – ном уровне значимости, df – число степеней свободы, «—» – не определялось.

В большей мере подвержены средовым влияниям (освещение, водоснабжение, питание), то есть сильно меняющимся под влиянием микроэкологических условий в кроне, численность боковых побегов и почек в мутовках, а также толщина ауксибластов ($\eta^2 < 0,35$). Известно [2], что параметры охвоения и размеры почек тесно связаны с интенсивностью роста деревьев. Причем, индивидуальные отличия особей в северотаежной (Усть-Двинской) популяции сосны, детерминируемые различными вариациями признаков (гетерогенность популяции по данному признаку), довольно устойчиво проявляются при всех рассматриваемых вариантах аэротехногенной нагрузки (в данном случае при различной удаленности от источника эмиссий) (табл. 1). На наш взгляд, довольно высокая индивидуальная обусловленность размеров вегетативных почек и параметров охвоения вегетативной сферы связана с их важнейшей биологической функцией – обеспечивать нормальный рост. Одна-

ко стабильность их вариаций в кроне дерева во времени в разных экологических (лесотипологических) условиях недостаточна для выделения фенотипов среди данных признаков.

Сходный характер проявления индивидуальной изменчивости наблюдается в Усть-Двинской популяции ели. Биометрическая оценка степени индивидуальной обусловленности полигенных морфологических признаков, характеризующаяся метамерностью, также показала (табл. 2) довольно значительные различия между отдельными деревьями ($\eta^2 > 0,35$) параметров охвоения боковых побегов и размеров вегетативных почек. Очень слабо индивидуально детерминированы, а значит в высокой степени подвержены влиянию факторов внешней среды на микроуровне отдельных деревьев численность боковых почек, межмутовчатых побегов, а также толщина побега ($\eta^2 = 0,099...0,287$). Можно полагать, что в отношении этих признаков особи имеют дестабилизированный онтогенез в результате

недостаточно жесткой наследственной программы индивидуального развития. Влияние индивидуальных свойств не доказано на принятых уровнях значимости для количества боковых побегов в мутовке ($F < F_{0,05}$). Следует отметить сходство в степени индивидуальной обусловленности количественных признаков ели в различных условиях произрастания.

Библиографический список

1. Драгавцев, В.А. Методы анализа внутривидовой изменчивости в лесных популяциях и прогноз эффективности аналитической лесной селекции / В.А. Драгавцев. М.: ЦБНТИ Гослесхоза СССР. – 1973. – 81 с.
2. Ромедер, Э. Генетика и селекция лесных пород / Э. Ромедер, Г. Шенбах. – М.: Сельхозиздат, 1962. – 268 с.

ЭНДОГЕННАЯ И ВНУТРИВИДОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПОЛИГЕННЫХ ПРИЗНАКОВ *PICEA OBOVATA* LEDEB. X *P. ABIES* (L.) KARST. В БАССЕЙНЕ СЕВЕРНОЙ ДВИНЫ ПРИ АТМОСФЕРНОМ ЗАГРЯЗНЕНИИ

С.Н. ТАРХАНОВ, *зав. лабораторией экологической биологии Института экологических проблем Севера УрО РАН, канд. с.-х. наук,*

Р.В. ЩЕКАЛЕВ, *науч. сотр. отдела экологии широколиственных лесов Института лесоведения РАН, канд. биол. наук*

Эндогенная изменчивость дерева определяется генетическими особенностями роста и развития, а также взаимодействием различных органов с внешней средой (световой, температурный режим и др. факторы), определяющей норму его реакции, которая выражается в вариабельности тех или иных признаков. Если первое условие обращает внимание на закономерности общего развития организма (к примеру, более длинные и толстые ветви у основания ствола по сравнению с вершиной), второе подразумевает степень доступности для отдельных органов того или иного природного фактора. Основным условием, лимитирующим развитие особи в густонаселенных лесорастительных сообществах, является доступность света [1–3]. Природные популяции ели, основные образователи темнохвойных бореальных лесов, представляют собой, как правило, очень густые насаждения. В этом случае возможность нормального освещения для развития отдельных органов особи может быть крайне актуальна, хотя ель считается теневыносливой породой [2]. Затемнение отдельных участков поверхности кроны дерева приводит к замедлению ростовых процессов, что сказывается на усилении эндогенной вариабельности. Изучение эндогенного полиморфизма морфологических характеристик показало зави-

симость от их расположения в кроне, более интенсивное развитие молодых побегов, а следовательно, и коррелятивно связанной с ними хвои с менее затененной стороны (кроме елей, растущих в «окнах»). У взрослых деревьев ели различия по длине хвои на доминирующем центральном побеге и боковых побегах не проявляются.

При изучении эндогенной изменчивости морфологических признаков ели сибирской [2, 4] установлено, что разница в длине хвои в различных частях кроны зависит от экологических характеристик места произрастания дерева, контраст более выражен в густых, сомкнутых насаждениях, чем на открытых участках. С.А. Мамаев и П.П. Попов отмечают, что длина хвои ели сибирской увеличивается по направлению от верхней части кроны к нижним ветвям с разницей до 25 %. Географическая ориентация ветвей в кроне деревьев относительно сторон света не влияет на степень развития молодых побегов и длину хвои на ветвях второго года и более поздних возрастов. У елей, растущих на открытых местах, в центральной части кроны прирост практически одинаков на всех нормально развитых ветвях. В густых насаждениях более интенсивно развиты побеги (и следовательно, длиннее хвоя) с менее затененной стороны.

Уровни эндогенной изменчивости в насаждениях черничного типа северной тайги

Морфологический признак	Уровень изменчивости
Длина бокового побега	Повышенный, реже высокий и средний
Длина охвоенной части бокового побега	Повышенный и высокий
Диаметр бокового побега	Повышенный и высокий
Численность побегов в мутовке	Очень высокий
Численность побегов между мутовками	Очень высокий
Численность боковых почек в мутовках	Повышенный и высокий, реже средний
Численность боковых почек между мутовками	Очень высокий
Длина хвои	Низкий и средний
Предельный возраст хвои	Средний и низкий
Возраст боковых побегов с потерей хвои менее 50 %	Средний и повышенный
Длина верхушечной почки бокового побега	Высокий

Примечание: здесь и в табл. (1–4, 6–9) уровни изменчивости даны по шкале С.А. Мамаева

В центральных районах Сибири и Дальнего Востока России коэффициент эндогенной изменчивости длины хвои в среднем составляет 7–12 %. Значительно снижается эндогенный полиморфизм в северных районах ($C = 4–6 \%$), что свидетельствует о высокой стабильности признака.

По ширине хвои коэффициент эндогенного полиморфизма ели сибирской и корейской равен 3–5 %, что свидетельствует о низком уровне, а по длине хвои достигает 8 % (для *P. obovata* на северном пределе ее распространения), увеличиваясь к центру ареала до 14 % (средний уровень изменчивости по шкале С.А. Мамаева).

Для изучения эндогенной и возрастной изменчивости признаков с каждого модельного дерева (взрослого или подростка) отбирали по 20 ветвей, на которых определяли морфометрические параметры охвоенных побегов в возрастной динамике (за 5 лет). Число модельных деревьев в пределах выделенных групп ели составляло около 15 % от общего количества учтенных особей каждой пробной площади.

По уровню убывания эндогенной изменчивости ели (*Picea obovata* Ledeb. x *P. abies* (L.) Karst) количественные морфологические признаки вегетативных органов ели в условиях атмосферного загрязнения насаждений черничного типа (зеленомошная группа) северной подзоны тайги расположены в следующем порядке: количество боковых побегов между мутовками, количество бо-

вых побегов в мутовках, количество боковых почек между мутовками, длина апикальной почки бокового побега, длина охвоенной части бокового ауксбласта, численность боковых почек в мутовке, диаметр бокового ауксбласта, длина побега, возраст бокового побега с потерей хвои менее 50 %, предельная продолжительность жизни хвои, длина хвои (табл. 1).

Наиболее сильно варьирует в пределах кроны число ежегодно образующихся побегов, очень высокая амплитуда колебаний которых, в первую очередь, связана, по-видимому, со световым режимом. На их формировании могут также сказываться и отдельные биотические факторы (насекомые и болезни). На численности сформированных ростовых почек, которые представляют собой укороченные побеги, несущие генетическую информацию об ауксбластах и брахибластах, влияние экологических факторов проявляется менее значимо, а уровень их внутриорганизменной изменчивости ниже, особенно для мутовок (до 60 %).

Параметры охвоения побегов изменяются менее значительно, в соответствии с наследственно обусловленными закономерностями развития. Развитие хвои, по-видимому, находится под более жестким генетическим контролем, что обуславливает нужную изменчивость ее размеров в связи с более продолжительной по сравнению с сосной хвои. У ели динамика естественного опада постепенная (табл. 1 и 2).

Т а б л и ц а 2

Уровни эндогенной изменчивости ели в насаждениях травяного типа северной тайги

Морфологический признак	Уровень изменчивости
Длина бокового побега	Повышенный и средний
Диаметр бокового побега	Повышенный и высокий
Численность боковых почек в мутовке	Высокий и очень высокий
Численность боковых почек между мутовками	Очень высокий
Предельный возраст хвои	От очень низкого до высокого, но чаще средний и низкий
Возраст бокового побега с потерей хвои менее 50 %	Средний и повышенный
Длина хвои	Низкий и средний

Т а б л и ц а 3

Индивидуальная изменчивость ели в насаждениях черничного и травяного типов северной тайги, %

Морфологический признак	Уровень изменчивости
Ельники черничные	
Длина бокового побега	Средний и повышенный, 14–37
Длина охвоенной части побега	Средний и повышенный, 15–22
Диаметр бокового побега	Средний, 14–20
Диаметр кроны	Повышенный, 21–27
Численность побегов в мутовке	Средний или очень высокий, 13–84
Численность побегов между мутовками	Очень высокий, 56–100 и более
Численность боковых почек в мутовке	Низкий и средний, 10–20
Численность боковых почек между мутовками	Очень высокий до 100 и более
Длина хвои	Средний, реже низкий, 11–21
Предельный возраст хвои	Средний и повышенный, 13–22
Возраст побега с потерей менее 50 % хвои	Средний, 13–20
Длина верхушечной почки бокового побега	Средний и повышенный, 18–23
Ельники травяные	
Длина бокового побега	Средний, 17
Диаметр бокового побега	Средний, 12–18
Диаметр кроны	Высокий, 32–40
Численность боковых почек в мутовке	Средний, 16–20
Численность боковых почек между мутовками	Очень высокий, 100 и более
Длина хвои	Средний и низкий, 11–12
Предельный возраст хвои	Средний, 16–20
Возраст бокового побега с потерей хвои менее 50 %	Средний, 17–20

Атмосферное загрязнение в первые годы влияет на развитие хвои у ели не так активно, как у сосны. Соответственно влияние техногенных факторов на дефолиацию менее значимо и амплитуда изменчивости длины охвоенной части побега и потери хвои ниже. Особенно это заметно у подростка ели в насаждениях черничного и травяного типов. Это объясняется следующим. Во-первых, возраст хвои ели в северной тайге значительно больше (до 15–17 лет), чем у сосны (до 7–9 лет), а мы изучали динамику охвоения побегов у ели только в течение первых пяти лет. Во-вторых, это можно объяснить осо-

бенностями роста молодой генерации по сравнению со взрослыми деревьями. В-третьих, изучаемые участки сосны произрастают в зоне активного атмосферного загрязнения (4–5 км от АТЭЦ), что не могло не сказаться на динамике опада хвои. Часто хвоя сосны сохранялась лишь на концах годичных побегов, образуя как бы «щетки», «кисточки» и пр. Наконец, древостои сосны сфагновой группы типов леса менее (из числа изучаемых) устойчивы к атмосферному загрязнению вследствие вредного влияния корневой гипоксии по сравнению с ельниками травяного и черничного типов. Подросту ели

присуща более высокая, по сравнению с древостоем сосны, вариабельность боковых побегов по диаметру вследствие более значимого влияния колебаний внешних факторов под пологом древостоя (освещенность, температурный режим, микроклиматические условия и так далее).

Уровень эндогенной изменчивости длины хвои подростка ели, как и у сосны, чаще средний и низкий. Предельная и средняя продолжительность жизни хвои ели в насаждениях, произрастающих на более дренированных почвах, имеет несколько более низкую амплитуду колебаний по сравнению с сосной в избыточно увлажненных условиях. Это связано с характером динамики опада хвои сосны в силу уже названных причин. К тому же участки произрастания подростка ели испытывают меньшее влияние аэротехногенного загрязнения, т.к. более удалены от Архангельской ТЭЦ. У подростка ели, произрастающего во влажных условиях (в сосняках черничных влажных), характер эндогенной изменчивости морфологических признаков сходен с сосновой популяцией в условиях избыточного увлажнения. Хотя уровень эндогенной изменчивости у подростка ели числа побегов в мутовке очень высокий, но он гораздо ниже, чем у сосны. Максимальной вариабельностью у ели характеризуется число побегов между мутовками. Данный признак подвержен большому влиянию микроэкологических условий (освещенности кроны и так далее).

Между деревьями ели в пределах выборок (пробных площадей) обнаруживаются различия по амплитуде эндогенного варьирования, например по размерам бокового побега, предельному возрасту хвои, числу боковых почек в мутовке. Следовательно, уровень эндогенной изменчивости зависит от индивидуальных особенностей деревьев: в насаждениях встречаются генотипы как с узкой, так и широкой нормой реакции параметров вегетативных органов на изменения внешних условий. Это же явление отмечалось и при исследованиях других видов [5].

В пределах пробной площади вариабельность размеров боковых побегов, особенно диаметра, характеризуется более низким уровнем по сравнению с вариабельностью этих параметров в пределах отдельных деревьев. Напротив, у ели больше амплитуда индивидуальной изменчивости предельной продолжительности жизни хвои, по сравнению с эндогенной (табл. 3–5). В основном величины индивидуальной и эндогенной изменчивости полигенных морфологических признаков ели относительно близки между собой, что соответствует общей закономерности, установленной для хвойных. У подростка ели индивидуальная вариабельность длины и диаметра побегов несколько выше по сравнению с древостоем. В древостоях ельников черничных влажных длина годового прироста характеризуется высокой индивидуальной вариацией.

Т а б л и ц а 4

Индивидуальная изменчивость ели в насаждениях черничного типа средней тайги, %

Морфологический признак	Уровень изменчивости
Длина бокового побега	Повышенный, 17–40
Диаметр кроны	Повышенный и высокий, 26–34
Длина верхушечной почки бокового побега	Высокий и очень высокий, 35–43
Диаметр верхушечной почки бокового побега	Средний, 19–20
Длина хвои	Средний, реже повышенный, 15–23

Т а б л и ц а 5

Индивидуальная изменчивость ели в различных экологических условиях

Тип леса	Расстояние до источника эмиссии (АЦБК), км	Коэффициент вариации, %
Ельник черничный влажный	5	29–38
	30	35–47
Ельник травяной, травяно-болотный	25	36
	30	38

Возрастная изменчивость ели в насаждениях черничного типа северной тайги, %

Морфологический признак	Уровень изменчивости
Длина бокового побега	Повышенный и высокий, 19–39
Длина охвоенной части побега	Повышенный и высокий, 30–40
Диаметр бокового побега	Высокий и очень высокий, 25–53
Численность побегов в мутовке	Очень высокий, 51–100 и более
Численность побегов между мутовками	Очень высокий, более 100
Длина хвои	Средний, реже низкий, 8–21

У подроста и древостоя ели в насаждениях черничного влажного типа значения коэффициентов индивидуальной вариации по годам длины охвоенной части побега более выровнены и часто менее значительны. Они довольно синхронно отражают динамику возрастных изменений длины побега в первые 5 лет, так как в этом возрасте побеги слабо изреживаются.

В насаждениях ели черничного влажного и травяного типов изменчивость по диаметру ствола в пределах отдельных групп деревьев также можно охарактеризовать высоким и очень высоким уровнем (табл. 5).

В ельниках зеленомошной группы леса представленность изучаемых насаждений (пробных площадей) ограничена и полученные данные по градиенту загрязнения недостаточно репрезентативны, тем не менее зависимость коэффициента вариации общей длины и длины охвоенной части бокового ауксипласта от расстояния до источника эмиссий достоверно описывается полиномиальными кривыми ($R^2 = 0,59–0,81$), а парные корреляции прямые и тесные ($r = 0,73–0,89$). То есть наблюдается тенденция к повышению уровня изменчивости искомым морфологическим признакам с удалением еловых древостоев от источника интенсивного техногенного загрязнения. В более благоприятных фоновых условиях местопрорастания (ельники зеленомошной группы) повышение внутривидовой изменчивости данных морфологических признаков ели может быть обусловлено, на наш взгляд, индивидуальными особенностями деревьев (наследственно обусловленными различиями в устойчивости и росте деревьев), хорошо проявляющихся на более благоприятном экологическом фоне. Эти ре-

зультаты согласуются с общепризнанными работами по изучению фенотипической и генетической изменчивости хвойных [6].

Возрастная изменчивость признаков ели по уровню более соответствует эндогенной (табл. 6–8).

Необходимо отметить, что морфологические признаки, имеющие сравнительно низкую эндогенную изменчивость, сохраняют свою относительную стабильность на разных возрастных стадиях онтогенеза дерева, например длина хвои. Это свидетельствует о ее функциональной важности в процессах метаболизма дерева и указывает на довольно жесткую наследственную программу индивидуального развития [5].

При последовательном анализе, проводимом для эндогенной, индивидуальной и возрастной форм изменчивости количественных морфологических признаков ели в ельниках травяных, выявлены сходные закономерности, характерные для ельников черничных. Особенно высокий уровень колебаний числа побегов по годам характерен для ели, которая имеет четко выраженные формы по срокам распускания вегетативных почек и окончания роста побегов, а следовательно, неодинаково подвержены действию поздних весенних, ранних осенних заморозков и обмерзанию при перезимовке [7]. В какой-то мере это может сказываться и на инфицировании ели различными болезнями и действии энтомофауны. В древостоях ели черничного типа возрастная изменчивость длины побега характеризуется повышенным и высоким уровнем. У подроста ели, произрастающего в ельниках и сосняках зеленомошной группы, возрастная изменчивость годичного прироста боковых побегов также характеризуется повышенным и высоким уровнем.

Т а б л и ц а 7

**Возрастная изменчивость ели
в насаждениях травяного типа
северной тайги, %**

Морфологический признак	Уровень изменчивости
Длина бокового побега	Повышенный, 19–30
Диаметр бокового побега	Высокий, 23–40
Длина хвои	Средний и низкий, 9–16

Т а б л и ц а 8

**Возрастная изменчивость ели
в насаждениях черничного типа
средней тайги, %**

Морфологический признак	Уровень изменчивости
Длина бокового побега	Повышенный и высокий, 27–36
Длина хвои	Повышенный, 24–25

Т а б л и ц а 9

**Уровни экологической изменчивости
ели в насаждениях северной
и средней тайги, %**

Морфологический признак	Уровень изменчивости
Длина бокового побега	Средний
Диаметр кроны	Средний
Численность побегов в мутовке	Очень высокий
Численность побегов между мутовками	Очень высокий
Длина верхушечной почки бокового побега	Низкий
Диаметр верхушечной почки бокового побега	Низкий
Длина хвои	Низкий и очень низкий
Предельный возраст хвои	Средний

У подростка ели, произрастающего под пологом древостоя в сосняках черничных влажных, возрастная вариабельность побегов по диаметру в пределах одного дерева значительно выше, чем по длине ауксибластов, и характеризуется высоким и очень высоким уровнем. Уровень изменчивости длины охвоенной части побега по годам гораздо ниже (чаще повышенный и высокий) по сравнению с сосной, произрастающей в различных экологических условиях. Это обусловлено незначительной долей потери хвои до 5-летнего возраста. Для длины хвои в этих условиях характерна средняя степень вариабельности.

В условиях средней подзоны тайги несколько выше, по сравнению с северной подзоной, индивидуальные различия деревьев ели (в насаждениях черничного типа) по диаметру кроны и размерам вегетативных почек. Несколько повышен уровень возрастной изменчивости длины хвои по сравнению с северотаежной популяцией ели.

Уровень экологической (между группами деревьев) вариабельности ели в различных лесорастительных условиях по количественным морфологическим признакам ниже по сравнению с другими иерархическими формами внутривидовой изменчивости (табл. 9). Исключение составляет лишь предельный возраст хвои, экологическая изменчивость которого на уровне или несколько выше эндогенной и индивидуальной. По-видимому, возраст хвои ели довольно существенно зависит от экологических условий ее местообитаний, в той или иной степени дифференцированных в пространстве. С одной стороны, это может являться следствием закономерных фенотипических изменений по географическому и климатическому градиентам (клинальная изменчивость), а с другой – отражать популяционно-генетическую дифференциацию вида в ареале [4, 5, 8, 9]. Очень высок уровень экологической изменчивости количества побегов, формирующихся между мутовками.

Отсутствуют достоверные (при критических значениях t – Стьюдента и F – Фишера) различия по ряду параметров охвоения побегов северотаежных популяций ели между импактной зоной вблизи Архангельской агломерации и фоновыми условиями. В то же время отмечено наличие существенных (при 5 %-ном уровне значимости) различий между отдельными группами деревьев в зоне активного атмосферного загрязнения и в фоновых условиях северных районов бассейна Северной Двины. Так, разница в абсолютно сухой массе хвои ели между отдельными «загрязненными» и относительно «чистыми» участками достигает существенных значений ($t = 7,34$ при $t_{0,95} = 2,306$; $F = 28,1$ при $F' = 6,39$; $P_1 = 95\%$); по длине хвои: $t = 14,9 > t_{0,95}$; $F = 16,0$; по продолжительности жизни хвои: $t = 17,4$ и $F = 17,5$. В меньшей степени

подвержена влиянию промышленных эмиссий густота охвоения побегов ели ($t < t_{st}$) в 47–60 % случаев, $P_j = 0,95$ [10].

Таким образом, при сравнении уровней метамерной и индивидуальной изменчивости одноименных признаков у ели можно отметить их общее сходство. Уровни эндогенной, индивидуальной и хронографической (возрастной) изменчивости ряда морфологических параметров выше по сравнению с экологической. Таким образом, с определенной долей условности можно судить о более высоком уровне внутрigrупповой (индивидуальной) вариации по сравнению с групповой изменчивостью.

Библиографический список

1. Одум, Ю. Экология / Ю. Одум. – М.: Мир, 1986. – Т. 2. – 376 с.
2. Потемкин, О.Н. Эколого-географическая обусловленность в эндогенной изменчивости морфологических признаков у представителей рода *Picea A. Dietr.* / О.Н. Потемкин // Экология. – 1998. – № 6. – С. 428–434.
3. Уиттекер, Р. Сообщества и экосистемы / Р. Уиттекер. – М.: Прогресс. – 1980. – 327 с.
4. Мамаев, С.А. Ель сибирская на Урале (внутривидовая изменчивость и структура популяций) / С.А. Мамаев, П.П. Попов. – М.: Наука, 1987. – 104 с.
5. Путенихин, В.П. Внутривидовая фенотипическая изменчивость лиственницы Сукачева на Урале / В.П. Путенихин, Г.Г. Фарушкина // Лесоведение. – 2004. – № 1. – С. 38–47.
6. Ромедер, Э. Генетика и селекция лесных пород / Э. Ромедер, Г. Шенбах. – М.: Сельхозиздат, 1962. – 268 с.
7. Тарханов, С.Н. Лесные экосистемы бассейна Северной Двины в условиях атмосферного загрязнения: диагностика состояния / С.Н. Тарханов, Н.А. Прожерина, В.Н. Коновалов. – Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 2004. – 334 с.
8. Тимофеев-Ресовский, Н.В. Краткий очерк теории эволюции / Н.В. Тимофеев-Ресовский, Н.Н. Воронцов, А.В. Яблоков. – М.: Наука, 1969. – 407 с.
9. Грант, В. Видообразование у растений / В. Грант. – М.: Мир, 1984. – 528 с.
10. Тарханов, С.Н. Изменчивость ели в географических культурах Республики Коми / С.Н. Тарханов. – Екатеринбург: УрО РАН, 1998. – 196 с.

ОЦЕНКА ЗИМОСТОЙКОСТИ И ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *ACER* В УСЛОВИЯХ МОСКВЫ

Е.Ю. ТЕРЕХОВА, асп. каф. селекции, генетики и дендрологии МГУЛ,
С.П. ЗУИХИНА, проф. каф. селекции, генетики и дендрологии МГУЛ, канд. с.-х. наук

Исследования проводились в дендрариях ИГБС им. Цицина, МГУ, МГУЛ, в Ивантеевском дендрарии, а так же в черте города Москвы и Подмосковье. Поскольку лимитирующим фактором при интродукции древесных растений является зимостойкость, то за основу при изучении была взята методика интегральной оценки жизнеспособности интродуцированных растений, предложенная П.И. Лапиным и С.В. Сидневой [4].

Оценка по семи показателям, характеризующим состояние растений в данных условиях, дана на основании систематических визуальных наблюдений за их состоянием в 2006 году. Изучение редко встречающихся на данной территории видов кленов наряду с кленами, давно используемыми в озеленении, а также декоративных форм является особенностью данного исследования (табл. 1).

Полученные результаты в ряде случаев имеют заниженные баллы по показателю генеративного развития. Это связано с суровыми условиями зимы 2005–2006 гг. В связи с этим многие виды не цвели. Так, например, по наблюдениям 2005 г. было отмечено плодоношение клена граболистного в дендрарии МГУ и клена монпельйского в ГБС, тогда как в 2006 г. они очень сильно пострадали от морозов и возобновились за счет поросли из спящих почек у корневой шейки.

Рассуждая о перспективности видов, можно предположить, что данные 2006 г. являются наиболее объективными, так как при использовании интродукционных растений в озеленении большую роль играет устойчивость этих растений к суровым погодным условиям, возможным на данной территории.

**Оценка жизнеспособности и перспективности интродуцируемых
видов рода *Acer* по данным визуальных наблюдений**

Вид (форма)	Жизненная форма	Зимостойкость	Одревеснение побегов	Балл зимостойкости	Сохранение формы роста	Побегообразование	Прирост в высоту	Генеративное развитие	Способность размножения в культуре	Сумма показателей жизнеспособности	Группа перспективности
<i>A. barbinerve</i>	Д-К МН. Д	I	20	25	10	5	5	20	7	92	I
<i>A. campestre</i>	Д Д-К	II	15	20	10	5	5	20	7	82	II
<i>A. carpinifolium</i>	Д К	V	1	5	1	3	2	1	1	14	VI
<i>A. circinatum</i>	Д-К К	II	10	20	10	5	5	15	7	72	III
<i>A. ginnala</i>	МН. Д К	I	20	25	10	5	5	25	7	97	I
<i>A. laetum</i>	Д К	II	15	20	10	5	5	1	3	59	IV
<i>A. mandshuricum</i>	Д-К Д-К	II	15	20	10	3	5	20	7	80	II
<i>A. mono</i>	Д Д-К	I	20	25	10	5	5	25	7	97	I
<i>A. monspessulanum</i>	Д К	III	10	15	5	5	2	1	3	41	IV
<i>A. negundo «Auratum»</i>	Д Д	I	20	25	10	5	5	20	3	88	II
<i>A. nigrum</i>	Д Д	II	15	20	10	5	5	1	3	59	IV
<i>A. nikoense</i>		II	10	20	5	3	5	1	1	45	IV
<i>A. oliverianum</i>	К	V	1	5	1	5	2	1	1	16	VI
<i>A. opalus</i>	Д К	IV	5	10	1	5	2	1	3	27	V
<i>A. palmatum</i>	К-Д К	V	5	5	1	5	5	1	1	23	V
<i>A. pictum</i>	К	II	15	20	10	5	5	1	3	59	IV
<i>A. platanoides «Crimson king»</i>	Д Д	I	20	25	10	3	5	25	3	91	I
<i>A. platanoides «Drummondii»</i>	Д Д	I	20	25	10	5	5	15	3	83	II
<i>A. platanoides «Globosum»</i>	Д Д	I	20	25	10	3	5	20	3	86	II
<i>A. platanoides «Palmatifidum»</i>	Д Д-К	III	10	15	5	3	5	1	3	42	IV
<i>A. pseudoplatanus</i>	Д Д-К	I	20	25	10	3	5	20	7	90	II
<i>A. pseudoplatanus «Leopoldii»</i>	Д Д-К	II	15	20	10	5	5	1	3	59	IV
<i>A. pseudoplatanus «Purpurea»</i>	Д МН. Д	II	15	20	10	5	5	1	3	59	IV

Вид (форма)	Жизненная форма	Зимостойкость	Одревеснение побегов	Балл зимостойкости	Сохранение формы роста	Побегообразование	Прирост в высоту	Генеративное развитие	Способность размножения в культуре	Сумма показателей жизнеспособности	Группа перспективности
<i>A. pseudosieboldianum</i>	д д-к	II	15	20	10	3	5	15	7	75	III
<i>A. pubescens</i>	д к	III	15	15	5	5	5	15	7	67	III
<i>A. rubrum</i>	д мн. д	I	20	25	10	3	5	25	7	95	I
<i>A. saccharinum</i>	д д	I	20	25	10	5	5	25	10	100	I
<i>A. saccharum</i>	д д	I	20	25	10	3	5	1	3	67	III
<i>A. semenovii</i>	д к	II	15	20	5	3	5	20	7	75	III
<i>A. spicatum</i>	к-д к	II	15	20	10	5	5	25	7	87	II
<i>A. stevenii</i>	д к	II	15	20	10	3	5	1	3	57	IV
<i>A. tagmentosum</i>	д д-к	II	15	20	10	5	5	15	7	77	II
<i>A. tataricum</i>	д-к д-к	I	20	25	10	5	5	25	7	97	I
<i>A. trautvetteri</i>	д к	III	10	15	5	5	2	1	3	41	IV
<i>A. truncatum</i>	д д	II	15	20	10	5	5	1	3	59	IV
<i>A. ukurunduense</i>	д к	II	10	20	10	5	5	20	7	77	II
<i>A. velutinum</i>	д к	V	5	5	1	5	2	1	1	20	VI

Условные обозначения: д – дерево; к – кустарник; мн. д. – многоствольное дерево. Числитель – в естественных условиях; знаменатель – в условиях интродукции

Вполне перспективными оказались 6 видов, все они уже давно используются в озеленении Москвы. Еще 6 видов являются достаточно перспективными (II группа), их также можно рекомендовать для озеленения в данном климате. К III группе (менее перспективные растения) относятся 5 видов. Это либо виды с высокими показателями жизнеспособности, но не плодоносящие (*A. saccharum*), либо виды с более низкими показателями, у которых вызревает лишь часть плодов, а остальные погибают с наступлением осенних заморозков. Учитывая способность этих видов сохранять декоративность, главным об-

разом за счет листвы (*A. pseudosieboldianum*, *A. semenovii*), их вполне возможно использовать в озеленении Москвы. Наибольшее число наблюдаемых видов (8 шт.) входит в IV группу (мало перспективные растения). Для них характерной чертой является полное отсутствие плодоношения. Некоторые из этих видов сохраняют декоративность в условиях Москвы (*A. pictum*, *A. nigrum*), следовательно, в ограниченных масштабах могут быть использованы в озеленении. В группу неперспективных (V группа) и непригодных для интродукции растений (VI группа) входят 2 и 3 вида соответственно. Среди них отсутс-

твуют зимостойкие и слабо повреждаемые зимой растения. Из-за потери формы роста эти виды полностью теряют декоративность и поэтому непригодны для озеленения.

При оценке перспективности декоративных форм также учитывалось генеративное развитие и способность размножения в культуре, однако, учитывая низкую значимость этих показателей, в связи с невозможностью размножения семенами возможно предположение их оценки по 65-ти бальной шкале (табл. 2).

Результаты табл. 1 по декоративным формам были пересчитаны без учета показателей генеративного развития. Вследствие этого в соответствии с предложенной шкалой изменилась и группа перспективности (табл. 3). Она в большинстве случаев увеличилась на 1 или 2 порядка. Полученные данные в большей степени соответствуют действительности, так как многие из этих форм активно применяются в озеленении и хорошо себя чувствуют в условиях Москвы. Оценивать их по результатам табл. 1 было бы необъективно.

Для изучения зимостойкости разных видов рода *Acer* было проведено их распределение по фенологическим группам с различным ритмом сезонного развития. При этом все растения были разделены на основании литературных данных на группы в зависимости от сроков начала и завершения вегетации. Так как для многих видов имеются только приблизительные данные по срокам вегетации, то для каждой феногруппы были выделены точные и приблизительные даты ее начала и окончания (табл. 4).

Результаты по зимостойкости растений разных фенологических групп приведены в табл. 5. По результатам данной таблицы видно, что четкой зависимости между зимостойкостью и фенологической группой не наблюдается. Однако очевидным является снижение зимостойкости у видов, относящихся к поздним фенологическим группам. Следует обратить внимание на отсутствие растений среди наблюдаемых видов, которые относятся к ранним феногруппам. Также можно отметить отсутствие данных фенологических наблюдений для многих редких представителей рода *Acer*.

Т а б л и ц а 2

Шкала оценки перспективности декоративных форм

Индекс	Значение индекса	Сумма баллов
I	Вполне перспективные	56–65
II	Перспективные	41–55
III	Менее перспективные	31–40
IV	Малоперспективные	19–30
V	Неперспективные	13–18
VI	Абсолютно непригодные	менее 12

Т а б л и ц а 3

Оценка перспективности декоративных форм

Вид, форма	Сумма показателей жизнеспособности без учета генеративного развития	Группа перспективности
<i>A.pseudoplatanus</i> «Purpurea»	55	II
<i>A.pseudoplatanus</i> «Leopoldii»	55	II
<i>A.platanoides</i> «Drummondii»	65	I
<i>A.platanoides</i> «Crimson king»	63	I
<i>A.platanoides</i> «Palmatifidum»	38	III
<i>A.platanoides</i> «Globosum»	63	I
<i>A.negundo</i> «Auratum»	65	I

Т а б л и ц а 4

Сроки вегетации древесных растений в зеленых насаждениях Москвы и распределение их по феногруппам [5]

Феногруппа по ритму сезонного развития	Сроки вегетации	
	начало	окончание
Раннеранняя	11. IV – 22. IV	18. IX – 30. IX
Раннесредняя	11. IV – 22. IV	1. X – 13. X
Раннепоздняя	11. IV – 22. IV	14. X – 30. X
Среднеранняя	23. IV – 3. V	18. IX – 30. IX
Среднесредняя	23. IV – 3. V	1. X – 13. X
Среднепоздняя	23. IV – 3. V	14. X – 30. X
Позднеранняя	4. V – 15. V	18. IX – 30. IX
Позднесредняя	4. V – 15. V	1. X – 13. X
Позднепоздняя	4. V – 15. V	14. X – 30. X

Распределение видов рода *Acer* по фенологическим группам

Вид	Период вегетации в Москве	Зимостойкость, баллы
Среднеранняя группа		
<i>A. barbinerve</i>	23. IV – 21. IX	I
<i>A. ginnala</i>	30. IV – 29. IX	I
<i>A. mandshuricum</i>	3. V – 18. IX	II
<i>A. negundo</i> « <i>Auratum</i> »	Середина-конец апреля – конец сентября	I
<i>A. platanoides</i> « <i>Drummondii</i> »	Конец апреля – конец сентября	I
<i>A. platanoides</i> « <i>Globosum</i> »	2-ая половина апреля – конец сентября	I
<i>A. semenovii</i>	3. V – 25. IX	II
<i>A. tagmentosum</i>	30. IV – 23. IX	II
<i>A. ukurunduense</i>	25. IV – 25. IX	II
Среднесредняя группа		
<i>A. laetum</i>	2-ая пол-на апреля – 1-ая пол-на октября	II
<i>A. platanoides</i> « <i>Crimson king</i> »	Конец апреля – начало октября	I
<i>A. pseudosieboldianum</i>	30. IV – 4 X	II
<i>A. spicatum</i>	Конец апреля – начало октября	II
<i>A. tataricum</i>	29. IV – 2. X	I
Среднепоздняя группа		
<i>A. circinatum</i>	Конец апреля – середина октября	II
<i>A. palmatum</i>	Конец апреля – середина октября	V
<i>A. rubrum</i>	Конец апреля – середина октября	II
<i>A. saccharinum</i>	Конец апреля – середина октября	I
<i>A. saccharum</i>	Конец апреля – середина октября	I
Позднеранняя		
<i>A. campestre</i>	7. V – 26. IX	II
<i>A. mono</i>	7. V – 25. IX	I
<i>A. velutinum</i>	Начало мая – конец сентября	V
Позднесредняя		
<i>A. monspessulanum</i>	9. V – 9. X	III
<i>A. nigrum</i>	Начало мая – начало октября	II
<i>A. pseudoplatanus</i>	6. V – 11. X	I
<i>A. pseudoplatanus</i> « <i>Leopoldii</i> »	Конец мая – начало октября	II
<i>A. pubescens</i>	10. V – 12. X	III
<i>A. trautvetteri</i>	10. V – 6. X	III
Позднепоздняя		
<i>A. stevenii</i>	9. V – 15. X	II

Поэтому не получены достоверные данные по преобладающей феногруппе среди малоперспективных и неперспективных видов.

В данной работе также приведен анализ зимостойкости в зависимости от географического происхождения. При этом все наблюдаемые виды были разделены на 6 групп по своему естественному распространению в природе (табл. 6), и для каждой группы посчитан средний балл зимостойкости.

По данным табл. 6 можно сказать, что наибольшую группу составили дальневосточные виды. Они вместе с североамериканскими и европейскими видами имеют самые

высокие баллы по зимостойкости и наиболее предпочтительны в озеленении Москвы. Довольно обширную группу занимают представители Кавказа и Средиземноморья, но в большинстве это менее перспективные и неперспективные виды.

По 2 вида включают в себя группы Средней Азии и Китая, Кореи, Японии. При этом растения последней группы имеют самую низкую зимостойкость и нежелательны в озеленении Москвы.

В целом можно сделать вывод о большом разнообразии видов рода *Acer* и о значительной представленности их в озеленении.

Распределение видового состава рода *Acer* в зависимости от происхождения растений с указанием их зимостойкости

Географический район естественного распространения	Виды	Зимостойкость, баллы
Европа	<i>A.campestre</i>	II
	<i>A.pseudoplatanus</i>	I
	<i>A.tataricum</i>	I
	Итого видов: 3	Ср. балл: 1,3
Кавказ, Средиземноморье	<i>A.laetum</i>	II
	<i>A.monspessulanum</i>	III
	<i>A.opalus</i>	IV
	<i>A.stevenii</i>	II
	<i>A.trautvetteri</i>	III
	<i>A.velutinum</i>	V
	Итого видов: 6	Ср. балл: 3,2
Средняя Азия	<i>A.pubescens</i>	III
	<i>A.semenovii</i>	II
	Итого видов: 2	Ср. балл: 2,5
Северная Америка	<i>A.circinatum</i>	II
	<i>A.nigrum</i>	II
	<i>A.rubrum</i>	II
	<i>A.saccharinum</i>	I
	<i>A.saccharum</i>	I
	<i>A.spicatum</i>	II
	Итого видов: 6	Ср. балл: 1,7
Дальний Восток, Восточная Азия	<i>A.barbinerve</i>	I
	<i>A.ginnala</i>	I
	<i>A.mandshuricum</i>	II
	<i>A.mono</i>	I
	<i>A.pseudosieboldanum</i>	II
	<i>A.tagmentosum</i>	II
	<i>A.ukurunduense</i>	II
	Итого видов: 7	Ср. балл: 1,6
Китай, Корея, Япония	<i>A.palmatum</i>	V
	<i>A.carpinifolium</i>	V
	Итого видов: 2	Ср. балл: 5,0

Также в роду много редких и неиспользуемых видов, которые могли бы быть интересны с точки зрения декоративности. Среди них возможно проведение дальнейших исследований по повышению зимостойкости в условиях Москвы

Библиографический список

1. Древесные растения ГБС: Итоги интродукции за 60 лет. – М.: Наука, 2005.
2. Аксенова, Н.А. Клены / Н.А. Аксенова. – М.: Изд-во Московского университета, 1975.
3. Замятин, Б.Н. Aceraceae Lindl. Деревья и кустарники Т. 4. / Б.Н. Замятин. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1958.
4. Лапин, П.И. Интродукция лесных пород / П.И. Лапин, К.К. Калущкий, О.Н. Калущкая. М.: Лесная пром-сть, 1979. – 224 с.
5. Якушина, Э.И. Древесные растения в озеленении Москвы / Э.И. Якушина. – М.: Наука, 1982. – 158 с.

ПРИРОСТ СОСНЫ И ЕЛИ В СМЕШАННЫХ ДРЕВОСТОЯХ СРЕДНЕЙ ПОДЗОНЫ ТАЙГИ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА РОССИИ, ЗАТРОНУТЫХ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ

С.В. ТРЕТЬЯКОВ, доц. каф. лесной таксации и лесоустройства АрхГТУ, канд. с.-х. наук

Смешанные и сложные древостои на Европейском Севере России всегда были и остаются предметом дискуссии лесоводов. Высказываются различные доводы в пользу одних в сравнении с другими. Однако до сих пор нет окончательного ответа на вопрос – какие древостои выращивать: смешанные или чистые по составу? Достаточно ли точно отражают ход роста смешанных древостоев нормативы, составленные для чистых [2, 4].

Смешение древесных пород – явление не противоречащее природе, а скорее даже закономерные фазы развития живой природы. Как правило, смешанные леса формируются в условиях, благоприятных для роста нескольких пород, где они могут конкурировать между собой или длительное время произрастать вместе, не оказывая неблагоприятного воздействия. Чистые насаждения чаще формируются в крайне неблагоприятных для других древесных пород условиях, и реже формирование идет в условиях изоляции или в силу сложившихся обстоятельств (например частых пожаров).

В практике ведения лесного хозяйства вопрос выращивания чистых или смешанных древостоев связан в первую очередь с хозяйственными потребностями населения, государства и промышленности. Наличие в смешанных лесах разных пород и большего видового разнообразия растущих растений в целом позволяет в условиях рынка легче учитывать спрос при осуществлении лесопользования с сохранением средообразующих факторов леса. Выращивание смешанных древостоев позволяет сохранить генофонд растений, которые не растут в монокультурах. Сохранение биологического разнообразия в смешанных лесах позволяет надеяться на сохранении всех компонентов лесной среды. В рамках Хельсинского процесса среди «Критериев и наиболее подходящих количественных индикаторов для устойчивого управления лесами в Европе», принятых на первой

встрече экспертов по реализации решений Хельсинской конференции (Женева, 24 июня 1994 года) в качестве четвертого критерия принято «Поддержание, сохранение и соответствующее приумножение биологического разнообразия в лесных экосистемах», учитывается изменение доли смешанных древостоев, состоящих из 2–3 пород (пункт 4.4.).

Смешанные древостои в условиях европейского Севера не уступают чистым древостоям, а в большинстве случаев превосходят их по продуктивности. Продуктивность наличных деревьев в возрасте технической спелости на 40–60 % выше, чем в чистых сосняках [1, 5]. Входящие в него породы различаются по требовательности к свету, условиям питания и воздействию на среду обитания. Ель растет медленнее, поэтому отстает от сосны по высоте. Полог сосны защищает ель от вредного влияния поздних весенних заморозков, которые на севере происходят очень часто и существенно влияют на рост ели в молодом возрасте, повышает ее ветроустойчивость, стимулирует рост в высоту, тем самым воздействуя на форму ствола. Ухудшение елью условий почвенного питания из-за образования грубого гумуса компенсируется ее ролью подгона для сосны, происходит отенение стволов сосны кронами ели, что способствует более раннему очищению их от сучьев, формированию более полндревесных стволов. Ель теневынослива и способна длительное время произрастать под пологом сосны. Кроме того, в смешанных древостоях средней подзоны тайги почти всегда встречается примесь березы. Наличие березы в смешанных древостоях способствует улучшению почвенных условий. Одновозрастные сосново-еловые древостои в средней подзоне тайги сформировались в основном после пожаров [2].

Наиболее ценные результаты по изучению роста и продуктивности сосново-еловых древостоев получаются на постоянных пробных площадях (далее ПП). Наблюдения

за длительный (10, 20 и более лет) период позволяют корректировать таблицы хода роста, уточнять товарную структуру древостоев. Уникальные данные получены в результате стационарных более чем вековых наблюдений на лесной опытной даче Тимирязевской сельскохозяйственной академии (1964). В Архангельской области отдельные наблюдения ведутся на протяжении 40–50 лет [6, 7]. В процессе хозяйственного использования возникает необходимость сохранения биологического разнообразия в процессе рубок главного пользования. Наиболее полно сохраняется лесная среда при проведении несплошных видов рубок. В условиях средней тайги проведение выборочных рубок в смешанных древостоях с преобладанием сосны приводит к смене пород сосны на ель, так как под пологом их практически отсутствует сосновый подрост [3]. Ель в этих условиях занимает доминирующие позиции и успешно растет под материнским пологом, особенно старшего возраста. В данных условиях, по нашему мнению, наилучшие результаты можно получить, применяя длительно постепенные рубки, так как разреживание соснового полога позволяет получить дополнительный световой прирост, повышающий общую продуктивность древостоев и не приводит к развалу еловой части древостоя, что характерно для чистых ельников. После проведения несплошных рубок следует ожидать улучшения роста деревьев.

Для оценки последствий проведения двухприемных длительно постепенных рубок (рубка в осенне-зимний период 1993 г.) в смешанных сосново-еловых древостоях в 1994 г. были заложены две постоянные пробные площади, одна из которых служит контролем, а на второй проведен первый прием длительно-постепенной рубки. Интенсивность выборки по запасу составила 40 %. Состав древостоя в 2003 г. на участке после проведения рубки (ПП №51) 7С3Е+Б+Лц, запас 286 м³ на 1 га. На контроле (ПП №52) 5С3Е1Б1Лц, запас 439 м³ на 1 га. Тип леса – сосняк-черничник.

Для определения текущего прироста при проведении повторного перечета на ПП в 2003 г. взяты керны возрастным буром на каждой пробной площади у 10–12 деревьев сосны и столько же у ели. Высечки были об-

следованы под бинокулярным микроскопом и измерена толщина годичного слоя (текущий прирост по радиусу ствола). Полученные данные позволили построить график изменения толщины годичного слоя у деревьев на ПП (рисунок). Так как первый прием длительно-постепенной рубки проводился 10 лет назад, то мы измеряли приросты за последние 19 лет, то есть за 10 лет до проведения рубки и за 9 лет после ее проведения (прирост 2003 г. еще не сформировался в момент проведения наблюдений).

Из рисунка видно, что проведение первого приема длительно-постепенной рубки вызвало увеличение прироста как у сосны, так и у ели. Различие в величине текущего прироста по диаметру как у сосны, так и у ели до и после проведения первого приема длительно постепенных рубок достоверно с вероятностью безошибочных прогнозов 0,95. Средняя величина изменения диаметра ствола сосны на высоте груди за 9 лет после рубки составила $M \pm m = 3,5 \pm 0,67$ см, у ели $M \pm m = 1,51 \pm 0,15$. За 9 лет до рубки средняя величина изменения диаметра у сосны $M \pm m = 1,3 \pm 0,13$, а у ели $M \pm m = 1,0 \pm 0,09$ см. У ели различие этого параметра со средним значением за 10-летний период до рубки достоверно на любом вероятностном уровне (критерий Стьюдента = 8). У сосны различие достоверно с вероятностью безошибочных прогнозов 0,95. Различие этих параметров по сравнению с контролем достоверно на любом вероятностном уровне.

Следует отметить, что во время проведения первого приема постепенной рубки были выбраны наиболее крупные и деревья сосны с ослабленным ростом, поэтому, несмотря на случайный характер подбора модельных деревьев, общий текущий прирост по диаметру несколько выше, чем на контроле.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что проведение длительно-постепенных рубок в смешанных древостоях, произрастающих на дренированных почвах (слабоподзолистых, легкосуглинистых, иллювиально-железистых на среднем моренном карбонатном суглинке), позволяет повысить их общую продуктивность за счет увеличения светового прироста.

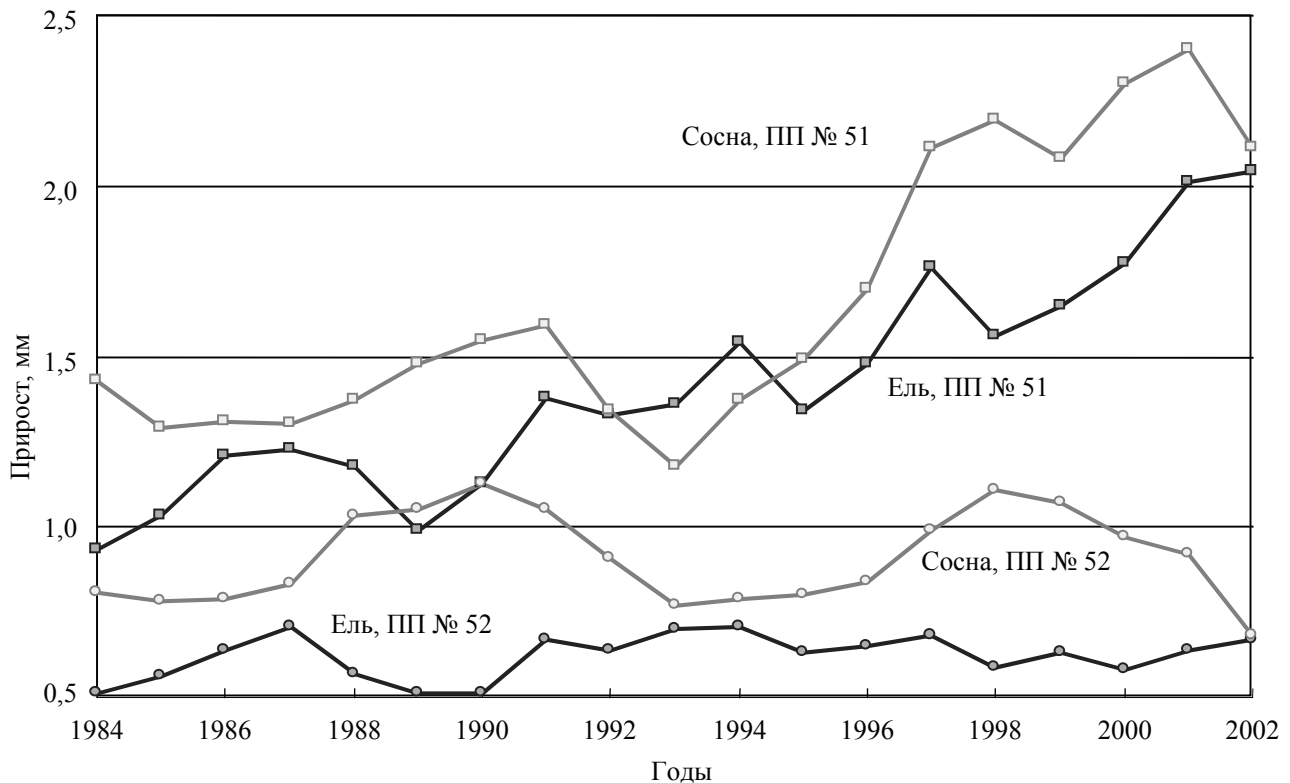


Рисунок. Изменение прироста по радиусу сосны и ели в сосново-еловом насаждении, пройденном первым приемом длительно-постепенной рубки (ПП №51) и на контрольном участке, не затронутом рубкой (ПП № 52)

Второй прием рубки планируется провести через 20 лет. Ожидается увеличение диаметров сосны в среднем на 7–10 см и на 3–5 см у ели. Это существенно повысит выход ценной крупной и средней древесины. При проведении второго приема для обеспечения возобновления сосны планируется оставлять семенники сосны в количестве не менее 20 шт. на гектаре. Наблюдения за возобновлением на прилегающих территориях показывают успешность возобновления сосны от семенных деревьев при достаточной минерализации почвы.

Библиографический список

1. Гусев, И.И. Рост и продуктивность сосново-еловых древостоев средней подзоны тайги Европейского Севера / И.И. Гусев, С.В. Третьяков // Лесная таксация и лесоустройство: сб. науч. тр. – Красноярск, 1989. – С. 48–59.
2. Мелехов, И.С. Лесоведение: учебник для вузов / И.С. Мелехов. – М.: Лесная пром-сть, 1980. – 408 с.
3. Мелехов, И.С. Лесоводство / И.С. Мелехов. – М.: Агропромиздат, 1989. – 301 с.
4. Морозов, Г.Ф. Учение о лесе. 4-е изд. / Под ред. В.В. Матренинского. – М.-Л.: Госиздат, 1928. – 368 с.
5. Неволин, О.А. Продуктивность смешанных сосняков Европейского Севера и организация хозяйства в них / О.А. Неволин, С.В. Третьяков, О.О. Еремина // Лесной журнал. – 2004. – № 3. – С. 26–36.
6. Неволин, О.А. Динамика сосново-березового насаждения в типе леса сосняк-кисличник и лесоводственная эффективность рубок ухода / О.А. Неволин, С.В. Третьяков, О.О. Еремина // Лесной журнал. – 2002. – № 2. – С. 17–22.
7. Соколов, Н.Н. Полувековой опыт изучения динамики сосняков черничных Европейского Севера / Н.Н. Соколов, А.А. Бахтин. – Архангельск: Изд-во АГТУ, 2001. – 68 с.
8. Третьяков, С.В. Среднетаежные сосново-еловые древостои и их значение в формировании высокопродуктивных насаждений / Третьяков С.В. // Тез. докл. Всесоюзн. конф. Эколого-географические проблемы восстановления лесов Севера. – Архангельск, 1991. – С. 84–85.
9. Итоги экспериментальных работ в лесной опытной даче ТСХА за 1962–1962 годы. Тип.ТСХА. – М., 1964. – 519 с.

МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ СРЕДЫ ПО АСИММЕТРИИ ЛИСТА *BETULA PENDULA ROTH* И *FRAGARIA VESCA L.*

Н.В. ТУРМУХАМЕТОВА, ст. преподаватель каф. зоологии и прикладной экологии МарГТУ, канд. биол. наук,

И.В. ШИВЦОВА, методист отдела аспирантуры и докторантуры МарГТУ

Одним из подходов к биологическому контролю качества среды является оценка ее здоровья. Суть этого подхода, предлагаемого В.М. Захаровым, заключается в оценке состояния экосистемы путем интегрирования ответов на вопрос о состоянии разных видов живых организмов, ее составляющих. В данной системе биологического мониторинга используется широкий спектр независимых методов: морфологический, генетический, физиологический, биохимический, иммунологический. Наиболее простым и доступным является морфологический метод.

В выбранном подходе используется характеристика стабильности развития организма путем оценки флуктуирующей асимметрии (далее ФА), то есть оценки ненаправленных различий между правой и левой сторонами различных морфологических структур, в норме обладающих билатеральной симметрией. Эти различия обычно являются результатом ошибок в ходе развития организма. При нормальных условиях уровень этих ошибок минимален, при любом стресс-воздействии он возрастает, что приводит к увеличению асимметрии [4].

Исследования проводились на территории Республики Марий Эл с 2000 по 2002 г. Выбор мест взятия проб проведен с целью:

1) характеристики состояния окружающей среды на территории г. Йошкар-Олы и Государственного природного заповедника «Большая Кокшага» в относительно чистых и антропогенно нарушенных (загрязненных) местообитаниях;

2) оценки степени ФА у растений разных возрастных (онтогенетических) состояний в соответствии с концепцией дискретного описания онтогенеза [3, 5, 7].

Объекты исследования – дерево береза повислая (*Betula pendula Roth*) и наземностолообразующий поликарпик – земляника лесная (*Fragaria vesca L.*).

На территории г. Йошкар-Олы были выбраны 4 участка, отличающиеся по степени загрязнения среды промышленно-транспортными выбросами [2, 6]. Это охраняемая природная территория лесопарк «Сосновая роща» (зона наименьшего загрязнения), микрорайон «Дубки» (зона слабого загрязнения), Парк культуры и отдыха им. 30-летия ВЛКСМ и окрестности фармацевтического завода ОАО «ICN Марбиофарм» (зона умеренного загрязнения). У 120 деревьев *B. pendula* 3-х онтогенетических состояний генеративного периода исследованы 4800 листовых пластинок, причем не только с укороченных, но и с удлиненных побегов. При определении возрастного состояния деревьев *B. pendula* основное внимание обращали на соотношение процессов новообразования и отмирания в кроне, форму кроны дерева, число порядков ветвления, степень развития корки. Молодые генеративные деревья *B. pendula* (g1) имеют ажурную островершинную пирамидальную крону с небольшим количеством плодов в верхней трети, в базальной части ствола корка трещиноватая. Средневозрастные генеративные деревья *B. pendula* (g2) имеют округловершинную пирамидальную крону, ствол на высоту до 1–2 м покрыт коркой с глубокими трещинами. Старые генеративные деревья *B. pendula* (g3) имеют куполообразную широкоокруглую плакучую крону, лидерная ось тянется среди ветвей в верхней части кроны, ствол почти на одну треть длины покрыт коркой с глубокими трещинами.

По методике В.М. Захарова и соавторов листья с удлиненных побегов не используются, так как у них выявляется больше нарушений в программе развития. Мы полагаем, что укороченные побеги несут на себе «информацию» об окружающей среде в течение нескольких лет, а удлиненные однолетние побеги чувствуют и испытывают краткосрочное воздействие, и поэтому их можно исполь-

зовать для подобного изучения особенностей развития в текущем вегетационном периоде. ФА листовой пластинки изучали по 5 признакам с левой и правой половины листа (рис. 1), оценивая при помощи интегрального показателя стабильности развития – относительно различия между сторонами листа, осредненного по совокупности признаков [4].

Двухфакторный (модель I) дисперсионный анализ [9] с использованием данных за 2 года исследования показал, что величина ФА листа с укороченного типа побега не зависит от возрастного состояния особи, а для листьев с удлинённых побегов – зависит ($P < 0,01-0,05$) (таблица). Следовательно, у особей *B. pendula* генеративной фракции отмечается большее постоянство морфообразовательных процессов листьев с укороченных побегов и значительная лабильность листьев с удлинённых побегов. В условиях умеренного загрязнения среды у разновозрастных деревьев происходят разнонаправленные изменения в развитии листьев с укороченных и удлинённых побегов, не соответствующие норме. Однолетние побеги у g1 особей в двух пунктах зоны умеренного загрязнения среды являются более чувствительными к загрязнению, а у g3 особей – менее чувствительными. Это, возможно, свидетельствует о разной устойчивости зачатков листьев в материнской почке, закладывающихся в год, предшествующий исследованию, к загрязнению на первом и третьем этапе генеративного периода *B. pendula*.

Неблагоприятные условия в парке и на заводе отразились на морфоструктуре особей в фрагментах популяции *B. pendula*, в которых преобладают деревья с высоким показателем ФА листа. По пятибалльной шкале стабильности развития [6] состояние листьев у деревьев *B. pendula* в Сосновой роще и Дубках соответствует условной норме (балл I), в парке – средним нарушениям в развитии (балл III), а на заводе – существенным (2000 год) (балл IV) или средним нарушениям (2001 год) (таблица). Величина интегрального показателя стабильности развития *B. pendula* в разных районах г. Йошкар-Олы согласуется с зонированием города по уровню загрязнения на основании данных лишеноиндикации, а также с данными по химическому составу атмосферного воздуха [2, 6].

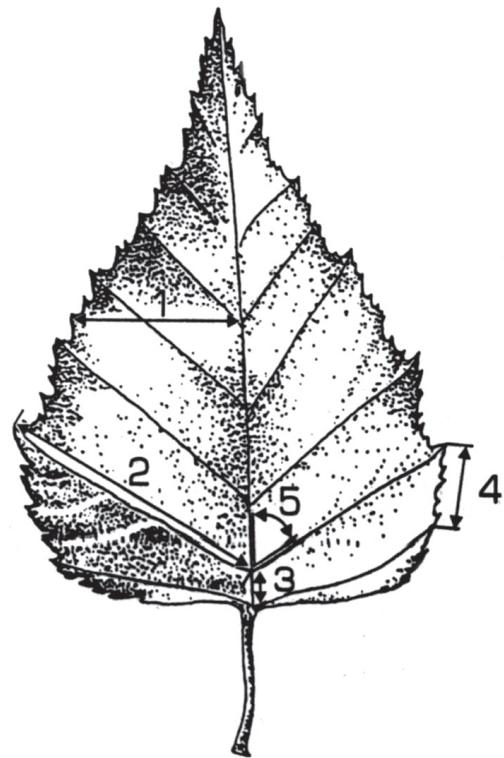


Рис. 1. Схема промеров листовой пластинки *Betula pendula* Roth: 1 – ширина половинки листа (измерение проводили посередине листовой пластинки); 2 – длина второй от основания листа жилки второго порядка; 3 – расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка; 4 – расстояние между концами этих жилок; 5 – угол между главной жилкой и второй от основания листа жилкой второго порядка

Для анализа ФА листа *F. vesca* собирали растения разных онтогенетических состояний (*im* – имматурное, *v* – виргинильное, *g1*, *g2*, *g3*, *ss* – субсенильное, *s* – сенильное) [1] в 4 экологически контрастных местообитаниях Государственного природного заповедника «Большая Кокшага», ранее описанных С.А. Дубровной. Исследуемые фитоценозы отличаются по характеру почв и по типу растительного сообщества:

1) сосняк можжевельново-душистокупеново-ландышево-зеленомошный («Сосняк») с хорошо развитым травяно-кустарничковым ярусом, почва – бурая, лесная, связно-песчаная на слоистых средних и крупнозернистых аллювиально-дерновинных песках;

2) «Вырубка» в ельнике-черничнике с примесью лиственных деревьев, почва – бурая, лесная, связно-песчаная грунтово-глееватая на слоистых песках;

Средняя величина интегрального показателя стабильности развития листьев с удлинённых побегов у особей *B. pendula* разных онтогенетических групп (А) и листьев с укороченных побегов у всех генеративных особей (Б) в 2000 году из разных точек

Пункт сбора	А			Б
	g1	g2	g3	У g
Сосновая роща	0,039 ± 0,002	0,039 ± 0,001	0,037 ± 0,003	0,036 ± 0,001
Дубки	0,039 ± 0,003	0,037 ± 0,003	0,035 ± 0,002	0,039 ± 0,001
Парк	¹ 0,050 ± 0,002	¹ 0,049 ± 0,004	¹ 0,041 ± 0,002	0,047 ± 0,001
Завод	² 0,055 ± 0,002	0,048 ± 0,003	² 0,045 ± 0,003	0,050 ± 0,001

Примечание: 1 – $P < 0,05$, 2 – $P < 0,01$

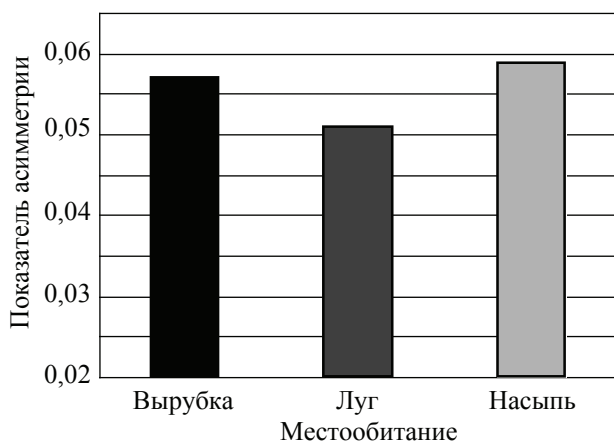


Рис. 2. Показатель ФА листа у особей *F. Vesca* всех возрастных состояниях в различных местообитаниях

3) Ценопопуляция *F. vesca* в экотонном сообществе на железнодорожной насыпи («Насыпь») представляет одновидовую заросль при отсутствии других видов, субстрат – крупный известняковый щебень;

4) суходольный луг («Луг») – *F. vesca* произрастает на границе между лугом сенокосного использования и смешанным лесом, почва данного экотонного сообщества характеризуется как дерново-среднеподзолистая, связнопесчаная, грунтово-глееватая на двучленных песчано-суглинистых породах.

Изучение ФА листовой пластинки *F. vesca* было проведено впервые, поэтому оценку стабильности развития особей данного вида проводили с использованием тех же признаков, что и для *B. pendula* [4], но дополнительно учитывали еще два:

- 1) число зубцов;
- 2) число жилок второго порядка.

Как и у *B. pendula*, у *F. vesca* встречаются симметричные, асимметричные листья

и с ярко выраженной асимметрией. Дисперсионный анализ [9] выявил статистически высокое ($P < 0,001-0,05$) влияние 3-х факторов: фитоценоз, онтогенетическое состояние и сезон на показатель ФА листа *F. vesca*. Наибольшее значение показателя отмечено для растений генеративного периода, у субсенильных и сенильных растений листья менее асимметричны. Статистически значимые различия выявлены для растений прегенеративного и постгенеративного периодов. Наибольшие значения показателя асимметрии листа наблюдаются на «Насыпи», далее на «Вырубке» и наименьшее значение – на «Лугу» (рис. 2). При сравнении значений показателя асимметрии за два сезона было отмечено, что коэффициент асимметрии в 2001 г. выше, чем в 2002 г.

Таким образом, использование показателя ФА листа у однолетних удлинённых побегов *B. pendula* позволяет выявить степень чувствительности разновозрастных особей к загрязнению среды. Оценка состояния среды в некоторых местообитаниях в черте г. Йошкар-Ола показала, что величина ФА листа является достаточно надежным количественным индикаторным показателем качества среды.

Показатель ФА листа *F. vesca* зависит от биологического возраста особи, условий местообитания и климатических факторов. Величина ФА листа *F. vesca* увеличивается в онтогенезе, достигая максимума в генеративном периоде, и затем уменьшается у старых растений. Тенденция изменений величины ФА листа *F. vesca* в различных местообитаниях неодинакова, что, возможно, свидетель-

ствует о зависимости данного показателя от условий экотопа, где и проходил онтогенез и морфогенез особи. Для разработки балльной шкалы интегрального показателя стабильности развития *F. vesca* и оценки состояния растений данного вида в загрязненных местообитаниях необходимы дальнейшие исследования.

Выражаем благодарность д.б.н. проф. Л.А. Жуковой и д.б.н. проф. Н.В. Глотову за консультации в процессе работы.

Библиографический список

1. Ведерникова, О.П. Онтогенез земляники лесной (*Fragaria vesca* L.) Онтогенетический атлас лекарственных растений. – Т. 2. / О.П. Ведерникова, С.А. Дубровная. – Йошкар-Ола: Изд-во МарГУ, 2000. – С. 196–203.
2. Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды Республики Марий Эл в 1998 году. – Йошкар-Ола, 1999. – 190 с.
3. Жукова, Л.А. Популяционная жизнь луговых растений. / Л.А. Жукова. – Йошкар-Ола: РИИК «Ланар», 1995. – 224 с.
4. Захаров, В.М. Здоровье среды: концепция / В.М. Захаров. – М.: Центр экологической политики России, 2000. – 30 с.
5. Работнов, Т.А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах / Т.А. Работнов // Геоботаника: тр. БИН АН СССР. – Сер. 3. – Вып. 6. – М.-Л., 1950. – С. 77–204.
6. Суетина, Ю.Г. Изменения эпифитной лишенофлоры и структуры популяции *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. в городской среде: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Ю.Г. Суетина. – Йошкар-Ола, 1999. – 26 с.
7. Уранов, А.А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов / А.А. Уранов // Биол. науки. – 1975. – № 2. – С. 7–34.
8. Ценопопуляции растений (очерки популяционной биологии) / Л.Б. Заугольнова, Л.А. Жукова, А.С. Комаров и др. – М.: Наука, 1988. – 184 с.
9. Sokal R.R., Rohlf F.J. Biometry. New York: Freeman, 1995. 887 p.

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ НАСАЖДЕНИЙ FORRUS-S – ИНСТРУМЕНТ ВЫБОРА СТРАТЕГИИ И ПЛАНИРОВАНИЯ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

С.И. ЧУМАЧЕНКО, доц. каф. информационных технологий МГУЛ, д-р биол. наук,

М.М. ПАЛЕНОВА, зав. сектором биоразнообразия ВНИИЛМ, канд. биол. наук,

С.В. ПОЧИНКОВ, зав. отделом экономики устойчивого лесопользования Росгипролес, канд. экон. наук,

Е.В. КУХАРКИНА, асп. каф. экономики и организации на предприятиях лесной промышленности и лесного хозяйства МГУЛ

Угроза экологической катастрофы осознана международным сообществом. На рубеже XXI века выработана новая парадигма хозяйственной деятельности человека на земле – устойчивое развитие. Она требует регулирования вредных промышленных выбросов в атмосферу, водную среду, почву; сохранения неизменными площади лесов, их ресурсного и защитного потенциалов, биоразнообразия; активизации природоохранных неправительственных национальных и международных институтов и движений. Обязательно не только сохранение девственных лесов, поддержание оптимального соотношения площади защитных и эксплуатационных лесов, но и экологически обоснованное лесопользование.

Устойчивое управление лесами – приоритетная концепция лесной политики на национальном и международном уровнях. Реализация устойчивого управления лесами должна обеспечить долговременное экономически выгодное взаимоотношение человека и лесных экосистем, т.е. сохранить их высокую продуктивность, возможность возобновления и оптимальный уровень биоразнообразия на протяжении жизни многих поколений.

Разработку методов устойчивого, экологически грамотного природопользования лесных территорий в современных условиях трудно представить вне современных информационных технологий. Электронные базы данных и геоинформационные системы становятся обычным арсеналом как исследо-

вателей, так и практиков лесного хозяйства. Следующим шагом в этом направлении будет повсеместное внедрение математического моделирования для планирования ведения лесного хозяйства и природопользования, выбора стратегии, поддержки принятия решений. Построение прогнозов развития лесных экосистем при разных вариантах ведения лесного хозяйства и лесопользования особенно актуально, поскольку время жизни моделируемых объектов (насаждений) и характерное время отклика на антропогенные воздействия (принимаемые решения) превышают собственное время субъекта воздействия – человека.

Математическое моделирование является одним из важнейших методов разработки научных основ управления лесными ресурсами и оптимизации лесопользования; инструментом углубленного исследования взаимосвязи между структурой, биологическим разнообразием и функционированием лесных экосистем и их элементов; средством разработки стратегии ведения лесного хозяйства и лесопользования с учетом региональных социальных и природно-климатических условий.

Таким образом, очевидно, что сценарное долгосрочное моделирование – необходимый элемент регионального и локального управления лесными ресурсами, незаменимый при формировании регионального Лесного плана. Применение метода математического прогнозного сценарного моделирования позволит найти компромисс разных групп общества при разработке стратегии экологически ответственного лесопользования конкретных лесных территорий. Кроме того, результаты прогнозных расчетов можно использовать при обучении специалистов лесного хозяйства основам рационального лесопользования; для информирования руководителей и общественности о перспективах развития лесных ресурсов региона и ожидаемых проблемах их использования; для повышения уровня информированности общественности о состоянии и использовании лесов; формировании рациональной стратегии лесопользования.

В настоящей работе была использована оригинальная имитационная модель прогноза динамики разновозрастных смешанных

насаждений [1] и разработанный на ее основе комплекс программ *FORRUS-S* (FORest of RUSSia – Stand), который предназначен для имитационного моделирования и анализа динамических процессов, протекающих в лесных массивах [8–11]. Предлагаемый подход отличается трехмерным пространством моделируемых элементов, реализован в технике эколого-физиологического имитационного моделирования. *FORRUS-S* интегрирует уникальный опыт лесоведения, фитоценологии и популяционной биологии, накопленный к настоящему времени в России: в своих расчетах модель учитывает закономерности изменения основных биоэкологических параметров видов деревьев и кустарников в течение их онтогенеза, принимает в расчет пространственное положение деревьев и их групп, пространственную неоднородность светового поля (доступной фотосинтетически активной радиации), гетерогенность почвенных условий роста и развития особей разных видов в условиях их конкуренции за ресурсы. В лесных насаждениях моделируются процессы роста, конкуренции, гибели и возобновления видов древесной и кустарниковой растительности, лесохозяйственные воздействия и лесопользование. Входными данными прогнозного комплекса являются стандартные по выделным данным о лесных ресурсах, набор и структура которых приняты для лесхозов/лесничеств, заповедников, национальных парков России. Расчеты ведутся для насаждений каждого выдела, отдельно для каждой когорты (элемента леса – группы деревьев одного вида и одного возраста).

Для решения задач разработки стратегии лесопользования в *FORRUS-S* реализована технология сценарного моделирования, которая позволяет учитывать разные варианты ограничений лесохозяйственного, экономического и экологического характера. Интеграция *GIS*-технологий и сценарного моделирования обеспечивает построение прогноза с учетом пространственного размещения насаждений и зонирования территорий. Для каждой из зон, например участков плантационного лесоразведения, эксплуатационных лесов, заповедных зон, зон с ограниченным лесопользованием, водоохраных зон, зеле-

ных коридоров и пр., может быть разработан и просчитан свой сценарий моделирования. Таким образом, в *FORRUS-S* реализован актуальный в настоящее время ландшафтный подход к планированию лесопользования. В результате моделирования для разных сценариев прогнозируется динамика: эксплуатационного запаса насаждений и его товарной структуры; экономически доступных ресурсов; главного и промежуточного пользования; породно-возрастной структуры насаждений; рентного дохода по главной рубке и рубкам ухода; затрат на лесовосстановление и уходы в молодняках; чистого лесного дохода; лесного биоразнообразия и пр.

FORRUS-S состоит из двух моделей: «Естественное развитие» и «Экзогенные (лесохозяйственные) воздействия». Модель естественного развития насаждений имитирует существенные процессы, протекающие в лесных насаждениях: распространение семян, процессы роста, конкуренции, спонтанное изреживание и естественное возобновление древостоя. Шаг работы модели составляет 5 лет. Площадь моделирования может составлять до нескольких десятков тысяч гектаров. После каждого шага моделирования формируется таблица данных по породному и возрастному составу древостоя и его биометрическим показателям для всех выделов моделируемого объекта. Для каждого элемента леса на выделе рассчитываются количество стволов, возраст, средняя высота дерева и средняя высота прикрепления кроны, средний диаметр ствола, площадь проекции и форма кроны, достигнутый бонитет. Кроме того, рассчитываются сведения о запасе, полноте, экономической доступности насаждения. Эти данные являются входными для работы модели «Экзогенные воздействия» (в том числе – лесохозяйственные). Имитация внешних воздействий может быть подключена на любом шаге моделирования и быть избирательной к элементам моделируемого пространства. С практической точки зрения наибольший интерес представляет моделирование различных режимов лесопользования, лесохозяйственных мероприятий, содействия естественному возобновлению леса, посадки лесных культур и пр. Алгоритмы лесохозяй-

ственных мероприятий разработаны на основе принятых в отрасли нормативов и рекомендаций [3, 4].

Сценарии моделирования *FORRUS-S* могут отличаться не только лесохозяйственными, но и экономическими параметрами, прежде всего рентной стоимостью лесосырьевых ресурсов, которая определяет хозяйственную ценность лесов. Рентная стоимость древесного запаса на таксационном выделе определяется как сумма стволовых рент. Исходной информацией служит распределение стволов по породам, ступеням толщины и качеству (деловые, дровяные). При расчетах считается, что насаждение таксационного выдела экономически доступно, если рентная стоимость его древесного запаса больше нуля. Лесопользование на участке лесного фонда лесничества или лесхоза экономически устойчиво, если запас экономически доступных древесных ресурсов долговременно не убывает.

Критерием экономической эффективности лесного хозяйства является чистый доход, рассчитываемый как разность дохода от рубок главного пользования и рубок ухода, и расходов на лесовосстановление и уходы в молодняках. Стволовые ренты – основа для определения экономически эффективного способа рубки леса. Совокупность стволов на выделе с положительной рентой образуют эффективный запас насаждения. Сравнение эффективного запаса с общим (ликвидным) дает основание судить о целесообразности того или иного способа рубки. Рентный доход от рубок ухода может быть как положительным, так и отрицательным (зависит от спроса на круглые лесоматериалы). Доходные рубки ухода называются коммерческими. Программы блока лесохозяйственных воздействий и лесопользования с учетом экономических критериев «назначают» и имитируют рубки ухода и рубки главного пользования, формируют информацию о вырубляемых запасах согласно определенному пользователем сценарию.

Для проведения компьютерных экспериментов были использованы повыдельные лесотаксационные данные 2005 г. по Корткеросскому лесничеству Корткеросского

лесхоза, который расположен в Вычегодско-Сысольском округе еловых, сосновых, березовых и осиновых лесов Республики Коми [2]. Почвообразующими породами на большей части округа служат моренные суглинки и маломощные слабогалечниковые супеси на суглинистой морене. На дренированных приречных склонах и расчлененных участках междуречий произрастают зеленомошно-черничные ельники с участием пихты и вторичные осиновые и березовые леса. Слабо дренированные равнинные междуречья с застойным водным режимом заняты долгомошно-голубичными, сфагново-долгомошными ельниками с участием сосны и березы. Центральные части плоских водоразделов заняты сфагновыми болотами и сфагновыми сосновыми рединами. На древнеаллювиальных борových террасах рек Вычегды и Сысолы преобладают зеленомошно-лишайниковые и лишайниковые сосняки. В понижениях в сочетании с ними развиты сфагново-зеленомошные сосняки на торфянисто-подзолисто-глеватых почвах. Растительный покров округа сильно изменен в результате хозяйственной деятельности человека, в связи с этим значительная часть его территории занята производными елово-березовыми, елово-сосновыми, березово-сосновыми, березовыми и осиновыми лесами с травяным, травяно-зеленомошным, а в старовозрастных сообществах – зеленомошным покровом.

Согласно современному режиму использования лесной фонд Корткеросского лесничества был разделен на три категории: эксплуатационные леса, защитные полосы вдоль рек, защитные полосы вдоль дорог. Таким образом, построение прогноза и оценка динамики состояния лесного фонда были проведены с учетом функционального зонирования территории.

Традиционные методы обоснования размера неистощительного пользования лесом по умолчанию рассчитаны на интенсивное ведение лесного хозяйства: оборот рубки принимается равным возрасту технической спелости, не учитывается период лесовосстановления на сплошных вырубках и естественная смена пород. Практика далека от таких предположений.

Проблема выбора (экономического обоснования) системы хозяйства неразрывна с проблемой оптимизации возраста рубки и обоснования размера пользования лесом.

Метод сценарного моделирования позволил сформировать несколько стратегий (сценариев) ведения лесного хозяйства и лесопользования, имитировать запланированные мероприятия и получить соответствующие прогнозные данные о динамике насаждений Корткеросского лесничества.

В рамках выполненного исследования разработаны сценарии *естественного развития, экстенсивного и интенсивного* ведения лесного хозяйства и лесопользования (соответственно, сценарии Е-1, Э-2, И-3, И-4, И-5 – таблица). Для сценариев Э-2, И-3, И-4 было задано условие, что рубки главного и промежуточного пользования моделируются только в случае, если значение рентной стоимости насаждений, отводимых на выдел в рубку, больше нуля. При расчете по сценарию И-5 при рубке главного пользования допускался убыток, но не более чем в 50 руб./м³. «Назначение» (моделирование) лесохозяйственных воздействий рассчитывается программой для каждого выдела отдельно, при этом учитываются такие параметры, как формула древостоя, возраст, полнота, экономическая доступность насаждений.

Принципиальным отличием «интенсивного» ведения лесного хозяйства является создание лесных культур на территориях, пройденных рубками главного пользования. В случае моделирования рубок главного пользования с сохранением подроста (сценарии Э-2 и И-3) на выделе сохраняется естественный подрост насаждения (в условиях Корткеросского лесничества, как правило, еловый). При моделировании создания культур программа предварительно проводит оценку естественного возобновления на вырубке – проверяет наличие на выделе подроста и его количество.

На всех вырубках, которые не имеют достаточного естественного возобновления, согласно сценариям И-3, И-4, И-5 создаются культуры сосны. По сценариям И-4 и И-5 рубки главного пользования моделируются без сохранения подроста.

**Параметры моделирования для различных сценариев ведения
лесного хозяйства и лесопользования**

Код сценария	Главное пользование			Промежуточное пользование		Лесовосстановление
	Минимально допустимая доходность насаждений, отводимых в рубку, руб/м ³	Сохранение подроста при рубках главного пользования	Максимально допустимый объем рубок главного пользования, м ³ за 5 лет	Проведение рубок ухода	Минимально допустимая доходность насаждений, отводимых в рубку, руб/м ³	Создание культур сосны
Е-1	–	–	–	–	–	–
Э-2	> 0	да	200 000	нет	–	нет
И-3	> 0	да	200 000	да	> 0	да
И-4	> 0	нет	200 000	да	> 0	да
И-5	> –50	нет	250 000	да	> 0	да

Лесовосстановление осуществляется посадкой культур сосны с последующими уходами за молодняками. В средневозрастных и приспевающих насаждениях проводятся только коммерческие рубки ухода. Естественные потери культур моделируются как гибель 10 % площадей культур за первые 5 лет после их создания.

При анализе результатов моделирования планировали:

1) рассчитать и обосновать для Корткеросского лесничества размер неистощительного постоянного экономически доступного главного пользования лесом;

2) выявить преимущества и недостатки альтернативных систем (экстенсивной и интенсивной) ведения лесного хозяйства;

3) определить целесообразность создания культур сосны для территорий Корткеросского лесничества;

4) определить целесообразность сохранения елового подроста при рубке главного пользования;

5) оценить тенденции изменения лесного разнообразия при разных стратегиях ведения лесного хозяйства.

Размер неистощительного главного пользования лесом был рассчитан на основе распределения насаждений по группам возраста, далее были просчитаны разные сценарии, различающиеся ограничением по максимально допустимому объему рубки. Задавалось два варианта верхней границы рубки главного пользования: 250 и 200 тыс. м³ за

5 лет. Размер постоянного пользования лесом был определен методом сценарного моделирования динамики насаждений. Искомым решением был вариант, по которому размер пользования за весь период моделирования не опускается ниже минимально допустимого уровня.

Анализ динамики запасов показывает, что при расчетах по сценариям с разрешенным максимальным использованием в 200 тыс. м³ за 5 лет размер главного пользования сохраняется постоянным за весь рассматриваемый период. Критическая точка (ее место на оси времени определяется исходной породно-возрастной структурой лесного фонда Корткеросского лесничества) приходится на 21-й шаг моделирования (105-й год), когда запас экономически доступных ресурсов опускается до «предельной планки». Можно предположить, что с увеличением максимального допустимого размера рубки главного пользования постоянство пользования будет нарушено. Это подтверждается при анализе прогнозных данных, которые рассчитаны по сценарию И-5: между 90-м и 110-м годами прогнозируется нарушение постоянства пользования. После прохождения критической точки для сценариев с интенсивным ведением хозяйства прогнозируется рост экономически доступных ресурсов. Это, вероятно, свидетельствует о том, что на период второго оборота рубки размер пользования можно увеличить. Проверка этой гипотезы требует разработки дополнительных сценариев с воз-

растающей верхней границей допустимого размера рубки леса. Принцип постоянства пользования, по крайней мере в пределах отдельно взятого лесничества, нельзя считать абсолютным. Для промышленности важно сохранить пользование не убывающим в пределах всей сырьевой базы, и если последняя состоит из нескольких лесничеств, то можно гармонизировать рубку по каждому из них таким образом, что пользование в целом будет и максимальным, и постоянным одновременно; при этом должны быть приняты в расчет также интересы местного населения.

Моделирование естественного развития насаждений (сценарий Е-1) подтвердило ранее высказанное мнение [1] о формировании в зоне южной и средней тайги в условиях заповедного режима преимущественно еловых лесов. Согласно построенному прогнозу при отсутствии пожаров и других возмущающих воздействий через 200 лет леса Корткеросского лесничества будут преимущественно еловыми. Экстенсивный и интенсивный способы ведения лесного хозяйства на той же территории приведут к формированию насаждений с существенно иным породным составом. Заданный для моделирования неистощительный размер главного пользования по Корткеросскому лесничеству при экстенсивном способе ведения лесного хозяйства приведет через 200 лет к расстроенным, преимущественно березовым насаждениям. В то время как при интенсивном способе ведения лесного хозяйства при том же (сценарий И-3, И-4) и даже большем (сценарий И-5) размере главного пользования можно сформировать еловые и достаточно продуктивные для условий региона Республики Коми сосновые насаждения.

В условиях Корткеросского лесничества естественное возобновление насаждений (в отсутствие влияния пожаров) составлено преимущественно елью. В этой связи при моделировании рубок главного пользования с сохранением подроста (сценарий И-3) на выделах сохраняется достаточное количество естественного елового подроста, что постепенно ведет к увеличению доли еловых насаждений как по площади, так и по общему и вырубаемому запасу. В результате сохра-

нения елового подроста и содействия естественному возобновлению на территории Корткеросского лесничества для этого сценария прогнозируется лишь небольшое количество площадей, на которых возможно размещение культур сосны. Эта особенность в будущем скажется как на формировании породного состава лесничества, так и на динамике запасов спелой древесины и главного пользования лесом. Небольшое количество площадей для лесокультурных работ в этом случае в перспективе становится причиной менее устойчивого роста экономически доступных ресурсов по сравнению с другими сценариями с интенсивной формой ведения лесного хозяйства. Эта особенность связана с тем, что на территории Корткеросского лесничества сосняки формируются более продуктивными, чем ельники.

Моделирование рубок главного пользования без сохранения подроста (сценарий И-4, И-5) в соответствии с заданными правилами сценарного моделирования (на всех вырубках создаются культуры наиболее продуктивной для условий Корткеросского лесничества породы – сосны) приведут через 100–130 лет к устойчивому росту экономически доступных ресурсов и существенному увеличению доли площадей, занятых сосновыми насаждениями.

Сценарное долгосрочное моделирование позволяет проводить сравнительную оценку изменения не только продукционных, но и экологических характеристик лесных насаждений при разных вариантах лесопользования. Ведение лесного хозяйства без учета экологических параметров лесных экосистем может привести к утрате необходимых в биологическом круговороте элементов лесной среды (старых деревьев, сухостоя, валежа, лиственных пород и пр.). Эти изменения, в свою очередь, повлекут за собой исчезновение целого ряда звеньев трофической цепи – многих видов растений, грибов, животных [5].

Нарушение экосистемных свойств лесных насаждений ведет к утрате их продукционных характеристик и устойчивости.

Результаты моделирования средствами *FORRUS-S* наглядно демонстрируют влияние

разных способов ведения лесного хозяйства и лесопользования на компоненты биоразнообразия лесных насаждений: экосистемное, видовое и структурное разнообразие [6], количество старых деревьев и валежа.

Для оценки биоразнообразия лесных экосистем были использованы такие параметры прогнозных баз данных, как соотношение площадей (в некоторых случаях – запасов), занятых насаждениями, отличающимися по породному составу, числу видов деревьев и кустарников, типу популяционных стратегий, возрастной и ярусной структуре и пр. В данной работе на примере прогнозных данных проиллюстрированы тенденции изменения одного из компонентов структурного разнообразия лесных экосистем – размерного разнообразия популяции сосны в насаждениях Корткеросского лесничества. Исследователями отмечена [7] значимость размерной гетерогенности особей популяции деревьев-эдификаторов на формирование структурного разнообразия лесов, которая обеспечивает разнообразие экологических ниш для животных. Анализ динамики этого параметра структурного разнообразия был проведен путем расчета доли участия деревьев разных размерных классов (по диаметру) в общем запасе популяции (рис. 1).

Через 200 лет прогнозируется существенное снижение доли крупноразмерных деревьев в случае экстенсивного ведения лесного хозяйства, что можно объяснить как увеличением площади смешанных насаждений, так и конкурентным влиянием на размеры деревьев сосны быстрорастущей березы в таких насаждениях. Прогнозируемое увеличение доли деревьев большого диаметра в популяции сосны при интенсивном ведении лесного хозяйства объясняется формированием значительных площадей чистых сосновых насаждений и влиянием рубок ухода в молодняках.

Поскольку биоразнообразие описывается большим количеством различных параметров (видовое, популяционное, экосистемное, генетическое разнообразие), то необходимо отметить, что прогнозное моделирование показало, что динамика отдельных параметров биоразнообразия при одних и тех

же воздействиях может иметь различную тенденцию.

Прогнозное моделирование позволяет оценить динамику не только продукционных и экологических, но и экономических характеристик лесных ресурсов. Для разработанных сценариев ведения лесного хозяйства в Корткеросском лесничестве были проведены расчеты и проанализирована динамика доходов и расходов. При этих расчетах параметры регионального рынка круглых лесоматериалов и цены на факторы производства (дороги, техника, топливо, трудовые затраты) были приняты близкими к современным. Чистый лесной доход рассчитывался вычитанием из рентного дохода главного и промежуточного пользования расходов на создание культур и ухода в молодняках (рис. 2).

Поскольку в условиях Корткеросского лесничества сосновые насаждения обладают сравнительно высокой продуктивностью, то затраты на посадки культур и рубки ухода в молодняках возвращаются хозяйству стабильным, достаточно высоким чистым доходом. Именно такой прогноз динамики чистого дохода получен для сценариев интенсивного ведения лесного хозяйства (рис. 3): затраты на лесовосстановление через 200 лет обернутся увеличением чистого дохода Корткеросского лесничества приблизительно в 3–4 раза против того, что может быть получено к этому времени на той же территории при сохранении экстенсивного способа ведения лесного хозяйства.

Таким образом, долгосрочное прогнозирование позволяет увидеть скрытые на первый взгляд недостатки экстенсивного способа ведения лесного хозяйства и лесопользования, оценить удаленные во времени преимущества интенсивного хозяйства. Подобные оценки долгосрочной динамики лесозащитно-эксплуатационного фонда необходимы при планировании развития производственных мощностей, формировании региональной лесной стратегии.

Моделирование предоставляет возможность в кратчайшие сроки оценить долгосрочные последствия разных способов ведения лесного хозяйства и лесопользования для лесных экосистем.

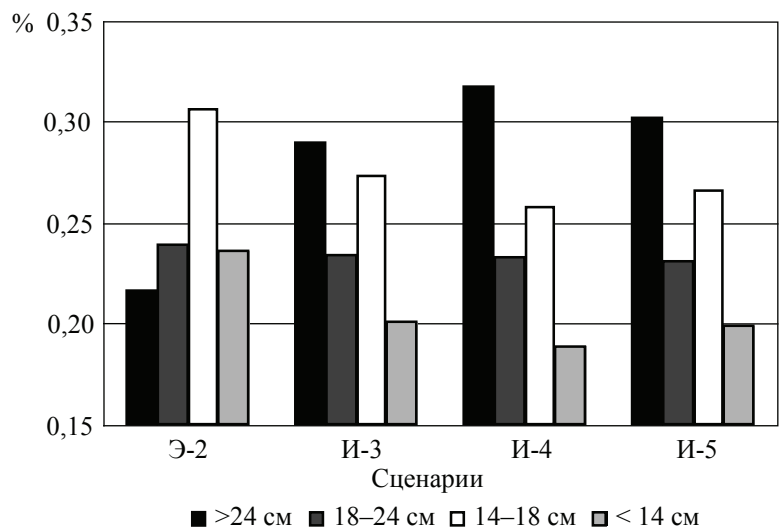


Рис. 1. Структурное разнообразие популяции сосны на 200-м году моделирования: доля участия деревьев разных размерных классов (по диаметру) в общем запасе для разных сценариев ведения лесного хозяйства

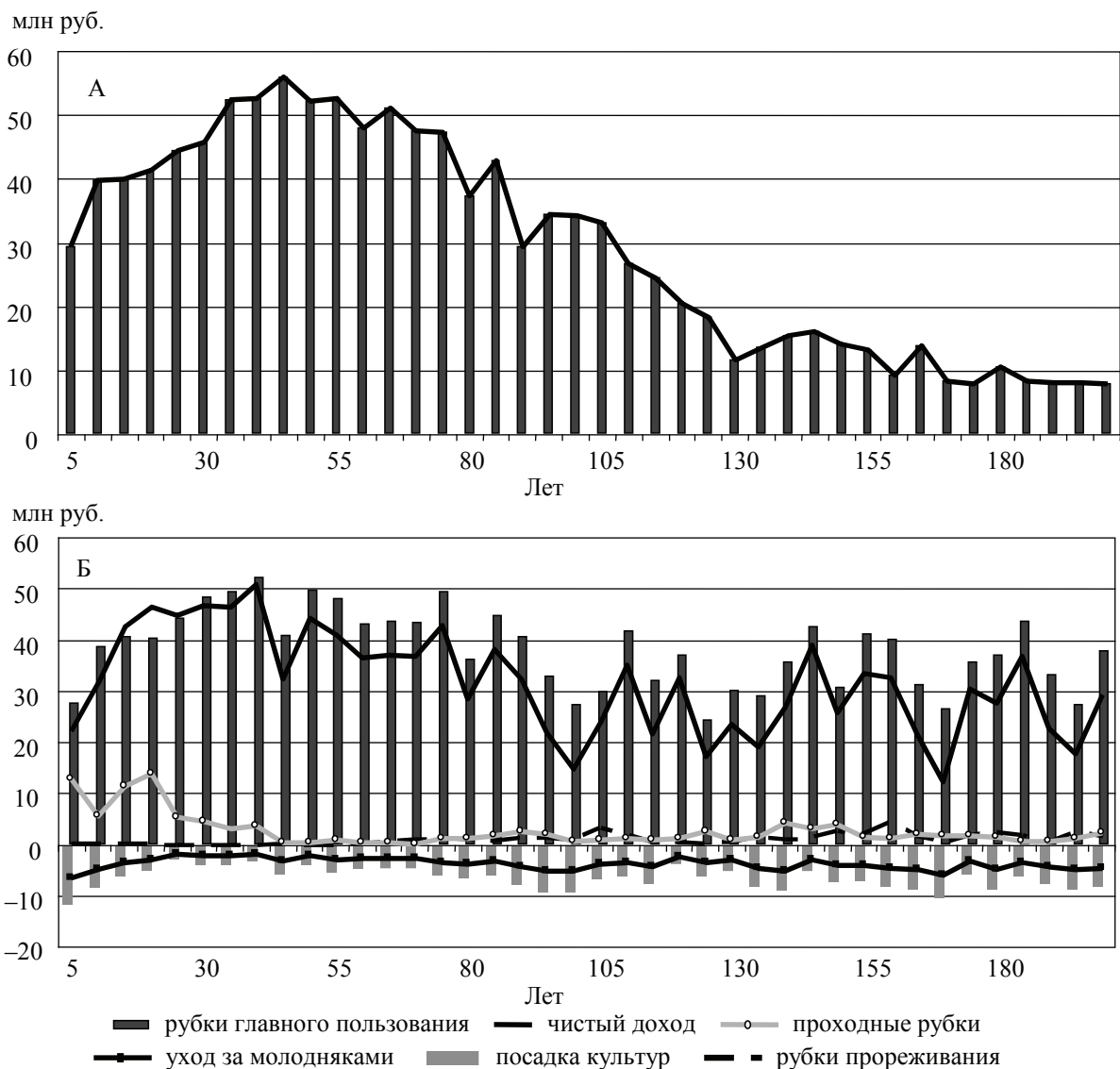


Рис. 2. Динамика доходов и расходов при экстенсивной Э-2 (А) и интенсивной И-3 (Б) формах ведения лесного хозяйства на территории Корткеросского лесничества

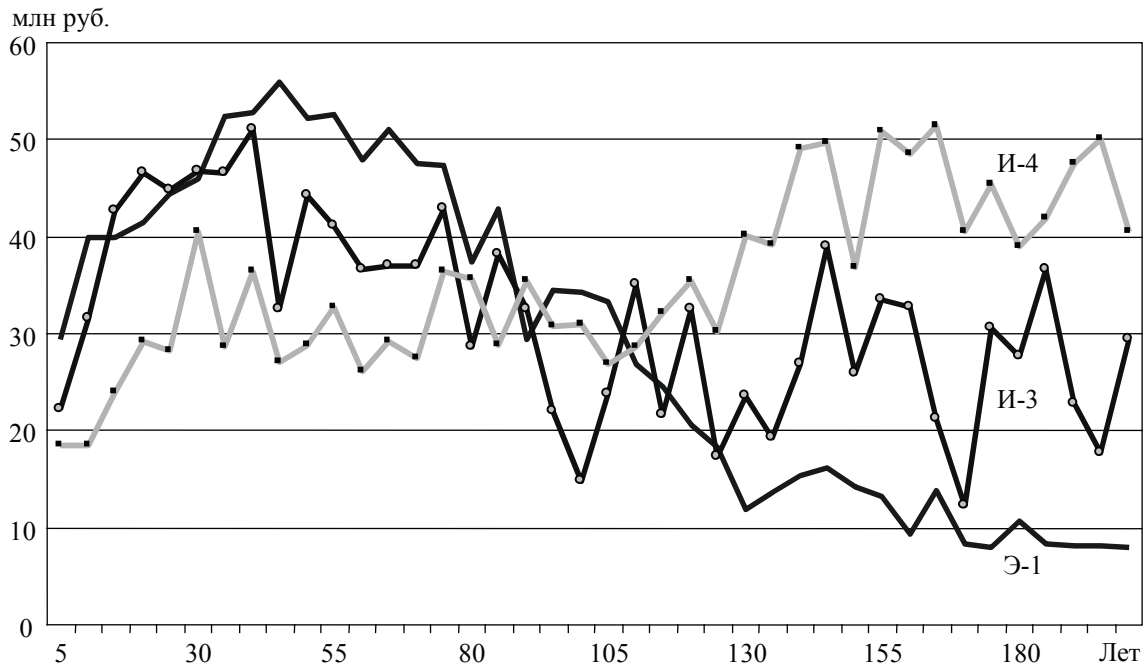


Рис. 3. Результаты моделирования: прогноз динамики чистого дохода (за каждые 5 лет) для разных сценариев моделирования

Анализ результатов сценарного моделирования динамики насаждений Корткеросского лесничества Корткеросского лесхоза Республики Коми показал:

1) рассчитанный по Корткеросскому лесничеству размер главного пользования в 200 тыс. м³ за 5 лет был определен правильно: неистощительное пользование было обеспечено на весь период моделирования – 200 лет;

2) существующие в настоящий момент в лесничестве сосновые насаждения можно продолжать эксплуатировать, не инвестируя в их воспроизводство (стратегия экстенсивного лесного хозяйства), и получать при этом высокий доход, однако экстенсивная форма приведет к деградации сосняков, почти полному через 200 лет вытеснению их елью и березой и, как следствие, существенному снижению доходности лесного хозяйства лесничества;

3) интенсивная форма хозяйства в сосновых насаждениях (хозсекциях) для насаждений Корткеросского лесничества стратегически безальтернативна. Это единственный способ сохранить их ресурсный потенциал для будущих поколений;

4) преимущество интенсивного хозяйства, которое сопровождается значитель-

ными затратами на создание культур и уходы в них, проявляется лишь в отдаленной перспективе – через 80–100 лет и выражается в существенно большем запасе доходных ресурсов, улучшении сортиментного состава, положительной динамике чистого дохода и пр.;

5) сохранение елового подроста при рубке главного пользования в условиях Корткеросского лесничества нецелесообразно;

6) оценка тенденций изменения лесного разнообразия показывает, что влияние интенсивных форм ведения лесного хозяйства и лесопользования не носят однозначно отрицательного характера: необходима разработка технологии получения интегральной (совокупной для разных параметров лесного разнообразия) оценки биоразнообразия лесных экосистем, формирования щадящих (экологических) стратегий ведения интенсивного лесного хозяйства;

7) подлинно постоянным пользованием лесом следует считать такое, когда сохраняется не только долгосрочно неубывающий размер рубки леса, но и не ухудшается сортиментный состав заготавливаемой древесины, сохраняется разнообразие лесных экосистем.

Приведенный в статье пример прогнозных расчетов показал, что, с одной сто-

роны, при разработке стратегии ведения лесного хозяйства необходимо долгосрочное прогнозирование. С другой стороны, критерием эффективности различных форм хозяйства может служить динамика чистого лесного дохода на один-два оборота рубки.

Приведенный пример долгосрочных прогнозных расчетов показал, что будет достаточно сложно мотивировать арендаторов лесных участков (пользователей) инвестировать лесной доход в интенсивное воспроизводство лесов. Поэтому форма хозяйства, наряду с размером пользования лесом и правилами рубок, должна применяться государством как выразителем общенациональных (региональных) интересов в качестве важнейшего инструмента (норматива) административного регулирования лесных отношений. Прогнозные расчеты помогут не только составить обоснованные указания и нормативы, но и позволят адекватно рассчитать ресурсы, необходимые для ведения устойчивого лесного хозяйства.

Прогнозный комплекс *FORRUS-S* применялся в рамках федеральных целевых программ «Леса России», «Экология и природные ресурсы России», «Интеграция», международных научных программ INTAS-97-30255 «Forest Models for Sustainable Forest Management», INTAS-2001-0633 «Silvicultural Systems For Sustainable Forest Resource Management».

Библиографический список

1. Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность; под ред. О.В. Смирновой – М.: Наука, 2004. – 479 с.

2. Леса Республики Коми. – М.: Дизайн. Информация. Картография, 1999. – 332 с.
3. Наставления по рубкам ухода в равнинных лесах Европейской части Российской Федерации, приказ N347 от 29.12.1993.
4. Основные положения по рубкам ухода в лесах России, приказ Федеральной службы лесного хозяйства России от 28.09.93 № 253. – М.: Федеральная служба лесного хозяйства России. – 1993. – 64 с.
5. Оценка и сохранение биоразнообразия лесного покрова в заповедниках европейской России. – М.: Научный мир, 2000. – 272 с.
6. Паленова, М.М. Прогноз динамики таксационных показателей лесных насаждений при разных сценариях ведения лесного хозяйства: оценка изменения биоразнообразия и экологических характеристик лесного фонда / М.М. Паленова, В.Н. Коротков, С.И. Чумаченко // Экология, мониторинг и рациональное природопользование: сб. научн. тр. – Вып. 314. – М.: МГУЛ, 2001. – С. 164–174.
7. Смирнова, О.В. Старовозрастные леса Пяозерского лесхоза северо-западной Карелии / О.В. Смирнова, В.Н. Коротков // Бот. журн. – 2001. – Т. 86. – № 1. – С. 98–109.
8. Чумаченко, С.И. Базовая модель динамики многовидового разновозрастного лесного ценоза: сб. науч. тр. – Вып. 248. – М.: МЛТИ, 1993. – С. 147–180.
9. Чумаченко, С.И. Прогноз динамики таксационных показателей лесных насаждений при разных сценариях ведения лесного хозяйства / С.И. Чумаченко, М.М. Паленова, В.Н. Коротков // Восточно-европейские леса: история в голоцене и современность. – М.: Наука, 2004. – С. 492–507.
10. Chumachenko S.I., Syssouev V.V., Palyonova M.M., Bredikhin M.A., Korotkov V.N. Imitation modeling of heterogeneous uneven-aged stands spatial dynamics taking into account silvicultural treatment. IUFRO Conference, Copenhagen, 1996. P. 484–492.
11. Chumachenko S. I., Korotkov V. N., Palenova M. M., Politov D.V. Simulation modelling of long-term stand dynamics at different scenarios of forest management for conifer – broad-leaved forests // Ecol. Modeling, Vol. 170, 2003. P. 345–361.

ПОЗДРАВЛЯЕМ ЮБИЛЯРА!



В августе 2007 года исполнилось 85 лет со дня рождения профессора Международной Славянской академии академика РАЕН Александра Николаевича Полякова. Он родился в городе Ростове-на-Дону в семье гидромелиоратора Полякова Николая Владимировича. Детские и юношеские годы прошли в г. Новочеркасске. После перевода в 1936 г. отца в Москву Александр закончил среднюю школу. В 1940г. осенью был призван в ряды Советской армии и направлен на Дальний Восток. Служил в войсках связи, радистом 1 и 2 классов. Командовал радиовзводом, был начальником радиостанции. Принимал участие в боевых действиях против японских империалистов в августе-сентябре 1945 г. в Манчжурии и Южном Сахалине в составе 21 ОПС 2-го Дальневосточного фронта. Награжден орденом Отечественной войны 2 степени, медалями, знаком Фронтовик.

В 1946 г. после демобилизации вернулся в г. Москву и поступил в Московский лесотехнический институт (ныне МГУЛ),

который закончил с отличием в 1951 г. Под руководством академика Николая Павловича Анучина закончил аспирантуру, стал кандидатом сельскохозяйственных наук, доцентом, работал на кафедре лесной таксации и лесоустройства. Подготовил сотни специалистов для лесного хозяйства.

Сферу научных интересов А.Н. Полякова представляет лесная таксация и лесоустройство. Им составлены таблицы хода роста и сортиментной структуры чистых и смешанных насаждений различного происхождения Московской, Ивановской, Калининской, Владимирской, Ярославской областей. Выявлены закономерности распределения деревьев по диаметрам крон и соотношений полноты, густоты и сомкнутости в сосняках Владимирской области. Он автор впервые составленных таблиц хода роста лиственных, сосново-еловых, елово-сосновых и чистых культур К.Ф. Тюрмера, созданных этим лесоводом в Порецком лесничестве Уваровского (ныне Бородинского) лесхоза Московской области. Им велись наблюдения за дубом-великаном станицы Вешенской Ростовской области и сосной-великаном Шатурского лесхоза Московской области. Более 40 лет ведутся исследования в сосново-еловых насаждениях Щелковского учебно-опытного лесхоза МГУЛ и памятнике природы Андреевском лесхозе Владимирской области. В Уйгурском лесхозе Алма-Атинской области Казахстана проведены исследования по ходу роста ясеня согдианского в Чарынской ясеновой роще.

В 1986 г. А.Н. Поляков принимал участие в лесоустройстве Лесной опытной дачи ТСХА, а в 1987 г. зачислен в ее штат. В Лесной опытной даче он заложил 18 постоянных пробных площадей, восстановил 15 проб, заложенных в разные годы кафедрой лесоводства МСХА. Им дополнены и обработаны данные 137 постоянных пробных площадей, заложенных в XIX и XX веках выдающимися лесоводами А.Р. Варгасом де-Бедемаром, М.К. Турским, Г.М. Турским, В.Т. Собичевским, Н.С. Нестеровым, В.П. Тимофеевым, насчитывающих сегодня 10 томов таксационно-лесоводственных описаний. В историческом парке МСХА им проведен сплошной

перечет 1113 деревьев, заложена постоянная пробная площадь в древостое из ольхи черной, а в дендросаду им. Р.И. Шредера – пробная площадь в лиственничном древостое. Совместно с профессором В.К. Хлюстовым составлены лесотаксационные нормативы возрастной динамики роста строения и продуктивности культур лиственницы различной густоты и полноты. В сотрудничестве с профессором В.Д. Наумовым проведены таксационно-почвенные исследования на 15 постоянных пробных площадях.

Исследованиями А.Н. Полякова охвачены многие другие научные объекты. Так, в 1996 г. совместно с Н.М. Андреевым изучены 260-летние сосново-еловые насаждения на острове Городомля Селигерского лесхоза Тверской области. В 2003 г. впервые заложена постоянная пробная площадь величиной в 0,8 га в Линдуловской лиственничной роще Рошинского лесхоза Ленинградской области. В Хреновском лесхозе-техникуме им. Г.Ф. Морозова в 2004 г. для проведения учебных занятий и использования в научно-исследовательских работах заложил три постоянные пробные площади в сосновых культурах Н.Д. Суходского, Н.И. Проховского и А.Н. Верехи. В 1998 г. им заложено еще 8 постоянных пробных площадей, а в 2006 г. сделаны повторные перечеты культур лиственницы, ели и сосны веймутовой, произрастающих на черноземах в Моховском лесничестве Новосильского лесхоза Орловской области.

А.Н. Поляков – автор и соавтор 10 книг (учебников, практикумов, монографий), 18 научно-исследовательских и учебно-методических брошюр, 125 статей по различным вопросам лесного хозяйства. Монография «Лесоводы Петровской и Тимирязевской академии» (2000 г.) признана Советом Московского общества испытателей природы во главе с академиком В.А. Садовничим лучшей книгой в области естественных наук.

А.Н. Поляковым в Лесной опытной даче создан музей леса, получивший высокую оценку отечественных и зарубежных специалистов. В музее и на постоянных пробных площадях ЛОД проводятся лекции, экскурсии и практические занятия со студентами, экскурсантами и учащимися средних школ.

А.Н. Поляков неоднократный участник ВДНХ и ВВЦ. Наряду с военными наградами он отмечен знаками «Отличник высшей школы СССР», «За сбережение и приумножение лесных богатств РСФСР». За большой личный вклад в подготовку специалистов для лесного хозяйства, активную научно-педагогическую деятельность и в связи с 75-летием со дня рождения награжден почетной грамотой Федеральной службы лесов России. 21 сентября 2003 г. в День работников леса указом президента РФ В.В. Путина А.Н. Полякову присвоено почетное звание Заслуженный работник высшей школы Российской Федерации. Он является председателем совета ветеранов войны и труда факультета почвоведения, экологии и агрохимии МСХА.

Зав. каф. лесоводства РГАУ им. К.А. Тимирязева В.К. Хлюстов,
проф. МГУЛ М.Д. Мерзленко

Романовский М.Г., Федорова А.И., Щекалев Р.В., Абиссаломова О.В. ПОВЕРХНОСТНАЯ ПЛОТНОСТЬ ЛИСТОВЫХ ПЛАСТИНОК ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО.

Поверхностная плотность листовых пластинок дуба черешчатого (ПП, г/м²) подчинена закономерностям групповой изменчивости количественных признаков: ряд изменчивости ПП состоит из трех-четырех групп с перекрывающимися наполовину областями определения. Модальные значения средней ПП: 60–70, 100–110 и 140–150 г/м². В четвертой, слабо представленной группе листовых пластинок ПП ≈ 200 г/м². Для высечек, лишенных крупных жилок, модальные значения плотности: 41, 60, 79, 98 г/м². Групповая изменчивость ПП, судя по литературным данным, – общее правило для сосудистых растений. Изменяя в соответствии с освещенностью в период дифференциации соотношение листьев с разной ПП и их пространственную ориентацию дерева оптимизируют продукционный процесс.

Romanowsky M.G., Feodorova A.I., Schekalev R.V., Abissalomova O.V. THE SURFACE DENSITY IN QUERCUS ROBUR LEAVES.

The density in oak leaves surface (LSD) obey the rules of group variation in the quantitative traits: the LSD variation row include three-four groups with a half over-covered into-group limits of LSD. The modes of mean group LSD are: 60–70, 100–110 and 140–150 g/m². In the fourth minor group LSD ≈ 180–200 g/m². In leaf cuttings without big leaf nerves the LSD-group modes are: 41, 60, 79, 98 g/m². The variation into 3–4 over-covered groups is a mutual rule for a leaves of vascular plants by the literature. Changes in LSD-groups structure and leaf spatial orientation let the tree to optimize its production process.

Аксенов П.А., Коровин В.В. ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ДРЕВЕСИНЫ ДУБА РАЗЛИЧНОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЕГО ПРИГОДНОСТИ К ПРОИЗВОДСТВУ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫХ КОНЬЯЧНЫХ СПИРТОВ.

Рассматриваются особенности анатомического строения древесины дуба и их влияние на качество алкогольной продукции. На основании сравнительных исследований дается ряд рекомендаций к отбору древесины дуба для целей виноделия. Выделены наиболее важные критерии оценки пригодности древесины для изготовления коньячных бочек.

Aksenov P.A., Korovin V.V. RESEARCH OF STRUCTURE AND CHEMICAL COMPOUND OF WOOD OF AN OAK OF A VARIOUS GEOGRAPHICAL ORIGIN FOR AN ESTIMATION OF SUITABILITY FOR MANUFACTURE HIGH-QUALITY COGNAC SPIRITS.

This article deals with peculiarities of anatomical structure of oaks wood and its influence on the quality of alcohol drinks. Some recommendations for the selection of the oaks wood for the aim of wine-making are given in the article on the basis of comparative researches. The most important criterions for evaluation of the most appropriate sorts of oaks wood for production cognacs barrels are stressed.

Бекмансуров М.В., Османова Г.О. ОЦЕНКА ПОВРЕЖДЕНИЙ ЛИСТЬЕВ *PLANTAGO MAJOR* L. И *PLANTAGO LANCEOLATA* L. БИОТРОФНЫМИ КОНСОРТАМИ В РАЗНЫХ МЕСТООБИТАНИЯХ.

Оценка повреждений листьев *Plantago major* L. и *Plantago lanceolata* L. биотрофными консортами в различных природных местообитаниях и в посадках позволила разработать пятибалльную шкалу оценки степени повреждений листьев изученных видов. Одинаковый характер повреждений листьев *P. major* и *P. lanceolata* свидетельствует о том, что оба вида подорожника имеют схожий видовой состав листогрызущих консортов.

Bekmansurov M.B., Osmanova G.O. ASSESSMENT OF LEAF BLIGHT OF *PLANTAGO MAJOR* L. AND *PLANTAGO LANCEOLATA* L. DONE BY BIOTROPHIC CONSORTS IN VARIOUS WILDLIFE HABITUAL AREAS.

Assessment of leaf blight of *Plantago major* L. and *Plantago lanceolata* L. done by biotrophic consorts in various wildlife habitual areas and plantations made it possible to develop a five score scale of leaf blight assessment degree of the studied species. Similar nature of leaf blight of *P. major* и *P. lanceolata* testifies that both species of plantain have identical species composition of leaf-eating consorts.

Владимиров Б.Н., Романовский М.Г., Щекалев Р.В. ОТМИРАНИЕ ВЕТВЕЙ ПЕРВОГО ПОРЯДКА В ПРОЦЕССЕ РОСТА И ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ДЕРЕВЬЕВ В КЛОНЕ ОСИНЫ ЕСТЕСТВЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ.

Исследованы редко описываемые параметры модельных деревьев. Методы сбора и обработки образцов были выработаны в процессе выполнения кафедрой селекции МГУЛ в 1960–1972 гг. хозяйственных тем по проблемам эксплуатации осинников Курской, Московской, Костромской, Вологодской, Ярославской областей. В статье использованы результаты исследований по хозяйственной теме кафедры селекции Московского лесотехнического института (ныне МГУЛ) с Московским управлением лесного хозяйства в 1968–1970 гг.: «Воспитание и разведение здоровой деловой осины в лесах Московской области» (руководитель проф. А.Я. Любавская).

Vladimirov B.N., Romanowsky M.G., Schekalev R.V. CROWN FORMATION IN THE NATURAL CLONE OF *POPULUS TREMULA* L.

We have obtained some new parameters of growing crowns in 25-years rametes of the aspen clone M184 in Radovitskoje forest massive of Moscow region (east part). The branches and stems in that high-productive clone shows uneven growth with the dramatically changes in the growth-equation parameters in relation to the stages of ontogeny. The mutual perimeter of the main branches bases demonstrates two traces of growing; which is the sign of two ways of crown leaf-mass stable states. The open surface of dead branches (which is a gates for fungous stem infection) are growing till ten years, when it attach about 5 dm².

Горячев В.М. ОСОБЕННОСТИ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ ДИНАМИКИ ЛЕСОВ В ПОЙМЕ р. НАДЫМ (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ).

Представлены результаты обследования лесных сообществ в разных частях поймы р. Надым. Проведен анализ изменения растительности на аллювиальных отложениях на участках нижнего, среднего и верхнего течения реки. Получены количественные данные изменения возраста, состава древесного яруса и подроста хвойных пород в разные периоды и на разных стадиях восстановления лесных сообществ.

Goryachev V.M. FEATURES OF REGENERATIVE DYNAMICS OF WOODS IN THE RIVERS NADYMS POJME (WESTERN SIBERIA).

Results of inspection of wood communities in different parts of the rivers Nadyms pojme. The analysis of change of vegetation on alluvial adjournment on sites bottom, average and headwaters of the river current. Quantitative given changes of age, structure of a wood circle and young trees coniferous breeds during the different periods and stages of restoration of wood communities are received.

Ершов Р.В., Коптев С.В., Ежов О.Н. ТОВАРНОСТЬ ФАУТНЫХ ДЕРЕВЬЕВ ОСИНЫ.

Исследование товарности древостоев и отдельных деревьев является важной практической задачей лесной таксации. При товаризации древесных стволов, не имеющих видимых внешних и скрытых внутренних пороков, осложнений, как правило, не возникает. Руководствуясь стандартами на круглые лесоматериалы, легко определить оптимальные размерные характеристики сортиментов в соответствии с сортиментным заказом или в расчете на максимальный выход. Наличие пороков значительно

осложняет оптимальный раскрой стволов. Поэтому целью данного исследования было установление товарности стволов осины, имеющих различные пороки.

Ershov R.V., Koptev S.V., Ezhov O.N. MERCHANTABILITY OF ROOT AFFECTED ASPEN TREES.

Research of tree stands and separate trees merchantability is the important practical task of forest mensuration. Evaluation of trees without defects affecting does not cause difficulties. Presence of apparent and hidden defects considerably complicates this process. Therefore it is necessary to establish merchantable structure of aspen trees having main defect – root caused by mushroom *Phellinus tremulae* (Bond) Bond et Borisov in Bond. Revealing of patterns of defects size characteristics with aspen trees merchantability will permit to establish connections of mensuration parameters affecting and to propose example of taxation norms for its evaluation.

Завидовская Т.С. К ВОПРОСУ О ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЕ ФЛОРЫ НАГОРНОЙ ЧАСТИ ТЕЛЛЕРМАНОВСКОГО ЛЕСНОГО МАССИВА.

Выявлен состав флоры нагорной части Теллермановского лесного массива, включающий 406 видов сосудистых растений. Приводятся результаты анализа распределения видов по типам ареалов. Обосновывается выделение долготных географических элементов. Рассматриваются возможные пути проникновения ряда видов и их групп во флору Теллермановского лесного массива.

Zavidovskaya T.S. QUESTIONING GEOGRAPHICAL STRUCTURE OF THE FLORA OF UPLAND PART OF TELLERMANOVSKII FOREST TRACT.

The flora structure of upland part of Tellermanovskii forest tract is revealed including 406 species of vascular plants. It is given proof of singling out geographical elements of longitude. The results of analyzing of species distribution according to their natural habitat. Possible ways of penetrating of a number of species and their types into the tract flora is carefully examined.

Канев В.А. ФЛОРА ВЫСШИХ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ ПРЕДГОРНОЙ ЧАСТИ СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ИЛЫЧ ПЕЧОРО-ИЛЫЧСКОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА.

Летом 2004 года проводились флористические исследования в районе кордона Шежим-Дикост Шежим-Илычского флористического района Печоро-Илычского заповедника. Согласно геоботаническому районированию, принятому в России [1], изученная территория относится к Камско-Печорско-Западноуральской подпровинции Урало-Западносибирской таежной провинции Евразийской таежной области и располагается в полосе экотона подзон северной и средней тайги. Было выявлено, что флора высших сосудистых споровых, голосеменных и покрытосеменных растений Шежим-Илычского флористического района (окрестности кордона Шежим-Дикост) Печоро-Илычского заповедника составляет 347 видов, относящихся к 201 родам и 74 семействам.

Kanev V.A. FLORA OF HIGHER VASCULAR PLANTS GROWING WITHIN A PIEDMONT SITE OF ILYCH MIDDLE REACH BELONGING TO THE PECHORA – ILYCH BIOSPHERE RESERVE.

In summer 2004 there were floristic studies carried out in the area of the Shezhim-Dikost cordon of the Shezhimilychsky floristic region belonging to the Pechora – Ilych biosphere reserve. Based on geobotanical subdivision approved in Russia (Isachenko and Lavrenko, 1980), the explored area is related to the Kamsk-Pechora-Western Siberia sub-province of the Urals-Western Siberia taiga province incorporated in the Eurasian taiga region and situated in an ecotone sub-zone of the Northern and central taiga. It was determined that flora of higher vascular, cryptogamous, gymnospermous and angiospermous plants of the Shezhimilychsky floristic region (environs of the Shezhim-Dikost cordon) belonging to the Pechora – Ilych biosphere reserve, comprises 347 species related to 201 genus and 74 families.

Коровин В.В., Румянцев Д.Е. ЕСТЕСТВЕННЫЙ ОТБОР И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСКУССТВЕННОГО ОТБОРА НА СКОРОСТЬ РОСТА В ПОПУЛЯЦИЯХ ХВОЙНЫХ ПОРОД.

В статье обсуждаются методологические проблемы селекции хвойных пород на увеличение скорости роста. С учетом особенностей экологии разных видов хвойных сделаны предположения о типах пространственной генетической структуры в древостоях. Рассматриваются направления действия естественного отбора по признаку скорость роста в древостоях с разным типом пространственной генетической структуры.

Korovin V.V., Rumiantsev D.E. NATURAL SELECTION AND PERSPECTIVES FOR ARTIFICIAL SELECTION FOR GROWTH RATE IN CONIFEROUS POPULATIONS.

Methodological aspects of coniferous selection for growth rate increase are discussed in the article. On the base of species ecology knowledge estimates about the type of spatial genetic structure in the natural stands of different coniferous species were made. Directions of natural selection at the stands with different type of spatial structure for such trait as growth rate are discussed.

Корчагов С.А., Грибов С.Е., Ключкина Н.А. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ В ПОСАДКАХ ПО ТИПАМ ЛЕСА.

При изучении свойств древесины нельзя не учитывать условия произрастания, которые оказывают влияние на рост и развитие древостоев, а, следовательно, и на качество древесины. В статье приведен краткий исторический обзор литературы по данному направлению, изложены методика и результаты исследований качества древесины сосны в посадках по типам леса, выявлены условия, отвечающие требованиям формирования древесины с наилучшими показателями физико-механических свойств.

Korchagov S.A., Gribov S.E., Klyukvina N.A. THE COMPARATIVE CHARACTERISTIC OF PHYSICOMECHANICAL PROPERTIES OF WOOD OF A PINE IN LANDINGS ON TYPES OF A WOOD.

At studying properties of wood it is necessary to consider condition of growth which influence growth and development of forest stands, and, hence, and on quality of wood. In clause the brief historical review of the literature in the given direction is resulted, the technique and results of researches of quality of wood of a pine in landings on types of a wood are stated, the conditions which are meeting the requirements of formation of wood with the best parameters of physicomachanical properties are revealed.

Мамаев В.В., Романовский М.Г., Судницына Т.Н. ИЗМЕНЕНИЯ В ПОЧВАХ ПАШЕН СРЕДИ НАГОРНОЙ ЛЕСОСТЕПНОЙ ДУБРАВЫ.

Распашка выдела и замена древесной растительности на травяную изменяет водный режим и режим накопления и минерализации запасов гумуса не только в поверхностных, но и в глубоких слоях почвенно-грунтового профиля. Влажность глубоких слоев под огородом в конце вегетации регулярно становится на 5–6% выше, чем под лесом.

Mamaev V.V., Romanowsky M.G., Sudnitsyna T.N. CHANGES IN THE SOILS OF UPLAND OAK FOREST AFTER TREE CUTTING AND LONG TERM PLOWING.

The plowing of a forest cuttings among the broadleaved tree stands in southern mid-Russia forest-steppe lead to cardinal changes in a soil water migration. At the end of vegetation period the moisture in 2,5–10,0 m under the agriculture are usually 5–6 % higher then under the forest. Carbons pool in humus of the deep soil layers fail after cutting 50 % in cause of tree root litter-fall cessation.

Матвеева Р.Н., Буторова О.Ф. ОСОБЕННОСТИ УКОРЕНЕНИЯ И РОСТА КЕДРА СИБИРСКОГО, РАЗМНОЖЕННОГО ЧЕРЕНКОВАНИЕМ.

Приведены результаты изучения особенностей укоренения черенков кедра сибирского в зависимости от географической и индивидуальной изменчивости маточных растений. Черенки были за-

готовлены в географических культурах с отобраных деревьев. Укоренились черенки от 40 % маточных растений, приживаемость черенков составила 11–78 %. У трехлетних укорененных черенков длина корней варьировала от 20 до 26 см, количество – от 1 до 3 шт. Большое значение при вегетативном размножении кедра сибирского имеет индивидуальная изменчивость маточных растений по способности к черенкованию. Черенковые растения, посаженные в плантационные культуры, по внешнему виду не отличаются от семенных.

Matveeva R.N., Boutorova O.F. FEATURES OF PINUS SIBIRICA ROOTING AND PROPAGATION, COPIED BY CUTTING.

The results of study of features of rooting of *Pinus sibirica* cuts are given depending on geographical and individual variability of parent plants. The cuts were prepared in geographical cultures from the selected trees. The cuts from 40 % of parent plants have taken roots, length of cuts has made 11-78 %. At the three-years rooting cuts length of roots varied from 20 up to 26 sm, quantity – from 1 up to 3 pieces. The large importance at vegetative duplication of a *Pinus sibirica* there is an individual variability of parent plants on ability to cutting. The cutting plants planted in plantations cultures, on appearance do not differ from seeds.

Неволин О.А., Третьяков С.В., Торхов С.В. К ИСТОРИИ ОБ УСЫХАНИИ ЕЛОВЫХ ЛЕСОВ В МЕЖДУРЕЧЬЕ СЕВЕРНОЙ ДВИНЫ И ПИНЕГИ.

Рассмотрены природные процессы распада одновозрастных ельников, направленные на смену поколений, и показано влияние на них выборочных и сплошных рубок. За истекшее столетие отмечен полувековой цикл вспышек массового усыхания ели. Потеря высококачественной древесины можно и должно избежать, отказавшись от установившихся шаблонов рубки леса, при интенсивном развитии инфраструктуры территории освоения спелых еловых массивов междуречья Северной Двины и Пинеги.

Nevolin O.A., Tretyakov S.V., Torhov S.V. TO A HISTORY ABOUT SPRUCE FORESTS DEGRADATION BETWEEN RIVERS NORTHERN DVINA AND PINEGA.

The natural processes of even-aged spruce degradation were overlooked. The influence of selective and continuous cuttings on this process was showing. During last century it was undefined the 50 –years cycle of spruce stands drying. It is possible to escape the losses of high-quality wood by refusing from stable forms of forest cuttings at intensive development of an infrastructure of territory of cuttings in spruce stands massive between rivers Northern Dvina and Pinega .

Османова Г.О. СОСТОЯНИЕ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ *PLANTAGO MAJOR L.* И *PLANTAGO MEDIA L.* В ЛЕСНЫХ ФИТОЦЕНОЗАХ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ.

Описана возрастная структура ценопопуляций *Plantago major L.* и *Plantago media L.* в лесных сообществах Республики Марий Эл. Выявлено, что ценопопуляции обоих видов подорожников в лесных фитоценозах имеют сходную возрастную структуру, которая зависит от биологических особенностей видов, типа стратегии и комплексного воздействия экологических факторов.

Osmanova G.O. CONDITION OF POPULATIONS *PLANTAGO MAJOR L.* AND *PLANTAGO MEDIA L.* IN WOOD COMMUNITIES OF REPUBLIC MARY EL.

The age structure of coenopopulations *Plantago major L.* and *Plantago media L.* in wood communities of Republic Mary El is described. It is revealed, that coenopopulations of the plantains in wood phytocenosis have similar age structure which depends on biological features of kinds, such as strategy and complex influence of ecological factors.

Пайамнор В. ИЗУЧЕНИЕ ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ КЛЕНОВ ЗЕЛЕНКОРОГО И КРАСНОГО И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОИДНОСТИ ИХ ХРОСОМОМНОГО НАБОРА В УСЛОВИЯХ ИВАНТЕЕВСКОГО ПИТОМНИКА.

Приведены результаты фенологических наблюдений и определения хромосомного набора у двух видов клена – красного и зеленокорого.

Цель данного исследования – изучить фенологические особенности развития кленов зеленокорого и красного и определить хромосомный набор этих видов на основе коллекционного материала Ивантеевского дендрария.

Paiannor V. STUDYING OF PHENOLOGICAL FEATURES OF MAPLES AND DEFINITION PLOIDY THEIR CHROMOSOMAL COMPLEMENT IN CONDITIONS IVANTEEVKA OF NURSERY.

Results of phenological supervision and definitions of a chromosomal complement at two kinds of a maple – *Acer rubrum* L. and *A. tegmentosum* L. are resulted.

Погиба С.П. АНАЛИЗ ГЕНЕТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ, ОБЪЯСНЯЮЩИХ ФЕНОМЕН КАРЕЛЬСКОЙ БЕРЕЗЫ.

Проведен анализ существующих генетических моделей карельской березы, но ни одна из них не объясняет полностью этот феномен.

Pogiba S.P. ANALYSIS OF GENETIC MODELS, EXPLAINING KARELIAN BIRCH PHENOMENON.

Analysis of existing genetic models of Karelian birch was conducted, but none of the existing models provided with complete explanation on this phenomenon.

Погиба П.А. ЗАВИСИМОСТЬ ВСХОЖЕСТИ СЕМЯН НЕКОТОРЫХ СОРТОВ VIOLA ОТ СРОКОВ ХРАНЕНИЯ.

Приведены результаты анализа всхожести семян различных сортов *Viola* в зависимости от сроков хранения.

Pogiba P.A. DEPENDANCE OF SOME VIOLA BREEDS GERMINATING ACTIVITY FROM KEEPING PERIOD.

Analysis results of dependence of different *Viola* breeds germinating activity from keeping period are presented.

Прохорова Е.В., Несветаев В.А. ОПЫТ ВЫРАЩИВАНИЯ КАРЕЛЬСКОЙ БЕРЕЗЫ НА ПОСТОЯННОМ ЛЕСОСЕМЕННОМ УЧАСТКЕ В ШАБАЛИНСКОМ ЛЕСХОЗЕ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ.

Приведены результаты изучения карельской березы на ПЛСУ в Шабалинском лесхозе Кировской области. В статье представлены результаты роста различных форм карельской березы, их соотношение на участке и оценка перспективных форм.

Prokhorova E.V., Nesvetaev V.A. EXPERIENCE OF CULTIVATION OF THE KARELIAN BIRCH ON CONSTANT WOOD A SEED A SITE IN SHABALINSKOM TIMBER ENTERPRISE OF THE KIROV AREA.

The results of study of the Karelian birch constant forest a seed site on in Shabalinskomb timber enterprise of the Kirov area are given. In clause the results of growth of the various forms of the Karelian birch, their ratio on a site and estimation of the perspective forms are submitted.

Романовский М.Г., Щекалев Р.В. ПОЧВООБРАЗОВАНИЕ И СУКЦЕССИИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ПОЙМЕ РЕКИ ХОПЕР.

Данные по Хоперскому государственному природному заповеднику позволяют нам дополнить характеристики сукцессионных рядов пойменных почв. По мере накопления слоя суглинков почвы увеличивают запасы органического углерода.

Romanowsky M.G., Schekalev R.V. SOIL AND VEGETATION SUCCESSIONS IN THE HOPER RIVER FLOOD PLAIN.

Data on Hoper state natural game reserve allow us to add the features successions rows of caughted ground. The spares of organic carbon enlarge On measure of the accumulation layer loam of ground.

Романовский М.Г., Судницына Т.Н., Мамаев В.В. УГЛЕРОД ТЕМНО-СЕРЫХ ПОЧВ И МАТЕРИНСКИХ СУГЛИНКОВ ПОД ДУБРАВАМИ ЛЕСОСТЕПНЫХ ВОДОРАЗДЕЛОВ.

Темно-серые почвы лесных водоразделов в южной лесостепи хранят ~1,5 тыс. тС/га биогенного углерода, депонированного в гумусе и CaCO_3 в толще днепровских суглинков 0–10 м. На глубинах 5–6 и 8–9 м гумусированные слои образованы в основном опадом тонких поглощающих корней деревьев (прежде всего дуба черешчатого). Поглощающие корни приурочены к уровням концентрации влаги на пути ее 2,5-летней нисходящей миграции в грунтовые воды. Запасы почвенного углерода, по-видимому, сокращаются в течение последних 30–50 лет со скоростью ~3 тС/га в год.

Romanovskiy M.G., Sudnitsina T.N., Mamaev V.V. CARBON DARK GREY SOIL AND PARENT LOAMS UNDER OAK GROVES OF FOREST-STEPPE WATERSHEDS.

15 тС/ha of biogenic carbone are deposited in the humus of Dneprovsky moternal subclay and dark-gray forest soils (0–10 m) on the uplands in the europian southern forest-steppe. Humiphicated layers in the depth of 5–6 and 8–9 m are derivated from the tree thing roots fall off (mostly *Quercus robur*). The adsorbing roots ≤ 1 mm diameter are lokated in the levels of temporal concentration of moisture during its 2,5 years migration to the ground water. The volume of soil carbone essentually shrinke down during the last 30–50 years (up to 3 тС/ha in yr).

Румянцев Д.Е., Мельник П.Г., Степанова О.В. ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКИ РЕКОНСТРУИРОВАННАЯ ДИНАМИКА РАНГОВ ПО ПРОДУКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВУ ДРЕВЕСИНЫ У РАЗНЫХ ПРОВИНИЕНЦИЙ ЕЛИ В ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КУЛЬТУРАХ.

На основе временных рядов радиального прироста и временных рядов прироста поздней древесины ретроспективно были восстановлены ежегодные ранги по продуктивности и качеству древесины у 11 географических провинциенций ели. Результаты исследования показывают, что при испытаниях провинциенций ели в географических культурах ранняя диагностика ранга провинциенции по качеству древесины корректна, диагностику же ранга по продуктивности желательнее вести в возрасте, максимально близком к возрасту рубки главного пользования.

Rumyantsev D.E, Melnik P.G., Stepnova O.V. DYNAMICS OF RANGE OF PRODUCTIVITY AND TIMBER QUALITY FOR DIFFERENT NORWAY SPRUCE PROVENANCE RECONSTRUCTED BY DENDROCHRONOLOGY METHOD.

On the basis of time series for tree ring width and late wood width the dynamics of productivity ranges and timber quality ranges were reconstructed. It was found, that the diagnostic of range for timber quality in young age is correct, and the diagnostic of the range by productivity is desirable to make at the age, which is maximally close to the age of cutting.

Сиволапов А.И., Табацкая Т.М., Сиволапов В.А. ПЛАНТАЦИОННЫЕ КУЛЬТУРЫ БЕРЕЗЫ, СОЗДАНИЕ РЕГЕНЕРАНТАМИ *IN VITRO* В УЧЕБНО-ОПЫТНОМ ЛЕСХОЗЕ ВГЛТА.

В статье рассмотрены опыты размножения березы повислой и березы карельской методом культуры тканей. Из регенерантов и сеянцев березы созданы плантационные испытательные культуры. В возрасте 8 лет регенеранты не отличаются от сеянцев по росту и жизнеспособности.

Sivolapov A.I., Tabatskya T.M., Sivolapov V.A. PLANTATION CULTURES OF BIRCH CREATED BY REGENERATES IN VITRO IN THE FORESTRY OF VSAFE.

In the article the propagation experiments of *Betula pendula* and *Betula pendula var. carelica* by the culture's tissues method are examined. From the regenerates and birch seedlings the plantation experimental cultures have been created. At the age of 8 the regenerates don't differ from seedlings according to size and viability.

Тарханов С.Н., Щекалев Р.В. ВНУТРИОРГАНИЗМЕННАЯ И ВНУТРИПОПУЛЯЦИОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ *PINUS SYLVESTRIS* L. В СЕВЕРНОЙ ТАЙГЕ СЕВЕРО-ДВИНСКОГО БАССЕЙНА ПРИ АТМОСФЕРНОМ ЗАГРЯЗНЕНИИ.

Фенотипический анализ внутривидовой изменчивости является важным для познания процессов дифференциации и микроэволюции видов, в частности, хвойных. В качестве этапов фенотипического исследования рассматривается последовательный анализ разных иерархических форм внутривидовой изменчивости.

Tarhanov S.N., Schekalev R.V. VARIABILITY OF QUANTITATIVE ATTRIBUTES *PINUS SYLVESTRIS* L. AT A LEVEL OF AN ORGANISM AND GROUP IN NORTHERN TAIGA AT ATMOSPHERIC POLLUTION.

Phenotype analysis inwardly-aspectual variability is important for cognition of the processes of the differentiation and micro-evolutions type, in particular, coniferous. As stage phenotype studies is considered consequent analysis of the different hierarchical forms inwardly-aspectual variability.

Тарханов С.Н., Дудник С.В. ОЦЕНКА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ОБУСЛОВЛЕННОСТИ ИЗМЕНЧИВОСТИ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ В СЕВЕРОТАЕЖНЫХ ПОПУЛЯЦИЯХ ХВОЙНЫХ СЕВЕРО-ДВИНСКОГО БАССЕЙНА.

Изучалась изменчивость полигенных морфологических признаков в метамерах кроны дерева (эндогенная изменчивость) северотаежных популяций сосны в бассейне р. Северной Двины.

Tarhanov S.N., Dudnik S.V. THE ESTIMATION TO INDIVIDUAL VARIABILITY MORPHOLOGICAL SIGN IN NORTH-TAIGA POPULATION CONIFEROUS NORTH-DVINSKOGO POOL.

Variability polygene morphological sign was studied in meta-measure of the kрона tree north-taiga population of the pine in pool river North Dviny.

Тарханов С.Н., Щекалев Р.В. ЭНДОГЕННАЯ И ВНУТРИВИДОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПОЛИГЕННЫХ ПРИЗНАКОВ *PICEA OBOVATA* LEDEB. X P. *ABIES* (L.) *KARST.* В БАССЕЙНЕ СЕВЕРНОЙ ДВИНЫ ПРИ АТМОСФЕРНОМ ЗАГРЯЗНЕНИИ.

При сравнении уровней метамерной и индивидуальной изменчивости одноименных признаков у ели можно отметить их сходство. Уровни эндогенной, индивидуальной и хронографической (возрастной) изменчивости ряда морфологических параметров выше по сравнению с экологической. Таким образом, с определенной долей условности можно судить о более высоком уровне внутригрупповой (индивидуальной) вариации по сравнению с групповой изменчивостью.

Tarhanov S.N., Schekalev R.V. INTERNAL AND INTRASPECIFIC VARIABILITY OF POLYGENIC ATTRIBUTES *PICEA OBOVATA* LEDEB. X P. *ABIES* (L.) *KARST.* IN POOL OF NORTHERN DVINA AT ATMOSPHERIC POLLUTION.

At level meta-measured and the individual variability of the same name sign beside ated possible to note their general resemblance. The level internal, the individual and age variability of the row morphological parameter above, in contrast with ecological. Thereby, with determined by share to conventionalities possible to judge about more high level inwardly-group (individual) of the change, in contrast with group variability.

Терехова Е.А., Зуихина С.П. ОЦЕНКА ЗИМОСТОЙКОСТИ И ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *ACER* В УСЛОВИЯХ МОСКВЫ.

Работа содержит оценку перспективности интродуцированных видов рода *Acer* с учетом показателей их жизнеспособности, главным из которых является зимостойкость. Все виды оценивались визуально по семи признакам. За основу была взята шкала, предложенная П.И. Лапиным и С.В. Сидневой (1973). Группа перспективности каждого вида была установлена по сумме баллов. Результаты, полученные при оценке декоративных форм, оказались некорректными, поэтому для них была предложена отдельная шкала. Кроме того, в работе представлено распределение исследуемых видов по фенотипическим группам и естественному географическому распространению. После чего были сделаны выводы о взаимосвязи зимостойкости с этими двумя показателями

Terehova E.A., Zuihina S.P. ESTIMATION OF WINTER HARDINESS AND PERSPECTIVITY OF REPRESENTATIVES OF SORT *ACER* IN CONDITIONS OF MOSCOW.

The work contains an estimation of perspectivity of the foreign species of genera *Acer* entered into culture in view of parameters of their viability, the main thing from which is winter hardiness. All species were estimated visually to seven attributes. For a basis the scale suggested by P.I. Lapin and S.V. Sidneva (1973) has been taken. The group of perspectivity of each species has been established on a score. The results received at an estimation of decorative forms, appeared incorrect, therefore for them the separate scale has been offered. Except for that in work distribution of researched species on phene groups is submitted to groups and natural geographical distribution. Then conclusions about interrelation of winter hardiness with these have been made by two parameters.

Третьяков С.В. ПРИРОСТ СОСНЫ И ЕЛИ В СМЕШАННЫХ ДРЕВОСТОЯХ СРЕДНЕЙ ПОДЗОНЫ ТАЙГИ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА РОССИИ, ЗАТРОНУТЫХ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ.

Приведены данные стационарных наблюдений за текущим приростом в сосново-еловом древостое средней подзоны тайги Европейского Севера. В целом проведение длительно-постепенных рубок в смешанных сосново-еловых древостоях положительно сказывается на приросте их по диаметру и позволяет повысить общую продуктивность древостоев за счет светового прироста оставшейся части древостоя. Сосна дает больший световой прирост по диаметру по сравнению с елью.

Tretyakov S.V. GAIN OF A PINE AND FUR-TREES IN THE MIXED FOREST STANDS OF AN AVERAGE SUBZONE OF A TAIGA OF THE EUROPEAN NORTH OF RUSSIA MENTIONED BY ECONOMIC ACTIVITIES.

The data of stationary supervision on the current increment in mixed pine-spruce-tree stands of middle subzone of European North Taiga are given. In the whole realization of long-term gradual cuttings in mixed pine-spruce-tree stands has effect positively for an increment on diameter and allow increasing general stands productivity at the expense of a light increment of the rest part of stand. The pine gives the greater light increment on a diameter in comparison with a spruce-tree.

Турмухаметова Н.В., Шивцова И.В. МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ СРЕДЫ ПО АСИММЕТРИИ ЛИСТА *BETULA PENDULA ROTH* И *FRAGARIA VESCA L.*

Работа посвящена биоиндикационным исследованиям с применением морфологического подхода. Использование величин ФА листовой пластинки *Betula pendula Roth* позволило провести оценку состояния окружающей среды в черте города Йошкар-Олы. Обнаружена зависимость интегрального показателя стабильности развития листа с удлинённых побегов от онтогенетического состояния генеративных особей *B. pendula* в зоне умеренного загрязнения. Впервые было проведено изучение ФА листовой пластинки *Fragaria vesca L.* Величина ФА листа *F. vesca* увеличивается в онтогенезе и зависит от условий экотопа.

Turmuhametova N.V., Shivtcova I.V. THE MORPHOLOGICAL APPROACH TO THE ESTIMATION OF THE CONDITION OF ENVIRONMENT ON ASYMMETRY OF THE LEAF *BETULA PENDULA* ROTH AND *FRAGARIA VESCA* L.

Work is devoted to bioindicator researches with application of the morphological approach. Use of value of fluctuating asymmetry (FA) of leaf *Betula pendula* Roth has allowed to carry out an estimation of a condition of an environment in territory of Yoshkar-Ola. Dependence of value of an integrated parameter of stability of development of a leaf from the lengthened runaways from ontogenetic states of generative individuals *B. pendula* in a zone of moderate pollution is found out. Studying FA of leaf *Fragaria vesca* L. for the first time was carried out. Value of FA of leaf *F. vesca* is increased in ontogeny and depends on conditions of ecotope.

Чумаченко С.И., Паленова М.М., Починков С.В. Кухаркина Е.В. ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ НАСАЖДЕНИЙ *FORRUS-S* – ИНСТРУМЕНТ ВЫБОРА СТРАТЕГИИ И ПЛАНИРОВАНИЯ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА.

За планирование развития лесных ресурсов региона согласно новому лесному кодексу отвечает администрация региона, которая должна формировать региональный Лесной план. Лес как ресурс принципиально отличается от других природных ресурсов. Лес – экосистема, которая обладает собственной динамикой, собственными уникальными законами развития. Количество лесных ресурсов, которые мы планируем получить в будущем, зависит от воздействий, которые оказываются на лесные экосистемы в настоящее время. Это необходимо учитывать при планировании развития лесных ресурсов и разработке стратегии их использования. Математическое моделирование является одним из важнейших методов разработки научных основ управления лесными ресурсами и оптимизации лесопользования. В работе была использована имитационная модель прогноза динамики разновозрастных смешанных насаждений *FORRUS-S*, в которой реализована технология сценарного моделирования, что позволяет учитывать разные варианты ограничений лесохозяйственного, экономического и экологического характера. Для проведения компьютерных экспериментов использованы поведельные лесотаксационные данные по Корткеросскому лесничеству Республики Коми.

Chumachenko S.I., Palenova M.M., Pochinkov S.V. Kuharkina E.V. SIMULATION FOREST MODEL *FORRUS-S* AS A TOOL FOR STRATEGIC AND TACTICS PLANNING IN THE FOREST MANAGEMENT.

According to the New Forest Code a regional forest administration will plan development of forest resources and form the Regional Forest Plan. The forest as a resource essentially distinguishes from other natural resources. The forest represents life system with its own dynamics, own unique laws of development. Amount of forest resources, which we shall have in the future, depends on those impacts which we now apply to forest ecosystems. These mechanisms of development should be taken into account, if you are engaged in strategic planning of use of forest resources. In this connection construction of strategy of wood mobilization should be based on simulation modeling of forest ecosystems dynamics. The *FORRUS-S* simulates the dynamics of mixed multiple-aged stands. Experimental simulation was done for the Kortkerossky forest district of the KOMI Republic.