

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	6
Коровин В.В. <i>Науки юношей питают</i>	8
Коровин В.В. <i>Преподавание общей биологии в лесных вузах</i>	12
Романовский М.Г., Завидовская Т.С., Аксенов П.А. <i>Особенности функционирования лесных биогеоценозов</i>	15
Романовский М.Г. <i>Речные террасы</i>	29
Лесоведение, лесоводство и таксация леса	
Лакида П.И., Василишин Р.Д., Слюсарчук В.В., Василишин О.Н. <i>Модели и нормативно-справочные таблицы для оценки надземной фитомассы древостоев главных лесообразующих пород Украинских Карпат</i>	34
Матушевич Л.М., Лакида П.И. <i>Особенности таксационной структуры лесного фонда Восточного Полесья Украины</i>	39
Мельник П.Г., Пронина О.В. Станко Я.Н., Дюжина И.А. <i>Влияние географической изменчивости на продуктивность и физико-механические свойства древесины ели</i>	45
Погуляй К.С., Заварзин В.В. <i>Качественные и количественные характеристики лесов Калужской области по материалам государственной инвентаризации лесов</i>	52
Пушкин А.А., Ильючик М.А. <i>Ресурсная оценка поврежденных лесных насаждений на основе использования материалов космической съемки и ГИС-технологий</i>	58
Рубцов М.В., Глазунов Ю.Б., Николаев Д.К. <i>Восстановление ели под пологом культур сосны на суглинистых почвах в центре Русской равнины</i>	64
Рыбакова Н.А., Рубцов М.В. <i>Семеношение ели под пологом южнотаежных березняков</i>	73
Сопушинский И.Н., Мельник П.Г. <i>Качественные характеристики декоративной древесины клена-явора (<i>Acer pseudoplatanus</i> L.) и ясеня обыкновенного (<i>Fraxinus excelsior</i> L.)</i>	79
Лесные культуры, селекция, генетика и биотехнология	
Васильева Г.В. <i>Семенная продуктивность гибридов кедрового стланика на северном макросклоне хребта Хамар-Дабан</i>	85
Гостев К.В., Гаврилова О.И., Гостев В.А. <i>Применение холодного плазменного спрея для предпосевной обработки семян сосны обыкновенной</i>	90
Грюнталь Е.Ю. <i>Генотипическая вариация радиального прироста и его изменчивости в лиственничниках Северо-Востока Евразии</i>	96
Жук Е.А. <i>Рост клонов кедрового стланика различного географического происхождения на юге Томской области</i>	101
Залывская О.С., Бабич Н.А. <i>Зимостойкость и морозостойкость интродуцентов</i>	105
Иванов Ю.В., Пашковский П.П., Карташов А.В., Иванова А.И., Савочкин Ю.В. <i>Морфогенез осевых органов сеянцев сосны и ели при действии света различного спектрального состава</i>	110

Иванов Ю.В., Савочкин Ю.В., Кузнецов Вл.В., Марченко С.И. <i>Влияние ионов свинца на посевные качества и развитие семян сосны обыкновенной</i>	117
Исаков И.Ю. <i>Генетическая оценка деревьев березы пушистой, произрастающих в испытательных культурах</i>	123
Коровин В.В., Аксенов П.А., Оганесянц Л.А., Песчанская В.А., Захарова В.А., Андриевская Д.В., Захаров М.А. <i>Изучение анатомического строения древесины вишни в производстве спиртных напитков</i>	126
Коровин В.В., Аксенов П.А., Оганесянц Л.А., Песчанская В.А., Захарова В.А., Андриевская Д.В., Захаров М.А. <i>Изучение пригодности древесины сливы при производстве плодовых водок</i>	134
Махрова Т.Г., Шапкин П.В. <i>Участие габитуальных форм ели европейской в формировании объемно-пространственной структуры урочища «Дубки»</i>	142
Салогуб Р.В. <i>Особенности создания лесных культур хвойных пород в условиях степной части Крыма</i>	146
Экология и мониторинг леса	
Бурлакова Л.М., Ельчищев Е.А, Завалишин С.И. <i>Почвенный покров опорных пунктов мониторинга земель Ханты-Мансийского автономного округа</i>	150
Генык Я.В., Чернявский Н.В., Яценко П.Т. <i>Методика балльной оценки природности лесных насаждений и степени их трансформированности</i>	156
Завалишин С.И., Патрушев В.Ю. <i>Изменения морфологии дерново-подзолистых почв ленточных боров Алтайского края в результате ветровала</i>	161
Крамарец В.А., Мацяк И.П., Мальцева И.А. <i>Альгофлора почв лесных питомников Бескид (Украинские Карпаты)</i>	164
Харченко Н.А., Скрипникова Е.Б., Турчанинова Е.В. <i>Динамика веса поедаемых птицами кормов на кормушке по сезонам года в зависимости от погоды в условиях города</i>	169
Хлуденцов Ж.Г., Завалишин С.И., Сильченко Ю.И. <i>Оценка почв юго-западной части среднетаежной подзоны по лесным ресурсам</i>	173
Наши юбиляры	
Брынцев В.А, Романовский М.Г., Аксенов П.А, Мельник П.Г. <i>Исследователь лесов и загадок природы (75 лет со дня рождения профессора Владимира Владимировича Коровина)</i>	178
Страницы памяти	
Мерзленко М.Д., Денгубенко А.В., Мельник П.Г. <i>К 75-летию со дня рождения Вячеслава Васильевича Семакова (1938–2009)</i>	180
Аннотации	184

CONTENTS

Preface	6
Korovin V.V. <i>Sciences of young men feed ...</i>	8
Korovin V.V. <i>Teaching of the general biology in the high schools of wood</i>	12
Romanowsky M.G., Zavidovskaja T.S., Axenov P.A. <i>Functional peculiarities of forest biogeocenoses</i>	15
Romanowsky M.G. <i>River valleys</i>	29
Forestry and wood valuation	
Lakyda P.I., Vasylyshyn R.D., Slyusarchuk V.V., Vasylyshyn O.M. <i>Models and reference tables for assessing aboveground live biomass of tree stands of main forest-forming tree species of Ukrainian Carpathians</i>	34
Matushevich L.M., Lakyda P.I. <i>Features of forest stand parameters of East Ukraine Polissia forest fund</i>	39
Melnik P.G., Pronina O.V, Stanko Y.N., Duzhina I.A. <i>The impact of geographic variation on productivity and properties of the spruce wood</i>	45
Pogulyai K.S., Zavarzin V.V. <i>Quality and quantity of the Kaluga region forest on materials state forest inventory</i>	52
Pushkin A.A, Ilyuchik, M.A. <i>Resource estimation of damaged forest on the basis of satellite observations data and GIS technologies</i>	58
Rubtsov M.V., Glazunov Yu.B., Nikolaev D.K. <i>Spruce regeneration under a canopy of pine cultures created on loamy soils in the centre of Russian plain</i>	64
Rybakova N.A., Rubtsov M.V. <i>Seed production of spruce under the canopy of birch forest in South Taiga</i>	73
Sopushynskyy I.N., Melnik P.G. <i>Qualitative features of decorative wood of sycamore (<i>Acer pseudoplatanus</i> L.) and common ash (<i>Fraxinus excelsior</i> L.)</i>	79
Forest cultures, selection, genetics and biotechnology	
Vasilyeva G.V. <i>Seed efficiency of hybrids between siberian stone pine and siberian dwarf pine from northern slope of Khamar-Daban ridge</i>	85
Gostev K.V., Gavrilova O.I., Gostev V.A. <i>The use of cold plasma spray for pre-processing of pine seeds</i>	90
Gryuntal E.U. <i>Genotipicheskaya variatsiya of the radial gain and its variability in listvennichnikakh of the northeast of Eurasia</i>	96
Zhuk E.A. <i>Growth of siberian stone pine clones having different geographical origin in the south of Tomskaya oblast'</i>	101
Zalyvskaya O.S., Babich N.A. <i>Winter hardiness and resistance to frost introduced species</i>	105
Ivanov Yu.V., Pashkovskiy P.P., Kartashov A.V., Ivanova A.I., Savochkin Yu.V. <i>Morphogenesis of axial organs of scots pine and norway spruce seedlings under the action of led light of different spectral composition</i>	110

Ivanov Yu.V., Savochkin Yu.V., Kuznetsov Vl.V., Marchenko S.I. Sowing qualities of seeds, growth and development of scots pine seedlings under lead ions toxic action.....	117
Isakov I.Yu. Genetic assessment of trees of the downy birch, growing in test cultures.....	123
Korovin V.V., Axenov P.A., Oganesyants L.A., Peschanskaya V.A., Zakharova V.A., Andriyevskaya D.V., Zakharov M.A. The study of the anatomical structure of cherry wood for use in the production of alcoholic beverages.....	126
Korovin V.V., Axenov P.A., Oganesyants L.A., Peschanskaya V.A., Zakharova V.A., Andriyevskaya D.V., Zakharov M.A. The study of the suitability of plum wood in the production of fruit vodka.....	134
Makhrova T.G., Shapkin P.V. Participation of habitual forms of spruce in forming three-space structure of the tract «Dubki».....	142
Salogub R.V. Specific character of coniferous species homogeneous stands planting in the steppe part of Crimea	146
Ecology and wood monitoring	
Burlakova L.M., Elchischev E.A., Zavalishin S.I. Soil of reference points for monitoring of forest lands Khanty-Mansi autonomous okrug.....	150
Henyk Ya.V., Chernyavskyy M.V., Yashchenko P.T. Methodology of point evaluation of naturalness of forest stands and grade of their transformation.....	156
Zavalishin S.I., Patrushev V.Y. Changes in morphology of the sod-podzolic soils belt election in altai territory as the result of windfall.....	161
Kramarets V.A., Matsiakh I.P., Malceva I.A. Algal flora of the soil in the forest nurseries in Beskidy (Ukrainian Carpathians)	164
Harchenko N.A., Skrypnikova E.B., Turchaninova E.V. Dynamics of weight of forages eaten by birds on a feeding trough on seasons of year depending on weather in the conditions of a city	169
Hludentsov Z.G., Zavalishin S.I., Silchenko J.I. Estimation of the soils of the southwest part of the middle taiga subband on wood resources.....	173
Our heroes of the anniversary	
Bryntsev V.A. Romanowsky M.G., Axenov P.A., Melnik P.G. The explorer of forest and nature's riddles (by 75 anniversary of professor Vladimir Vladimirovich Korovin)	178
Memory pages	
Merzlenko M.D., Dengubenko A.V., Melnik P.G. By 75 anniversary of vyacheslav vasilievich semakov (1938–2009)	180
Abstracts	184

ПРЕДИСЛОВИЕ

У Вас в руках юбилейный сотый номер журнала «Лесной вестник». Первый вышел в свет в сентябре 1997 г. За прошедшее время в этом периодическом издании были опубликованы работы ведущих ученых, оставивших яркий след в науке о лесе, учеников и последователей этих ученых. Журнал выпускает Московский государственный университет леса, но в нем публикуются труды научных и учебных заведений всей России. Редакционный совет журнала чутко реагирует на тенденции современной лесной науки. Здесь регулярно публикуются материалы внутрirosсийских и международных научных конференций и съездов.

Популярность и авторитет «Лесного вестника» выросли после того, как в 2003 г. он был включен в перечень утвержденных ВАК РФ изданий, в которых публикуются основные научные результаты, отражаемые в диссертациях на соискание ученых степеней (инженерно-агропромышленные специальности, управление, вычислительная техника и информатика). Изначально черно-белая печать в 2011 г. сменилась на полноцветную.

Редакционный совет приветствует всех авторов статей в «Лесном вестнике» и желает успехов в научной и педагогической деятельности, направленной на благо леса России.

В Московском государственном университете леса при кафедре селекции, генетики и дендрологии в течение восьми лет работает межинститутский постоянно действующий семинар «Производственный процесс и структура деревьев, древесин и древостоев». Сопредседатели семинара – профессор каф. селекции, генетики и дендрологии МГУЛ доктор биологических наук В.В. Коровин и главный научный сотрудник ИЛАН РАН, доктор биологических наук М.Г. Романовский. Данный номер «Лесного вестника» посвящен публикации докладов, заслушанных и обсужденных на последних заседаниях семинара.

Начиная с первого заседания, состоявшегося в 2006 г., и до последнего в 2014 г. организационные принципы семинара не изменились. Цель его – детальное и всестороннее обсуждение конкретных исследований в области селекции и генетики древесных растений, дендрологии, лесоведения, ботанического и технического древесиноведения и смежных с перечисленными наук. Семинар позволяет соискателям научных степеней, молодым ученым, а также аспирантам и студентам в неформальной обстановке апробировать результаты исследований, выслушать критические замечания и получить помощь опытных коллег.

Для стимулирования студенческих научных исследований наш семинар четвертый год подряд организует конкурс научных работ. Спонсор этого конкурса и участник семинара Р.В. Щекалев обеспечивает награждение победителей ценными подарками.

Работа семинара проходит в не лучшие времена, однако руководители семинара и его участники стремятся продолжить традиции нашей науки, уверенные, что страна переживет период упадка и отечественные наука и образование выйдут на достойный уровень.

В период с 16 по 21 сентября 2013 г. Московский государственный университет леса совместно с Ижевской государственной сельскохозяйственной академией и Министерством лесного хозяйства Удмуртской Республики проводили в г. Ижевске XIII Международную конференцию молодых ученых «Леса Евразии – Удмуртский лес», посвященную 310-летию Государственного управления лесами в России и 70-летию Ижевской государственной сельскохозяйственной академии.

Стартовав на Мытищинской земле в 2001 г., конференция «Леса Евразии» ежегодно проводится в разных странах: России, Беларуси, Польше, Финляндии, Украине, Венгрии и Литве.

Главные цели конференции – сохранение и развитие отечественных научно-педагогических школ, ознакомление молодых специалистов с новейшими тенденциями в различных областях лесной отрасли и ведением комплексного лесного хозяйства экологически щадящими методами с применением последних достижений в области молекулярной биологии, генетики и биохимии, с инновационными методами сохранения биологического разнообразия лесных экосистем, технологиями переработки древесины и ее отходов в Удмуртии, их применением в научно-исследовательской работе и учебном процессе.



В конференции приняли участие более 100 ученых и специалистов из 10 стран: России, Беларуси, Украины, Казахстана, Абхазии, Италии, Германии, Польши, Ирана и Швейцарии. Следует отметить, что географический разброс российских участников также внушительный – Карелия, Коми, Марий Эл, Саха (Якутия), Татарстан, Камчатский, Алтайский, Красноярский и Пермский края, Архангельская, Новосибирская, Томская, Челябинская, Оренбургская, Вологодская, Брянская, Ярославская, Костромская, Ивановская, Воронежская и Московская области, Санкт-Петербург, Москва и другие регионы. Среди гостей более половины составили постоянные участники.

Помимо пленарных и секционных заседаний, были посещены кафедры и лаборатории Ижевской государственной сельскохозяйственной академии, где проводится подготовка специалистов лесного комплекса. С особенностями комплексного ведения хозяйства и инновациями в лесной отрасли Удмуртской Республики участники мероприятия познакомились на научно-практических занятиях в Увинском, Можгинском и Воткинском лесничествах, а также в ООО «Увадревлеспром» и ЗАО «Дервообрабатывающее Народное Предприятие Красная Звезда» (г. Можга). По сложившейся традиции, в Увинском лесничестве гости конференции создали памятные лесные культуры, посвященные 310-летию Государственного управления лесами.

Этот номер «Вестника Московского государственного университета леса – Лесного вестника» содержит материалы докладов, заслушанных и обсужденных на последних заседаниях семинара «Производственный процесс и структура деревьев, древесин и древостоев» и XIII Международной конференции молодых ученых «Леса Евразии – Удмуртский лес».

В.В. Коровин, М.Г. Романовский

НАУКИ ЮНОШЕЙ ПИТАЮТ ...

В.В. КОРОВИН, *проф. каф. селекции, генетики и дендрологии МГУЛ, д-р биол. наук*

vladimir.v.korovin@gmail.com

Науки юношей питают,
Отраду старым подают,
В счастливой жизни украшают,
В несчастный случай берегут.

М.В. Ломоносов

Менее двух лет прошло со дня трехсотлетнего юбилея великого ученого и основателя русской науки М.В. Ломоносова. Так долго в нашей стране никто не сомневался в истинности слов Михаила Васильевича Ломоносова, цитируемых в эпиграфе. Что же случилось за два последних десятилетия, почему слова отца русской науки сегодня звучат насмешкой? Или изменились за время перестройки люди, и уже не может «собственных Платонов и быстрых разума Невтонов Российская земля рождать»? Автор статьи берет на себя смелость попытаться проанализировать весьма сложную ситуацию, сложившуюся в нашей стране с образованием, с позиции преподавателя лесохозяйственного факультета Московского государственного университета леса.

Начну с того, что при кафедре селекции, генетики и дендрологии МГУЛ был организован межинститутский постоянно действующий научный семинар. Это дало возможность преподавателям, аспирантам и научным сотрудникам делиться мыслями и научными достижениями, обсуждать их и, в случае необходимости, получать квалифицированные советы. В отличие от большинства научных съездов и конференций, на которых доклады и их обсуждение всегда строго ограничены по времени, мы на своих семинарах такие ограничения исключили.

27 апреля 2013 г. состоялось 77-е заседание этого постоянно действующего межинститутского семинара, который был назван «Производственный процесс и структура деревьев, древесин и древостоев». Название не лучшее, но существу рассматриваемых вопросов вполне соответствует. Первое же заседание семинара состоялось 4 февраля 2006 г. в помещении и на базе бывшей лаборатории ана-

томии и цитологии древесных растений, ранее принадлежавшей кафедре селекции, генетики и дендрологии МГУЛ, а впоследствии ставшей межфакультетской. Семинар действует уже более семи лет, а вот анатомо-цитологической лаборатории университет за это время лишился, и нет пока предпосылок к тому, что она в ближайшее время возродится. На базе проводившихся в ней научных исследований, возглавлявшихся профессором А.Я. Любавской, разработаны методы отбора и искусственного разведения карельской березы и других лесных древесных растений с декоративной древесиной. На материалах, полученных в этой лаборатории, защищены четыре докторские и более десятка кандидатских диссертаций. В лаборатории занимались и готовили к защите дипломные работы и дипломные проекты интересующиеся наукой студенты.

Благодаря лаборатории, располагавшей хорошей приборной базой, ученые, аспиранты и студенты имели возможность пользоваться уникальным набором дорогих импортных научных инструментов и приборов. Кстати сказать, упоминаемое лабораторное оборудование усилиями некоторых участников семинара досталось университету совершенно бесплатно. В настоящее время оно приходит в негодность на складе, не приспособленном для хранения подобной аппаратуры. Положение с обсуждаемой анатомо-цитологической лабораторией, может быть, и является мелкой частностью, однако кажется печальным резонансом общей тенденции в современной вузовской науке.

Естественное желание противодействовать катастрофически ухудшающемуся в стране положению дел в области науки и образования подсказало замысел организовать пос-

тоянно действующий научный семинар. Идея была высказана в частной беседе и принадлежала бывшему заведующему кафедрой селекции, генетики и дендрологии Г. А. Курносову. Участниками этой беседы были также доцент кафедры лесоводства П.Г. Мельник, доцент кафедры ботаники Д.Е. Румянцев и автор данной статьи. Идею поддержали и, посоветовавшись с М.Г. Романовским, который в то время исполнял обязанности директора Института лесоведения РАН, претворили в жизнь.

Сначала предполагалось, что участвовать в семинаре будут, в основном, ученые, однако в дальнейшем стало ясно, что следует привлекать и студентов. Заложенные в самом начале и по сей день сохранившиеся организационные принципы семинара остаются следующими:

1) на семинарах заслушиваются доклады по лесоведению, лесной селекции и генетике, лесной таксации, лесным культурам, почвоведению, лесозащите, по строению и функциям лесных растений, ботаническому древесиноведению;

2) регламент не ограничивает длительность докладов и время их обсуждения;

3) присутствовать и выступать могут все желающие;

4) заседания проводятся по субботам, дата очередного заседания определяется коллегиально;

5) тексты докладов после оценки постоянными участниками семинара могут быть опубликованы на страницах «Вестника МГУЛ – Лесного вестника» при согласовании с редакцией данного журнала;

б) соруководителями семинара с согласия постоянных участников стали: от МГУЛ – проф. В.В. Коровин, от ИЛ РАН – д-р биол. наук М.Г. Романовский.

Первые заседания проходили в узком кругу, так как о семинаре мало кто знал, в дальнейшем посещаемость увеличилась. Максимальное число участников было на 50-м юбилейном заседании – тридцать человек. На заседаниях присутствовали и выступали с докладами сотрудники МГУЛ, ученые и преподаватели таких учебных и научных организаций, как Институт лесоведения РАН, который,

по существу, является соучредителем семинара, Главный ботанический сад РАН, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Институт глобального климата и экологии Росгидрометцентра и РАН, Институт биохимии им. А.Н. Баха РАН, Институт биологии УФ РАН, г. Сыктывкар, Институт леса Карельского филиала РАН, г. Петрозаводск, Институт леса РАН г. Красноярск, Лесотехническая Академия, г. Воронеж, Брянский технологический университет, Институт физики твердого тела, г. Черноголовка, Музей землеведения МГУ, кафедра географии почв МГУ им. М.В. Ломоносова, Институт общей генетики РАН, Институт физиологии растений РАН и других научных и учебных организаций разных городов страны, в том числе весьма отдаленных – Красноярска, Хабаровска, Уссурийска. С докладами выступали и иностранные гости из Сельскохозяйственной академии г. Горган Исламской республики Иран, из Шведского университета сельскохозяйственных наук г. Скиннскаттеберг, из Латвийского государственного института химии древесины. Заочное участие в работе семинара (присланные статьи) принимали ученые из многих научных и учебных заведений.

Материалы были опубликованы сначала в виде коллективной монографии с названием семинара. Монография была депонирована в ВИНТИ. Затем три года подряд выпускались отдельные номера журнала «Вестник МГУЛ – Лесной вестник», целиком посвященные публикации докладов. Впоследствии статьи по материалам докладов, сделанных на семинаре, были включены в очередные номера журнала.

Анализ научных работ, результаты которых докладывались и детально обсуждались в течение семи лет, показывает, что общее направление большинства исследований можно назвать лесоведческим или биогеоэкологическим. Это вполне естественно и ожидаемо. Множество работ посвящено разработке частных биогеоэкологии, но были и теоретические исследования, обобщающие основные положения сложной и многогранной лесной науки. Наиболее интересные доклады были представлены учеными Инс-

титута лесоведения РАН М.Г. Романовским и А.В. Абатуровым. Как одно из ярчайших следует отметить выступление заведующего лабораторией популяционной генетики д-ра биол. наук Д. В. Политова с сотрудниками из Института общей генетики РАН. Их исследование было посвящено популяционной и эволюционной генетике кедровых сосен. Оригинальными по направлению исследований и интересными по результатам стали работы по строению древесины, проведенные сотрудником кафедры селекции, генетики и дендрологии П.А. Аксеновым. Серьезным вкладом в разработку одного из современных направлений теории эволюции являются доклады, с которыми периодически выступает на семинарах заведующий той же кафедры В.А. Брынцев. Заметному развитию дендрохронологии способствовали труды Д.Е. Румянцева (кафедра ботаники). Перечень научных работ можно продолжать очень долго. Основным докладчиком, демонстрирующим выдающуюся научную эрудицию и активность, является М.Г. Романовский, выступления которого вызывают особенный интерес.

Считаю необходимым отметить важную роль постоянно действующего семинара и в апробации подготовленных или находящихся в той или иной степени готовности кандидатских и докторских диссертаций. Периодически обсуждаются и подготовленные к защите дипломные работы студентов.

Начиная с третьего заседания, стали появляться студенты, правда, их посещения так и не стали массовыми, несмотря на активную пропаганду семинара. В большинстве случаев студентов приводили руководители дипломных работ. Этими руководителями оказывались инициаторы создания семинара – доценты МГУЛ П.Г. Мельник и Д.Е. Румянцев. Что же касается П.Г. Мельника, то его вклад в организацию студенческой научной деятельности до настоящего времени так и остался недооцененным, несмотря на совершенно очевидные положительные результаты. Достаточно даже одного примера – организации ежегодной международной молодежной конференции «Леса Евразии».

Исключительный прецедент массового появления студентов с докладами создала доцент кафедры ботаники Анна Борисовна Загрева – на одно из последних заседаний она привела сразу шесть студентов-докладчиков. Все они были первокурсниками, и большинство из них приехали учиться с российского Кавказа или из бывших союзных республик. Вот эти два обстоятельства и заслуживают, с моей точки зрения, внимания и анализа. Есть, правда, еще один немаловажный фактор – премии за две лучшие работы, которыми награждает студентов наш семинар, и которые, казалось бы, должны были привлечь студентов.

Попробуем разобраться, почему же только у первокурсников проявляется интерес и склонность к научной работе. Обсуждение студенческих докладов показало, что все они до поступления в университет совершенствовали знания в области лесной биологии, или занимаясь в соответствующих школьных кружках, или работая в школьных лесничествах. Такие «пережитки» социализма сохранились в школах бывших союзных республик, где пока еще не допустили полного уничтожения и системы образования, и лесного хозяйства путем так называемых реформ. Школьные научные кружки и школьные лесничества, как выяснилось, кое-где еще есть и в нашей стране, чаще в отдаленных от Москвы районах.

Казалось бы, хоть небольшой процент студентов-первокурсников, интересующихся научными исследованиями, все-таки есть, и университетская наука имеет какие-то надежды на будущее. Однако уже на втором курсе желающих заниматься научной работой практически нет. Единичные исключения – студенты из среднеазиатских республик. Остается тот же вопрос: что происходит?

Ответ на этот вопрос один. Студенты начинают понимать, что занятие наукой бесперспективно в отношении материального обеспечения будущего. Они узнают, какую зарплату получают, к примеру, преподаватели, после чего научный энтузиазм снижается и исчезает. В самом деле, кого может соблазнить перспектива, при которой, посвятив всю жизнь научной и педагогической работе и сумев достигнуть доступных в этой области вершин,

например, став доктором наук и профессором, иметь зарплату меньшую, чем дворник-гастарбайтер. Не проще ли, получив (неважно, каким способом) диплом об окончании университета, пойти, допустим, торговать, зная, что будущее будет обеспечено. И не только в усилиях и размере заработка дело – нашему «торговцу» не нужно посвящать время чтению научной литературы и написанию книг и статей, за которые не заплатят. Более того, чаще автор платит сам, чтобы результаты работ опубликовали. Не надо беспокоиться и об уровне знаний обучаемых студентов, и о соответствии твоего собственного уровня современному состоянию науки. Сомнений не остается – продавать что-либо явно предпочтительней.

Да, предпочтительней – меньше хлопот, больше денег. Но каково в этом случае будущее нашей страны? И есть ли это будущее вообще при таком положении дел? К сожалению, в наше время образование неполноценно из-за так называемого самостоятельного изучения дисциплин и необязательного присутствия на аудиторных занятиях. Студентам уже надо объяснять и доказывать, что новые и новые компьютеры, и автомобили создаются на самых наукоемких предприятиях, что ни один винтик и ни одна печатная схема не могли возникнуть без труда ученых и высокообразованных инженеров. И если в стране не будет собственной, стоящей на передовых рубежах знаний науки, то все эти ставшие уже необходимыми вещи мы будем покупать в других странах.

В связи с вышесказанным не могу не поделиться некоторыми соображениями. Я не думаю, что МГУЛ принципиально и существенно отличается от других вузов нашей страны. И от него, так же как и от других высших учебных заведений, зависит будущее нашей науки. Ученых «растят» в университетах. Никакие «Сколково» не компенсируют дефектов образования. Наивно верить, что взамен выращенных на собственных традициях и завоеваниях молодых ученых на благо нашей страны будут работать иностранцы. Правда, в истории русской науки подобные примеры были, но это редкие исключения. Фундамент науки должен не зависеть от случайностей, а базироваться на отечественных традици-

ях. Только выпускники наших вузов смогут обеспечить будущее российской науки. И мы – преподаватели и ученые – обязаны об этом помнить и всячески поощрять научную инициативу наших студентов.

Однако вернемся к проблемам, прямо связанным со студенческой наукой и работой семинара. Речь пойдет о поощрении наиболее удачных студенческих научных работ. Идея объявить конкурс на лучшую исследовательскую студенческую работу принадлежит Роману Викторовичу Щекалеву. При этом он не только предложил награждать отличившихся студентов, но и организовал спонсорскую помощь. Уже в течение трех лет он покупает призы участникам за два первых места. Сначала это были нетбуки, а в 2013 г. на 77-м заседании спонсор вручил победителям ноутбуки.

Что касается стимулирования научной работы студентов руководством нашего университета, то нельзя не видеть, что ректорат МГУЛ и соответствующие научные и учебные административные подразделения не пренебрегают такого рода деятельностью. Наоборот, в последние годы студенты лесохозяйственного факультета вновь получили возможность ездить на учебные и производственные практики в отдаленные регионы страны, участвовать в молодежных научных конференциях, проходящих в других городах и даже других странах. Хотелось бы надеяться, что нужды постоянно действующего семинара будут учтены. Разумеется, мы не рассчитываем на денежные вознаграждения, но вот некоторую техническую помощь хотелось бы получить. В течение нескольких лет постоянно участвующие в семинаре сотрудники МГУЛ и Института лесоведения РАН безуспешно запрашивают у администрации университета ноутбук и проектор. Из-за отсутствия этого оборудования участники семинара, включая приезжающих издалека докладчиков, вынуждены скитаться по разным корпусам и аудиториям в поисках свободного проектора. Кстати, этого оборудования не хватает и для проведения учебных аудиторных занятий.

Постоянные участники семинара, как и все сотрудники МГУЛ, заинтересованные в проведении анатомо-цитологических исследований, продолжают надеяться на восста-

новление межфакультетской анатомической лаборатории.

Заканчивая, должен еще раз вернуться к сложностям, связанным со студенческой научной деятельностью. Допустим, что в университете устранены все препятствия на пути студенческой науки. Остается неподвластным любым усилиям университета привнесенный извне фактор – катастрофическая и почти повальная безграмотность поступающей в университет молодежи. Могу сказать, что успешно сдавшие пресловутый ЕГЭ студенты не знают, где река Амур, путают Каспийское море с Карским, не знают, где находится Кавказ, не могут решить простых арифметических задач. Усилиями даже самых талантливых преподавателей вуза невозмож-

но компенсировать все трагические последствия реформы общего среднего образования. Разумеется, есть и хорошо подготовленные молодые люди, но это лишь исключения.

Итак, невольно следует сделать вывод, что не питают ныне юношей науки, равно, кстати, как не подают они и надежды старым. Не хотелось бы заканчивать на столь уж безнадежно грустной ноте. Все-таки мы, я имею в виду преподавателей и ученых, и живем для того, чтобы жизнь становилась лучше. И верится, что русская наука не останется, в конечном счете, без будущего, что если не нам, то нашим последователям, удастся изменить ситуацию. И для грядущих «собственных Платонов и быстрых разумом Невтонов» возникнет благоприятная среда.

ПРЕПОДАВАНИЕ ОБЩЕЙ БИОЛОГИИ В ЛЕСНЫХ ВУЗАХ

В.В. КОРОВИН, *проф. каф. селекции, генетики и дендрологии МГУЛ, д-р биол. наук*

vladimir.v.korovin@gmail.com

Полагаю, что сомневаться в значимости науки «Биология» в наше время могут лишь малообразованные люди. Достаточно сказать, что сама способность к познанию лежит в компетенции этой науки. Знание основ биологии особенно важно для тех, кто в научной или производственной деятельности связан с живыми объектами. Казалось бы, я говорю о чем-то само собою разумеющемся, но, тем не менее, до начала XXI века курса общей биологии на лесохозяйственных факультетах вузов вообще не было. Слово «биология» звучало лишь в названии дисциплины «Биология лесных птиц и зверей». Вместе с тем, на этих факультетах читались и читаются курсы таких дисциплин, как ботаника (анатомия, морфология, систематика и физиология растений), дендрология, лесоведение, лесная энтомология, лесная фитопатология, уже упоминавшаяся биология лесных птиц и зверей, генетика, почвоведение. Учебные программы предусматривали знакомство со многими ответвлениями биологии, но не самой общей биологией. Трудно сказать, почему учебно-методическое объединение тех времен не обратило внимания на этот пробел в лесохо-

зяйственном образовании. В последние годы к перечисленным дисциплинам прибавились радиационная биология и экология.

Что касается «Экологии», то эту дисциплину, преподаваемую в лесных учебных заведениях, правильнее было бы назвать промышленной экологией, так как в такого рода курсах рассматриваются в основном проблемы, связанные с влиянием хозяйственной деятельности человека на среду его обитания. Лесная же экология в основных чертах была великолепно изложена еще Г.Ф. Морозовым [8], в дальнейшем же разрабатывалась и продолжает разрабатываться лишь отдельная часть этой важнейшей для лесоводов науки, очень удачно названная лесоведением.

В первые годы нынешнего века биологию ввели в программу обучения по направлению «Лесоинженерное дело», что представляется весьма разумным: лесозаготовители имеют дело с живыми объектами, более того, производственной деятельностью существенно влияют на лесные биогеоценозы и обязательно должны знать основы общей биологии. В связи с этим кафедра селекции, генетики и дендрологии МГУЛ подготовила и выпустила

в свет соответствующие учебные и учебно-методические пособия, предназначенные для лесозаготовителей [4, 5], а впоследствии и будущих специалистов лесного хозяйства [6], хотя к моменту выхода соответствующего учебного пособия курса биологии в учебных программах для лесохозяйственников еще не было.

В 2012 г. в программах обучения бакалавров на факультете лесного хозяйства наконец появился курс «Основы современной биологии», а годом раньше у магистров был введен курс «Проблемы современной биологии». Кажется, что здравый смысл торжествовал и все встало на свои места, но у будущих лесоинженеров биологию отменили. Однако речь идет в основном о биологии на лесохозяйственных факультетах и о сложностях, связанных с преподаванием этой бурно развивающейся науки.

Сложностей в этой сфере много, останьтесь на тех, которые можно считать основными.

Первая из них лежит в области этики. При изложении теорий, относящихся к возникновению планеты Земля, жизни на нашей планете и эволюции живой материи, неизбежно сопоставляются материалистические и религиозные концепции. При этом в соответствующей литературе в подавляющем большинстве случаев научным взглядам противопоставляются толкования Библии. Но ведь помимо христианства существуют и другие конфессии, и применительно к ним, очевидно, нужна несколько иная аргументация. Последователям чисто материалистических взглядов в такой ситуации необходимо сражаться сразу на нескольких фронтах. Но такое противостояние мировоззрений непродуктивно, ни одна из сторон никогда не сдастся. Есть попытки принципиально невозможного компромисса, например, в целом весьма удачный школьный учебник биологии С.Ю. Вертьянова, вышедший под редакцией известного генетика академика Ю.П. Алтухова [1]. И тем не менее, на занятиях в университете преподаватель обязан сформулировать именно научную концепцию, не задевая при этом религиозных чувств верующих.

Каков выход? Дидактических рекомендаций по этому поводу я не встречал и

допускаю, что их просто не существует. Могут только поделиться собственным опытом. На вступительной лекции я говорю студентам о том, что наука и вера находятся в разных сферах, попытки их противопоставления не могут увенчаться успехом, а на занятиях по биологии мы будем знакомиться только с научной концепцией.

Следующая сложность характерна именно для биологии наших дней и состоит в том, что практически все отправные точки теоретической части этой науки в конце XX – начале XXI веков были или отвергнуты или взяты под сомнение. Такое состояние в науке называется сменой ведущей парадигмы. В данном случае это значит, что основные положения дарвинизма, которые в последние десятилетия стали называться синтетической теорией эволюции (СТЭ), окончательно устарели и перестали соответствовать накопившимся экспериментальным данным и современным представлениям о процессе эволюции. Подтверждением тому служат многочисленные и все прибывающие публикации, среди которых я бы выделил книги и статьи В.И. Назарова и Ю.В. Чайковского [9–11]. О резком изменении основных научных взглядов в биологии постоянно идет речь в телевизионных передачах, такого рода материалами пестрят страницы Интернета [2, 3, 7]. Правда, следует помнить, что далеко не все материалы из всемирной сети корректны в научном отношении.

Аргументированно сформулировать основы назревающей новой парадигмы в рамках данной публикации невозможно, однако в самых общих чертах она может быть изложена следующим образом. Согласно основным положениям СТЭ образование новых видов на фоне меняющейся внешней среды происходит постепенно, в течение исторически длительного времени (конкретные временные интервалы при этом не указываются) за счет накопления в генофонде популяций редких, случайно и ненаправленно возникающих положительных (адаптивных) мутаций. Все эти положения не находят подтверждений ни в палеонтологии, ни в экспериментах. Теоретически возможные «положительные» мутации возникают крайне редко и в силу их

ненаправленности никак не могут служить материалом для адаптивных перестроек в организмах [9–11]. Что же касается естественного отбора, в реальности которого никто не сомневается, то его роль ограничивается лишь элиминацией вредных для организмов уклонений. В прогрессивных эволюционных преобразованиях естественный отбор играет второстепенную роль [9–11].

Приходящая на смену устаревшей новая парадигма базируется на признании номогенеза в качестве основного ведущего процесса в прогрессивной эволюции как живой, так и косной материи. «Номогенез» означает развитие по закономерности. Основателями этого направления эволюционного мышления являются американский палеонтолог, академик Национальной Академии США Э. Коп (1840–1897) и русские ученые: генетик, ботаник академик РАН и ВАСХНИЛ Н.И. Вавилов (1887–1943) и географ, зоолог академик РАН Л.Е. Берг (1876–1950). Современная наука располагает весьма убедительными доказательствами перспективности этого направления в теории эволюции. Однако и нерешенных вопросов остается много. Основной из них, с моей точки зрения, какие «начала» предопределяют эти уже многими признаваемые закономерности?

Исходя из сказанного, нетрудно представить, какие сложности возникают с изложением основных положений современной биологии. Если раньше чисто дарвиновская концепция, а затем и заключения СТЭ преподносились студентам практически как истина в последней инстанции, то в свете современных научных представлений ничего окончательно установленного и абсолютно непререкаемого в области теоретической биологии нет. Это относится и к толкованию многих экспериментальных данных. Такие толкования далеко не во всех случаях бывают однозначными. Полагаю, что в данной ситуации возможен лишь один выход – студентов следует посвящать во все, или, по крайней мере, в основные сложности переходного периода современной биологии.

На этом мы буквально упираемся в следующую труднопреодолимую сложность, кри-

тически низкий уровень школьного образования – прямое следствие постперестроечных реформ. Способа преодоления этой сложности при сохранении существующего положения дел в среднем образовании я не вижу.

Если исходить из небесспорного, но оптимистически звучащего афоризма «Не бывает безвыходных положений», то, исходя из собственного опыта на лекциях и при проведении лабораторных работ по основам биологии и по современным проблемам этой науки, я пытаюсь начинать с изложения «азов» каждой темы. Разумеется, за счет общего сокращения программного материала. Лучшего выхода я пока не вижу.

Библиографический список

1. Вертьянов, С.Ю. Общая биология : учеб. для 10–11 классов общеобразовательных учреждений / С.Ю. Вертьянов. – М.: Свято-Троицкая Сергиева Лавра, 2006. – 352 с.
2. Дарвинизм и неodarвинизм. Новое научное понимание живых систем. http://www.e-reading-lib.com/chapter.php/91864/190/Капра_-_Pautina_zhizni._Novoe_nauchnoe_ponimanie_zhivyh_sistem.html.
3. Еськов, К. Об изменениях в понимании эволюции со времен Дарвина. Рассказывает палеонтолог / К. Еськов. <http://maxpark.com/community/603/content/1997161>.
4. Коровин, В.В. Биология : учеб. пособие 2-е изд. / В.В. Коровин. – М.: МГУЛ, 2001. – 199 с.
5. Коровин, В.В. Биология : учеб. пособие к выполнению лаб. работ / В.В. Коровин, СП. Зуихина, Е.Ю. Потапова. – М.: МГУЛ, 2003. – 110 с.
6. Коровин, В.В. Введение в современную биологию и дендрологию: учеб. пособие / В.В. Коровин, С.П. Зуихина. – М.: МГУЛ, 2010. – 360 с.
7. Критика теории Дарвина. <http://www.elite-games.ru/conference/viewtopic.php?t=5663>.
8. Морозов, Г. Ф. Учение о лесе / Г. Ф. Морозов. – 7-е изд. – М.-Л.: Гослесиздат, 1949. – 455 с.
9. Назаров, В.И. Эволюция не по Дарвину: Смена эволюционной модели : учеб. пособие / В. И. Назаров. 3-е изд. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2011. – 520 с.
10. Чайковский, Ю.В. Наука о развитии жизни. Опыт теории эволюции / Ю.В. Чайковский. – М.: КМК, 2006. – 712 с.
11. Чайковский, Ю.В. Активный связанный мир. Опыт теории эволюции жизни / Ю.В. Чайковский. – М., КМК, 2008. – 725 с., указатели.
12. Чайковский, Ю.В. Диатропика, эволюция и систематика. К юбилею Мейена / Ю.В. Чайковский. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. – 407 с.

ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЛЕСНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ

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

Т.С. ЗАВИДОВСКАЯ, *доц. каф. биологии и методики ее преподавания Борисоглебского гос. педагогического ин-та, канд. биол. наук,*

П.А. АКСЕНОВ, *зав. лабораторией каф. селекции, генетики и дендрологии МГУЛ, канд. с.-х. наук*

michrom@mail.ru; zts.ok@mail.ru; axenov.pa@mail.ru

Среди многообразных систем членения земной поверхности на элементарные единицы биогеоценологический подход выделяется заранее заявленной отстраненностью от конкретных образов. Биогеоценоз (БГЦ) – некоторый околоповерхностный объем, обеспечивающий на данной площади вещество-энергетический круговорот однородной потенциальной мощности. БГЦ существует в ландшафтной фации и включает фитоценоз и почву как основные элементы. Воедино их связывают популяции гетеротрофов и разлагаемая ими мортмасса. БГЦ – арена существования зооценозов, многие из которых выходят далеко за его границы. Как открытая система БГЦ погружен в условия светового режима, ландшафтно-геохимических циклов, сезонно-климатических и погодных обстоятельств. Биогеоценоз существует в них и одновременно видоизменяет их в ходе циркадных, сезонных циклов и возрастных сукцессий.

Перефразировав определение БГЦ, данное В.Н. Сукачевым [37], получим примерно следующее: биогеоценоз – это самовозобновляющаяся открытая система природных явлений (атмосферы, гидрологических условий, почвообразующей горной породы, почвы, растительности, микроорганизмов и животного мира), поддерживаемая периодическим поступлением солнечной энергии и возбуждающая на известном протяжении земной поверхности потоки веществ и энергии между компонентами биогеоценоза, смежными биогеоценозами и экосистемами высших иерархических рангов. БГЦ одного типа имеют одинаковую потенциальную среднегодовую мощность. Осуществляя циклическую работу по преобразованию поступающей энергии, БГЦ эволюционируют.

Мощность биогеоценологической машины (работу, совершаемую за год) можно

охарактеризовать средним объемом одного оборота углеродного С-цикла, т С га⁻¹ год⁻¹. Считается, что остальные циклы вещество-энергетического круговорота тесно с ним связаны, подчинены ему и могут быть выведены как производные из параметров С-цикла. Средний год – естественная единица учета работы БГЦ-машины.

Как об устойчивой во времени характеристике БГЦ мы можем говорить только о потенциальной мощности. Реальная мощность С-круговорота существенно меняется в зависимости от фазы развития («выработанности») БГЦ, а также под воздействием конкурирующих или паразитирующих ценозов. В чреде лет мощность БГЦ значительно (на десятки %) флуктуирует в зависимости от погодно-климатической обстановки. Мощность БГЦ изменяют природные и антропогенные катастрофы.

Как основные характеристики мощности С-цикла БГЦ мы рассмотрим первичную брутто-продукцию ВРР автотрофов (видимый фотосинтез) и первичную нетто-продукцию NPP, представляющую собой годичный прирост фитомассы, включая опад текущего года и отчуждение фитомассы гетеротрофными организмами. В целом средний оборот С-цикла характеризует нетто-экосистемная продукция $NEP = NPP - R$, где R – эмиссия углерода из БГЦ.

Лесные БГЦ, помимо запасов мортмассы в виде древесного опада разной крупности и опада (мортмасса «sensu stricta», s.s.), обладают огромными запасами С, связанными с мертвыми лишившимися протоплазмы клетками в спелой и ядровой древесине стеблей, в заболонной древесине, лубе, коре. Такая условная «мортмасса» из отмерших клеток в составе биомассы растущих деревьев выполняет функции проводящих или (и)

Оценки участия «мортмассы» в биомассе спелых сомкнутых древостоев III–I классов бонитета и луговых, степных травостоев

БГЦ	Биомасса, т га ⁻¹		ЖБМ, *т га ⁻¹		«Мортмасса»**	
	Лето	Зима	Лето	Зима	т га ⁻¹	%
Сосняки, ельники	408–630	406–628	116–130	114–128	294–500	72–80
Лиственничники	300–700	298–695	63–75	60–70	240–625	81–90
Лиственные леса	405–584	416–590	70–74	66–80	334–510	80–87
Луга, степи	5–35	4–27	2–20	2–12	2–15	10–60

Примечание: * ЖБМ – живая биомасса древостоев ** Условная «мортмасса» – лишённые протопластов клетки ядровой (спелой) древесины ствола, ветвей и корней, а также «мертвые» клетки заболонной древесины, коры, корки и луба

механических тканей. Условная «мортмасса» позволяет живым деревьям, индикаторам лесных БГЦ, строить разветвленный скелет кроны и поднимать фотосинтезирующие органы на высоту, в десятки раз превышающую возможности подчиненных ярусов фитоценоза. В биомассе лесных БГЦ европейской России, включающих генеративно-спелые древостои, условная мортмасса в период вегетации составляет 70–90 % [34, 45]. В структуре биомассы травостоев мортмасса занимает лишь ~ 20–60 %. В среднем на условную мортмассу в лесах приходится ~ 80 % биомассы против 40 % в травостоях (табл. 1). Если полностью исключить мортмассу s.s. (очес, войлок) из биомассы травостоев и рассматривать только их растущие части, получим 20–50 % против 70–90 % в лесных БГЦ. Несколько бóльшая доля мортмассы в «живой» биомассе будет, возможно, у нетравяных представителей лесного надпочвенного покрова, кустарничков, сфагновых мхов.

Плотность надземной условной мортмассы (т га⁻¹) мы оценили (табл. 1) по соотношению ядровой (спелой) и заболонной древесины стволов и крон [9, 27, 28 и др.]. Использованы также данные о структуре годичных колец и анатомических элементов древесины, дифференцированные замеры их плотности [32, 44 и др.].

Оценки участия мортмассы в составе биомассы травостоев приблизительны, их биомасса в значительной мере меняется в течение сезона. Существенно меняется участие мортмассы в общем составе фитомассы и соотношение надземных и подземных масс [39].

Наименее надежны оценки участия мортмассы в зимней биомассе травостоев. Но даже приблизительные оценки четко показывают сокращение долевого участия массы клеток, лишившихся протопластов, в травостоях в сравнении с древостоями (табл. 1).

Масса клеток, обладающих протопластами, зачислена в состав «живой биомассы», ЖБМ (табл. 1). По ЖБМ разница между лесными и нелесными фитоценозами сглаживается (уже не на 2, а на 1 порядок). Минимальные различия наблюдаются между конкурирующими в одном и том же экотопе травостоями и низкбонитетными, IV–Va классов бонитета разреженными лесами, рединами, перелесками [15].

В продуктивных широколиственных лесах I–III классов бонитета, находящихся на пике процветания и сложности вертикальной структуры, ЖБМ составляет лишь 21–23 % общей биомассы фитоценозов [45]. На окраинах солонцовых полей в лесостепных перестойных дубравах V класса бонитета на живые клетки с протопластами приходится ~ 40 % фитомассы [45]. В разреженных остепненных дубняках на водоразделах Центрально-Черноземного заповедника им. В.В. Алехина или на Калачской возвышенности участие ЖБМ превышает 50 % [15]. Примерно те же результаты получаются для парцелл карликовой сосны на мелких почвах на поверхности скал в Хакасии [38]. Снижение производительности лесных БГЦ до равенства с нелесными определяет их уязвимость и легкость замещения болотными, луговыми, степными ценозами, обеспечивающими ту же мощность С-цикла.

Потенциальные потоки углерода, т С га⁻¹·год⁻¹, в устойчиво функционирующих зональных лесных БГЦ европейской России, от средней тайги до южной лесостепи [13, 14, 26, 45]

Процесс	Класс бонитета	
	I–II	IV–V
+ Фотосинтез ВРР	25–27	11–16
+ Приход С с осадками	0,1	0,1
Средний за голоцен сток С в нетто-продукцию NPP	0	0
– Надземное дыхание растений	14–15	6–8,5
– Дыхание корней, деструкция почвенной мортмассы	10–11	5–7,5
– Деструкция надземной мортмассы s.s. **	0,2–0,5	0,1–0,3
– Деструкция условной «мортмассы»	0,3–0,5	0,1–0,4
– Вынос в грунтовые воды, гумус, С(СаСО ₃)	0,09–0,10	0,05–0,07

Примечание: Знаком «+» отмечены входящие потоки, вклады; «–» – исходящие. Основные величины округлены до 1 т С га⁻¹·год⁻¹. ** Надземная мортмасса s.s.: опад и отпад разной крупности, включая сухостой [36]

Потенциальная мощность С-цикла лесных БГЦ теснейшим образом связана с классом бонитета древостоя. В единой бонитировочной шкале [22] класс бонитета устанавливает потенциальную производительность древостоя, то есть величину, являющуюся одновременно паспортной характеристикой всего БГЦ. Напомним, что членение земной поверхности на БГЦ мы ведем именно по потенциальной мощности работы БГЦ. Древостои являются доминантами продукционного процесса лесных БГЦ. Автотрофы из подчиненных ярусов фитоценозов играют мизерную роль в создании NPP. В высокопродуктивных сомкнутых лесах они определяют <5 % NPP и только в низкобонитетных редкостойных – до 25 % NPP. Класс бонитета древостоев достаточно полно характеризует возможную мощность среднегодового биогенного оборота С во всей системе БГЦ (табл. 2).

«Выработанный» фитоценоз, свободный от антропогенных и лесозахватных нагрузок, катастрофических природных событий (пожаров, ураганов, оползней и т.п.) на заданном историческом интервале работает с постоянной потенциальной мощностью, испытывая лишь небольшие (± 10 ч 15 %) флуктуации NPP-продуктивности [13, 14, 26]. На стадии «выработанности» продуктивность фитоценоза приходит в соответствие с геолого-почвенной подосновой БГЦ (табл. 2). Биоценозы приобретают устойчивую мозаичную структуру [36]. Средняя мощность

С-цикла не зависит от колебаний породного и возрастного состава древостоев в отдельных элементах парцеллярной мозаики. Наблюдается продукционный гомеостаз [31]. Средняя ассимиляция С фитоценозами становится равной эмиссии С из экосистемы, в результате сток С в БГЦ близок к нулю (табл. 2). Аккумуляция С в «вечных» хранилищах (почвенный гумус; конкреции СаСО₃) и вынос С с поверхностным стоком и стоком в грунтовые воды в автоморфных БГЦ малы и незначительны в сравнении с другими статьями С-баланса.

Сток С в «вечные» хранилища различается в соответствии с геологическим возрастом БГЦ. В исторически молодых голоценовых лесных БГЦ он в несколько раз превышает оценки, приведенные в табл. 2. Соответственно, в «молодых» БГЦ уменьшается деструкция мортмассы, органического вещества (ОВ) почв. В древних БГЦ домосковского генезиса сток углерода ($NEP > 0$) сменяется эмиссией С ($NEP < 0$). К перечисленным расходным статьям (табл. 2) С-баланса в древних БГЦ добавляется дополнительный эмиссионный поток, обусловленный деструкцией гумусовых веществ. Лесные БГЦ демонстрируют в среднем примерно вдвое более высокую мощность С-цикла в сравнении с нелесными БГЦ, захватившими лесной экотоп. Даже энергетически дотируемые агросистемы по своей предельной мощности примерно вдвое уступают потенциальной мощности лесных БГЦ.

**Средне- многолетний годичный прирост биомассы
фотосинтезирующих растений-автотрофов (*NPP*) и гетеротрофов (ΔM_{II})
в насаждениях II класса бонитета, т га⁻¹ год⁻¹ [12, 29, 45]**

Функционально-систематические группы	Годичный прирост	
	Биомасса	углерод
(1) Фотосинтезирующие зеленые растения (<i>NPP</i>)	5,8–6,0	2,9–3,0
(2) Позвоночные (теплокровные, герпетобий)	0,01	0,00
(3) Биотрофы (беспозвоночные и грибы)	0,2	0,10
(4) Ксилотрофы (в т.ч. факультативные биотрофы*, грибы)	0,3	0,15
(5) Сапротрофы 80 % (почвенные беспозвоночные)	0,3	0,15
(6) Почвенные микроорганизмы (бактерии, актиномицеты и др.)	1,1	0,55
(7) Микоризообразователи (симбиотрофы)	0,3	0,15
(8) Деструкторы гумуса (археи [48])**	0 (0,5)	0 (0,25)
Всего гетеротрофы	2,21 (2,71)	1,10 (1,35)

Примечание: * «Факультативные биотрофы», по В.Г. Стороженко [36], – грибы, разрушающие условную мортмассу в стволах растущих деревьев, равно как мортмассу s.s. опада и опада. ** Размножаются после накопления в почве гуматного гумуса; периодичность более 100 тыс. лет; уничтожают запасы за ~200 лет; в скобках оценка ΔM_{II} в периоды «вспышек»

С-циклу аккомпанируют водный цикл [17], в транспирационной составляющей напрямую связанный с продукционным процессом, а также азотный N-цикл [16]. Многие исследователи придают N-циклу особое значение, рассматривая его как независимый или даже ведущий по отношению к С-циклу [16, 23, 47 и др.]. Поступление в атмосферу С (CO₂) и азота N (N₂O) за последнюю сотню с лишним лет, минувших с начала промышленной революции, строго согласовано: $r^2 > 0,9$ [46].

Основные блоки биомассы лесного БГЦ

Описывая биомассу обитателей лесного БГЦ, мы выделяем функционально-систематические группы организмов, блоки БГЦ-машины (табл. 3). Биомные блоки, перечисленные в табл. 3, последовательно трансформируют С, связанный автотрофами в виде *NPP* (в основном углеводороды), в ОВ почв (в конечном итоге в гумусовые вещества). Состав видов, входящих в каждый блок, и их встречаемость могут существенно варьироваться на разных этапах истории БГЦ и в разных экотопах. Каждый блок БГЦ-биома можно подразделить на более мелкие единицы. Каждый блок имеет свою внутреннюю структуру, не исчерпывающуюся основными видами. Скажем, группа (2) в табл. 3, «Позво-

ночные», включает весь ансамбль связанных с ними паразитических и симбиотрофных видов.

Основной характеристикой блоков (табл. 3), позволившей сопоставить данные о разных видовых группах, послужила не сама биомасса организмов, а ее годичный прирост [45]. Особенно остро необходимость замены биомассы ее приростом ощущается при описании гетеротрофов (табл. 3, группы 2–7), среди которых присутствуют организмы, не сопоставимые с другими ни по биомассе, ни по ее сезонной или многолетней динамике, ни по роли в жизни БГЦ. Биомасса почвенных бактерий, например, измеряется весной десятками кг га⁻¹, осенью единицами кг га⁻¹, а годовая продукция биомассы может превышать 2 т га⁻¹ год⁻¹ [24, 45]. При этом прирост биомассы почвенных микроорганизмов виртуален, он тут же поступает в опад и повторно перерабатывается следующими поколениями бактериальных популяций.

Основные особенности макроструктуры биома лесных БГЦ универсальны и присущи БГЦ на большей части лесной зоны, от широколиственных лесов до средней тайги включительно [26, 40]. Несмотря на то, что в разных природно-климатических зонах и экотопах на разных этапах развития БГЦ видовой состав и представленность видов в

блоках БГЦ-машины может существенно варьироваться, популяции гетеротрофов объединяются в сходные функционально-систематические группы (табл. 3). Мы определили годичный прирост ΔM_{II} вторичной биомассы в единицах «абсолютно сухой» массы с последующим пересчетом в массу углерода на основе мониторинговых наблюдений, выполненных в Теллермановском опытном лесничестве ИЛАН, уникальных по своей подробности, длительности и синхронному охвату разных групп автотрофов и гетеротрофов [6, 12, 29, 45]. Однако, судя по выборочным наблюдениям за отдельными группами организмов в других лесорастительных зонах, данные табл. 3 позволяют представить общую структуру биомассы лесных БГЦ России, исключая регионы распространения мерзлотных почв [8, 37, 40 и др.].

Устойчивость С-цикла обеспечена строгим согласованием годичной продукции автотрофов NPP (табл. 3, строка 1) и среднего прироста биомассы организмов, разрушающих фитомассу ΔM_{II} (табл. 3, сумма показателей в строках 2–7). Прирост ΔM_{II} не должен превышать $\sim 1/3$ годичной нетто-продукции NPP автотрофов (предполагается, что универсальный показатель эффективности использования гетеротрофами метаболизированной пищи – 0,25). Дыхательные затраты гетеротрофов составляют 75 % [40, 45].

Группа (1). Автотрофы (зеленые растения и водоросли свободно живущие, а также симбиотические) – двигатель С-цикла. Среди автотрофов лесных БГЦ по NPP абсолютно доминируют древесные растения (табл. 3, группа 1).

Группы (2–7). Гетеротрофы – деструкторы и редуторы фитомассы и мортмассы [29], обеспечивающие возвратные исходящие из БГЦ потоки С и рецикл С внутри БГЦ (табл. 3, группы 2–6). В ансамбле гетеротрофов можно выделить крупные и более или менее независимые функционально-систематические блоки.

(2) Позвоночные животные вкупе со своими паразитами и симбионтами образуют исчезающе малый прирост биомассы даже в периоды максимальных подъемов числен-

ности популяций. В лесных БГЦ группа (2) перерабатывает грубую биомассу растений и животных, измельчая ее на потребу микроорганизмам. Характерная черта – потребление пищи, в десятки раз превышающее величину ΔM_{II} . Например, млекопитающие при ничтожной биомассе потребляют в десятки и сотни крат больше пищи, чем усваивают, возвращая ее в дисперсном полуфабрикатном виде в почву.

(3) Биотрофы *sensu stricta, s.s.*, – комплекс насекомых, нематод, грибов и бактерий, разрушающих живую биомассу растений и животных. Группа 3 неоднородна по систематическому статусу входящих в нее видов. Все эти организмы объединяет их зависимость от ЖБМ хотя бы на одном из этапов онтогенеза. Обычно ЖБМ осваивает слаженный комплекс видов-биотрофов, включающий представителей разных таксонов.

(4) Ксилотрофы (сапротрофы) – дроворазрушающие грибы, осваивающие отпад и опад различной крупности. Сюда входят также условные «биотрофы» [36], разрушающие условную мортмассу в составе биомассы живых деревьев, как и древесину отпада и опада. От биотрофов *s.s.* 3-й группы их отличает потребление только условной мортмассы у живых деревьев. По ферментативной специализации можно выделить грибы, разрушающие преимущественно целлюлозы (гнили деструктивные, бурые), и грибы, разрушающие преимущественно лигнин клеточных оболочек (гнили коррозионные, белые).

(5) Сапротрофы – на 80 % почвенные беспозвоночные, ведущие предварительную подготовку опада и остаточных структур отпада для дальнейшей переработки микроорганизмами, а также их хищники, паразиты и симбионты.

(6) Почвенные микроорганизмы, преимущественно бактерии и актиномицеты, разлагающие тонкую почвенную органику, ОВ почв, утратившее клеточную структуру.

(7) Группа – образователи эндо- и эктомикориз, грибы, участвующие в рецикле ОВ почв. При низкой встречаемости корней высших растений многие микоризообразующие грибы переходят на сапротрофное пита-

Экспертные оценки погодичного варьирования биомассы функционально-систематических групп в составе БГЦ (коэффициенты вариации, CV %)

Функционально-систематическая группа	Автотрофы	Теплокровные позвоночные	Грибы, насекомые, биотрофы <i>s.s.</i>	Грибы сапротрофы, условные биотрофы	Почвенные беспозвоночные, герпетобий	Почвенные микроорганизмы	Микоризообразователи
Индекс в табл. 3	1	2	3*	4**	5	6	7
CV, %	20–40	120	120	20–30	20–40	20–40	20–40

Примечание: * В группе 3 биотрофы *sensu stricta*, потребляющие собственно живую биомассу. ** В группе 4 грибы сапротрофы и условные биотрофы, разрушающие мертвые элементы биомассы живых растений

ние, потребляя ОВ почв исключительно для своих нужд.

(8) Археи – группа микроорганизмов, распространенная в «древних» БГЦ, накопивших конечные продукты функционирования биома в концентрациях, достаточных для питания и размножения архей [48]. Периодичность их размножения превышает 100 тыс. лет.

Средние многолетние значения NPP и ΔM_{II} , приведенные в табл. 3, усредняют динамику подъемов и спадов численности популяций. Сбалансированность приростов биомассы автотрофов NPP (группа 1, табл. 3) и гетеротрофов ΔM_{II} (группы 2–7, табл. 3) – одно из условий устойчивости экосистемы [29, 45].

В различных функционально-систематических группах организмов природы варьируются в разной степени (табл. 4). К примеру, изменчивость прироста биомассы грибов сапротрофов характеризуется коэффициентом вариации $CV \approx 20\%$ (табл. 3 и 4, группа 4). Стабильность же прироста биомассы филлофагов, биотрофов *s.s.*, низка – $CV \approx 120\%$ (табл. 3 и 4, группа 3). Численность и продукция биотрофов *s.s.* наименее постоянна. Им свойственны повторяющиеся «вспышки численности», в то время как численность и биомасса почвенных микроорганизмов (табл. 4, группа 6), нестабильная в сезонном аспекте, в чередующихся годах не выделяется избыточным варьированием [7, 8, 24 и др.].

Работа C -цикла экосистемы стабильна, если выполняется условие $NPP \approx 3 \Delta M_{II}$; при этом $NEP \approx 0$ [29, 45]. Значениям $NPP > 3 \Delta M_{II}$ соответствуют $NEP > 0$ и периоды накопления углерода внутри БГЦ. Значениям

$NPP < 3 \Delta M_{II}$ соответствуют $NEP < 0$ и периоды сокращения массы органического C , ранее накопленного БГЦ. Отметим, что в балансе C участвуют запасы биогенного неорганического углерода, связанные с $CaCO_3$. Часть C может уходить из БГЦ не только с эмиссией $C(CO_2)$, но и в состав $C(CaCO_3)$, сток грунтово-почвенных вод, а также в устойчивые полимеры типа спорополленинов.

Среди прочих БГЦ лесные выделяются развитием блока грибов-ксилотрофов (табл. 3, 4 – группа 4) [36]. В нелесных БГЦ эта группа гетеротрофов практически не представлена.

Живая биомасса растений и животных

Масса живых клеток, обладающих протоплазмой, богата мономерами и олигомерами сахаров, пептидами, нуклеозидами, неустойчивыми полимерами. ЖБм пульсирует по сезонам и по годам.

ЖБм автотрофов и гетеротрофов богата белками, сконцентрированными в цитоплазме живых клеток, и, соответственно, азотом. Из фитопада и отпада все биологически активные азотсодержащие вещества заблаговременно выводятся и реутилизируются растениями [16, 25, 45]. Зоотпад и опад, наоборот, обогащены азотом [6, 18, 25 и др.]. Ансамбль гетеротрофов многоступенчато перерабатывает отмирающую и отчуждаемую фитомассу, преобразуя ее, в конечном итоге, в почвенный гумус. Соотношение перерабатываемой и усваиваемой (метфаболизированной) пищи говорит об исключительно малой эффективности метаболизма большинства гетеротрофов. Однако в составе лесных БГЦ такие малоэффективные виды чрезвычайно

Оценки живой биомассы, ЖБм старовозрастных лиственных лесов контрастной продуктивности по основным фракциям и ярусам лесного БГЦ, т С га⁻¹

Фракция биомассы	Класс бонитета			
	I–III	IV–V	Va	
Скелет наземный	31	10	4	
Скелет подземный (корни $\varnothing > 1$ мм)	3	3	2	
Листва	3	2	2	
Корни $\varnothing \leq 1$ мм	2	2	2	
Итого автотрофы	39	17	10	
В том числе:	древесный ярус	38	14	5
	подчиненные ярусы	1	3	5
Вторичная биомасса гетеротрофов	1	0,5	0,1	

значимы, они подготавливают огромные объемы биомассы для дальнейшей переработки.

Биомасса многих животных и микроорганизмов почти полностью является ЖБм. Однако очевидно, что большую часть скелетной массы позвоночных, наружного скелета насекомых и т.п. следует включить в состав «условной» мортмассы. Наличие «условной мортмассы» в биомассе и автотрофных, и гетеротрофных организмов дает дополнительный повод для перехода от непосредственного определения биомассы к описанию ее годичного прироста.

В выработанных разновозрастных лесах флуктуации прироста NPP автотрофов и ΔM_{II} гетеротрофов внутри каждого функционально-систематического блока (табл. 3) скомпенсированы за счет взаимозаменяемости функционально сходных «викарирующих» видов и баланса мелко мозаичных пространственных структур. Колебания прироста и биомассы консументов, хорошо выраженные в отдельных элементах пространственно-возрастной парцеллярной мозаики разновозрастного «выработанного» леса, на площади порядка ~ 1 – 2 га не заметны. Прирост биомассы примерно постоянен, в том числе у «вспышечных» видов (табл. 3 и 4, группы 2 и 3) [36].

В ЖБм продуцентов наземного лесного БГЦ преобладает ЖБм высших, сосудистых растений (табл. 1, 3 и 5). Доминируют древесные растения. Хотя вклад деревьев в состав ЖБм варьируется по возрастам, годам и стадиям сукцессий фитоценоза не столь уж

заметно (исключая катастрофы), что позволяет в некотором удалении от границ ареалов лесообразующих видов говорить о продукционном гомеостазе лесных БГЦ. Взаимозаменяемость лесообразующих видов по продуктивности и встречаемости в лесной зоне компенсирует колебания ЖБм автотрофов и мощности С-цикла [1, 4, 31, 26].

По ЖБм различия между древостоем и подчиненными ярусами лесного фитоценоза несколько сглаживаются (табл. 5). Деревья по ЖБм сохраняют доминирующее положение в высокопроизводительных лесах, но в низкобонитетных (V, Va класса бонитета), как правило, сильно разреженных, они теряют значение доминант С-цикла; ЖБм древесного яруса приближается к ЖБм подчиненных ярусов.

Лесообразующим деревьям бореальной зоны свойственна особая локализация ЖБм. Примерно половина запасов ЖБм замкнута в заболонной древесине стволов и до гибели дерева мало доступна консументам.

Соотношение ЖБм растений и ЖБм гетеротрофов пульсирует во времени. Сезонные и погодичные пульсации – неотъемлемое свойство гетеротрофов. Скорость прироста ЖБм гетеротрофов (консументов и редуцентов) в несколько раз превышает скорость синтеза автотрофами горючего, необходимого для питания гетеротрофов, а также скорость перемещения ресурсов по звеньям пищевых цепей. Поэтому прирост гетеротрофной биомассы периодически резко сокращается из-за временного более или менее полного истощения пищевых ресурсов.

Запасы С в мортмассе *sensu stricta*, в почвенном гумусе, биогенных известняках и торфах зональных лесных БГЦ, т С га⁻¹

Пул углерода	Класс бонитета		
	I–II	III–IV	IV–V
1. Сухостой и валеж	6–7	5–6	3–15
2. Подстилка*	6–7	5–6	4–15**
3. Подземная мортмасса***	4–6	3–5	3–5
<i>Итого мортмасса s.s.</i>	15–20	13–17	10–35
4. Гумус молодых почв 0–1 м	31–70	25–60	5–50
5. Гумус древних почв 0–1 м	140–180	70–130	20–70
6. Гумус древних БГЦ 0–10 м	200–350	100–250	30–80
7. Биогенный СаСО ₃ .	0–800	0–400	0–450
8. ОВ торфа (оценочно)	0–10	0–100	0–200

Примечание: * Масса органической части подстилки без минеральных примесей; в среднем ~66 % ее общей массы [35]. Масса подстилки пульсирует примерно на величину опада, приведены осенние данные [45]. ** Запасы С в солонцовых дубравах сильно варьируют в зависимости от нарушенности подстилок (эрозия, пожары) [45]. *** В черноземах ЦЧО в 0–2 м под лесными культурами подземная мортмасса 9–12 т га⁻¹ [19]; в агро-системах Западной Сибири весенний запас мортмассы пахотного горизонта – 3–5(6) т га⁻¹ [43]

Мортмасса – масса отмерших клеток и продуктов их деструкции, обогащенная устойчивыми полимерами. При этом общий пул мортмассы лесных БГЦ можно разделить на «условную», входящую в состав тел живых растений, прежде всего древесных (табл. 1), и «безусловную» мортмассу *s.s.*, сформированную опадом, отпадом, сухостоем, фитомассой, отчужденной консументами, продуктами вторичной (третичной и т.д.) переработки биомассы животными и микроорганизмами (табл. 6). Объемы и запасы условной мортмассы в лесных БГЦ пропорциональны запасам деловой древесины, учитываемым при таксации леса. Условная мортмасса еще в стволах растущих деревьев начинает потребляться древоразрушающими грибами. После отмирания дерева вся его биомасса переходит в состав мортмассы *s.s.* Остатки живых клеток осваиваются комплексом микроорганизмов, биотрофов и гнилостных бактерий, а затем клеточные оболочки в древесной мортмассе разрушаются грибами ксилотрофами [36].

Мортмассу *s.s.* по степени переработки составляющих ее органических остатков можно разделить на сохраняющую клеточную структуру органов растений и животных, поступивших в отпад или опад, и утрачившую ее, превратившуюся в гумус.

Небольшая часть сложных и устойчивых полимерных веществ постоянно выводится из состава мортмассы *s.s.* и из С-круговорота. Например, медленно разрушающиеся хитиновые фрагменты наружного скелета насекомых или спорополленины пыльцевых зерен, в течение сотен тысячелетий сохраняющие химический состав и морфологию.

В соответствии с глубиной переработки мортмассы *s.s.* в ней последовательно возрастает кларк азота (табл. 7). Высокая концентрация азота достигается уже в зооопаде и экскрементах фитофагов [6]. Соотношение С: N смещается в пользу N по мере переработки опада и опада в аморфное ОВ почвы. В опаде С: N ≈ 50, в подстилке ~ 20, в гумусовых веществах «пахотного» горизонта С: N ≈ 12, в нижних слоях почвы на 0,5–1,5 м отношение концентраций становится С: N ≤ 10 [21, 45]. В северотаежных лесах отношение С: N в органических горизонтах почвы снижается от 45 в «пионерных» сосняках до 25 в ельниках на продвинутых стадиях сукцессии лесных БГЦ [23]. Незначительное возвратное увеличение С: N отмечено при погребении почв в подошве гумусированного горизонта: С: N ≈ 16–17 [15].

Азот – необходимый элемент всех «думающих» и работающих молекул в составе ЖБМ (ДНК, РНК, большинство ферментов, световозбудимые молекулы). Условная морт-

**Соотношение масс углерода и азота C:N, в разных компартментах
лесного БГЦ [6, 10, 15, 16, 21, 23, 45 и др.]**

Древесина		Листва, луб	Фитофаги, экскременты	Гифы грибов	Гумус фульватный	Гумус гуматный
ядро	Заболонь					
1000	500	50–100	30–50	20–45	25–45	15–20

масса растений практически полностью лишена соединений, включающих азот. В ядровой (спелой) древесине остаются только полисахариды: целлюлозы и лигнин. Содержание *N* снижается до десятых-сотых долей %. Только при заселении условной мортмассы консументами, например, стволовыми гнилями, она обогащается *N*-содержащими соединениями повторно. Эндобионтная фиксация *N* кишечной «флорой» обогащает *N* экскременты позвоночных [18]. Аналогичное обогащение экскрементов *N* происходит в кишечниках насекомых филофагов [25]. Предполагается, что симбиотрофная фиксация *N* связана с жизнедеятельностью эндобионтных архей.

Органическое вещество почв, гумус.

ОВ почв последовательно трансформируется в гумус. Только часть *C* и *N* вновь возвращается в биогеоценологический оборот микоризообразующими грибами. Гумусовые вещества, конечная стадия преобразований ОВ почвы, выводятся из *C*-оборота и накапливаются в почвах, особенно суглинистых. Почвенный гумус – мортмасса, «сросшаяся» с минеральной частью почвы и утратившая все признаки клеточной структуры. Гумусовые вещества вкраплены в почво-грунт в основном в виде кутан, гелевых пленок на почвенных отдельностях, педах [41, 42]. Накопления гумуса в почве, его запасы отражают древность почвообразования (табл. 6). По мере старения гумус последовательно концентрирует азот [21], сначала, вероятно, за счет деятельности микромицетов и бактерий, затем, возможно, за счет автотрансформации исходного органического вещества. Фульватный гумус преобразуется в гуматный. Наиболее древние фракции почвенных ОВ связаны с гуминовыми кислотами [15, 21].

Соотношение гуматного и фульватного гумуса в составе почвенной органики меняется при продвижении к югу [21]. В таежных

«молодых» почвах преобладают фульватные гуминовые кислоты. Старение гумуса сопровождается накоплением гуматных гуминовых кислот. Самые древние оценки радиоуглеродного возраста получены при фракционировании из ОВ почв гуматного гумуса [15]. В современных черноземах и темно-серых лесных почвах гуматные фракции разрушаются быстрее всего, о чем свидетельствует деградация почв, погребенных под насыпными сооружениями. В погребенных почвах радиоуглеродный возраст гуматных фракций падает [15]. В крайне южных ландшафтах в почвах сухих степей и полупустынь гуматный гумус почти отсутствует по причине почти полной изработанности исходного запаса гуминовых кислот. Отношение долей гуминовых кислот и фульвокислот в составе бурых полупустынных и серо-бурых почв $\leq 0,8$, то есть совпадает с количеством в лесной зоне от лесотундровых до дерново-подзолистых почв, сформировавшихся после Московского оледенения. В древних «до-московских» почвах черноземного типа (вплоть до сухостепных темно-каштановых) отношение гуматных фракций гумуса к фульватным >1 [21].

В составе гуминовых кислот, выделенных из типичного чернозема, отношение *C:N* изменяется в зависимости от глубины почвенного профиля незначительно, варьируясь в пределах 15–20 и лишь слегка возрастая по мере старения гумуса [15]. В течение последнего века эмиссия в атмосферу *N*-содержащих газов, в основном закиси азота N_2O , пропорциональна эмиссии *C* (CO_2) за счет преимущественного разложения древних фракций гуминовых кислот [46 и др.].

Предел содержания азота в перегное (гумусе), по П.А. Костычеву, равен содержанию *N* в грибах 5,48 % [11]. И хотя встречаются гораздо более высокие оценки концентрации *N* в почвенном гумусе [5, 21 и др.],

**Оценки годичной фиксации $C(CO_2)$, т С га⁻¹ год⁻¹ (исходной ВРР и итоговой NPP),
по ярусам лесного БГЦ, округлены до 1 т С га⁻¹ год⁻¹**

Класс бонитета	Древостой	Подлесок и подрост	Травы	Всего
ВРР продукция				
I	26	1	1	28
IV	12	4	1	17
Va	6	4	1	12
NPP продукция				
I	6	0	0	7
IV	3	1	1	5
Va	1	1	1	3

Примечание: При горизонтальной мозаичности фитоценоза приведенные оценки приложимы к сомкнутым парцеллам

цитируемое мнение П.А. Костычева замечательно тем, что предполагает непосредственное участие грибов и микроорганизмов в консервации почвенного азота.

Основной компонент гумусовых веществ, концентрирующихся на границах разделов сред в виде гелевых пленок на гранях педов [41, 42] – продукты экзогенного выделения бактериями антиоксидантов (прежде всего, каталаз и гидролаз азота) во внешнюю среду. Накопления экзогенных бактериальных ферментов составляют в «древних» почвах весьма существенную долю биомассы почвенного гумуса [8]. По способности к переработке органических веществ пленки ферментов обладают колоссальной силой. По Л.М. Загуральской, мощность бактериальных ферментных пленок в южной Карелии соответствует потенциальной возможности переработки за год центнеров и тонн органического С на 1 га [8].

Работа и структура основных функциональных групп лесного биома

Продуценты автотрофы. В фиксации атмосферного С в лесном БГЦ участвуют все автотрофы: деревья, подлесок, травяной покров (травы и кустарнички), моховой покров, почвенные водоросли и водоросли в составе лишайников. Однако их роли в суммарном продукционном процессе несопоставимы. Основную работу по инициации обменных циклов в лесных БГЦ выполняют древесные растения (табл. 8).

Древесный ярус приводит в движение все обменные циклы лесных БГЦ. Первичная

ВРР фиксация фитоценозами С в условиях I класса бонитета более чем на 90 % зависит от древостоя [26, 45]. В низкобонитетных условиях (V класс бонитета и ниже) древостой все равно определяет более половины первичной ВРР ассимиляции С, выполняемой всеми автотрофами, и примерно треть NPP продукции (табл. 8).

Видовое разнообразие древесного яруса зональных лесных БГЦ (число потенциальных лесообразующих видов) мало изменяется в разных природных зонах (подзонах) на равнинах европейской России – 10–13 видов. Лишь в северной тайге число лесообразователей сокращается до 7–8. Гораздо большее число лесообразователей варьируется в пределах каждой лесорастительной зоны в разных эдафотопсах: от 2–3 до 10–13 видов [26]. Видовое разнообразие древесного яруса лесных БГЦ реализуется на площади 0,25–0,50 км², но нередко и на площади порядка 1 га в пределах одного выдела. В лесах, преобразованных лесозащитой, потенциальное число лесообразующих видов реализуется лишь частично. Из видов, потенциально способных образовать древостой в данном экотопе, обычно доминируют только 2–3 вида, а в составе господствующего яруса 1–3 [26].

Подпологовое видовое разнообразие подчиненных ярусов растительности в лесах, измененных деятельностью человека и катастрофами, сильно зависит от стадии сукцессии фитоценоза. После вырубki древостоя, вывала, пожара оно обычно возрастает

Видовое разнообразие летнего травяного покрова зональных широколиственных лесов юга европейской России [45]

Класс бонитета	Число видов	
	списочное	регулярных доминант*
I	17–32	2–3
II	24–33	2–3
III	25–32	2–3
IV	35–43	2–3
V–Va	43–59	3

Примечание: * Виды, обеспечивающие 20 и более % проективного покрытия напочвенного покрова

в десятки раз. После уничтожения господствующего древесного яруса увеличивается также и биомасса подчиненных ярусов за счет разрастания нелесных видов: сорно-рудеральных, опушечных и т.п. Напочвенный покров состоит из 10–20 сохраняющихся специфически лесных видов. Эти виды лесного подпологового ценоза восстанавливаются в течение ~10–20 лет. Однако и среди видов, характерных для данного БГЦ, можно выделить только 2–3 «обязательных», встречающихся на всех стадиях сукцессий травяно-кустарничкового покрова (табл. 9). Остальные виды только дополняют видовой состав подчиненных ярусов.

Наиболее разнообразны по видовому составу лесного покрова насаждения расстроенные, распадающиеся. При формировании одновидовых (чистых) древостоев высокой продуктивности разнообразие видов подчиненных ярусов резко сокращается. В отсутствие лесохозяйственной деятельности чистые леса относительно быстро (за сотни лет) сменяются среднепродуктивными, но устойчивыми, полидоминантными разновозрастными лесами с мозаичной горизонтальной структурой и сравнительно высоким участием в составе биомассы растений из подчиненных ярусов [26, 36]. Для парцелл напочвенного травяно-кустарничкового покрова в зональных разновозрастных лесных БГЦ характерен размер площадных мозаик, соответствующий размеру GAP-мозаик в пологе древостоя [33].

В зонально-экологическом аспекте по видовому разнообразию, особенно по потенциальному видовому разнообразию, лесные БГЦ группируются в два кластера – богатые

и бедные [26]. В худших условиях, а также на начальных этапах первичных растительных сукцессий биоразнообразие ограничено немногими видами. В более богатых условиях видовой состав дополняют многочисленные сопутствующие виды. Изменения потенциального числа видов древесных растений-лесообразователей слабо коррелирует с числом видов в подчиненных ярусах (табл. 10). Степень корреляции соответствует функционально-ценотической роли видов в составе лесных фитоценозов. Изменения потенциального видового разнообразия древостоев в спектре экологических рядов лесных БГЦ [20] теснее всего связаны с разнообразием подлеска и покровообразующих травяно-кустарничковых видов. Разнообразие травяно-кустарничкового яруса в целом и особенно мохово-лишайникового яруса варьируется, по существу, независимо от древостоя (табл. 10).

Видовое разнообразие автотрофов следует анализировать прежде всего в связи с разнообразием определяющих (эдификаторных) ярусов и видовых групп: древесного яруса, подлеска и немногочисленных покровообразующих видов. Потенциальное видовое разнообразие остальных групп автотрофов в составе фитоценозов в экологических рядах лесных БГЦ [20] не коррелирует с биоразнообразием древесного яруса (табл. 10). Мохообразные и лишайники практически не зависят от высших растений. Недаром лихенофлора, использующая деревья как форофиты, субстрат для расселения, наиболее свободна от фитоценологических «шумов» и наиболее универсальна как индикатор состояния воздушной среды.

Корреляции потенциального видового разнообразия древостоев с разнообразием подчиненных ярусов леса (η) в экологических рядах БГЦ равнин европейской России [26]

Ярус, функционально-ценотическая группа	Число рассмотренных видов	η^*
Древостой	21	1,0
Подлесок	28	0,7
Травяно-кустарничковый: покровообразователи	36	0,4
сопутствующие	68	0,2
опушечные	120	0,1
весенние	18	0,1
Мохово-лишайниковый	34	0,0

Примечание: в группу опушечных видов вошли нелесные, сорно-рудеральные растения. *Жирным шрифтом выделены статистически значимые η

Деструкторы-гетеротрофы определяют пульсации мощности лесного БГЦ.

Деструкторы-биотрофы из групп 2 и 3 (табл. 3, 4) определяют уровень отчуждения растительной биомассы и скорость разложения остатков ЖБМ в составе мортмассы.

Четвертая группа гетеротрофов (табл. 3, 4), грибы, потребители условной мортмассы («условные биотрофы» или «условные сапротрофы») и безусловной мортмассы (сапротрофы), ведут разложение органических полимеров, полисахаридов и лигнина. В лесном БГЦ мортмасса представлена в основном полисахаридами, для ее переработки нужны агрессивные ферментные системы и способность к фиксации азота самостоятельно или с участием симбиотрофов. «Условные биотрофы», древоразрушающие грибы, ксилотрофы [36] играют особую роль в лесных БГЦ. Ксилотрофы начинают разрушение полисахаридов фитомассы еще в составе растущих растений. Для них, очевидно, существуют альтернативные возможности азотного питания: за счет азотфиксации из внутривольной «атмосферы» (вероятно, с участием симбионтов) или (и) за счет частичного перехвата азота, эвакуируемого из клеток древесины, переходящих в ядровую (спелую) зону.

Биоразнообразие гетеротрофов флуктуирует во времени в тесной связи с сукцессионными изменениями видовой структуры фитоценозов [3]. Видовое разнообразие в функционально-систематических группах гетеротрофов взаимосвязано. Вспышка численности позвоночных (табл. 3, группа 2)

снижает возможности для размножения филофагов беспозвоночных (табл. 3, группа 3). Эстафета переработки и деструкции фитомассы передается непосредственно видам группы 5 (табл. 3), доводящим деструкцию органики до уровня, доступного группе 6. Массовые (как правило, в отдельных локальных элементах мозаики лесного покрова) размножения беспозвоночных филофагов (группа 3) блокируют увеличение численности позвоночных (группа 2).

Деструкция почвенного гумуса. Гумусовые вещества – конечная стадия превращения С в почвах, далее не разлагающаяся бактериями. После достижения определенной комплексности гуминовых кислот в «супермолекулах гумусовых веществ» и ферментативно активных пленок [42] начинается разложение гумусовых веществ почвы археями [48]. Цикл развития БГЦ завершается. Судя по периодичности распространения растительности на поверхности европейской России, полный БГЦ-цикл занимает примерно 150 тыс. лет [2].

Скорость современного сокращения гумусового профиля темно-серых лесных почв и черноземов, представляющих наиболее «древние» почвы РФ, по данным наблюдений за погребенными почвами [15], можно оценить в ~ 5 мм год⁻¹. Укорачивание протяженности почвенного профиля происходит за счет деструкции гумуса в нижних слоях гумусированных горизонтов до концентрации ниже $\sim 0,8$ % по массе. Почвенные слои с меньшим содержанием гумуса уже не вы-

деляются глазом как тонированные черным, профиль укорачивается. В целом по всему профилю темно-серых лесных почв (до грунтовых вод) потери гумуса, связанные с деструкцией в древних почвах его гуматных составляющих, оцениваются нами [30] в 2–2,5 т С га⁻¹ год⁻¹. Применив к «археям» (в кавычках, поскольку точное систематическое положение деструкторов гумуса не известно) те же критерии оценки прироста биомассы, что и к прочим гетеротрофам, получим $\Delta M_{IIa} \approx 0,25–0,5$ т С га⁻¹ год⁻¹ (табл. 3). Работа архей завершает цикл развития БГЦ.

Выводы

1) Биогеоценоз (БГЦ) – открытая система, осуществляющая круговорот, сток – эмиссию веществ с фиксированной потенциальной среднегодовой мощностью, заданной условиями климатопы и экотопы.

2) Главный из обменных циклов БГЦ – углеродный, С-цикл. Мощность С-цикла определяет среднюю мощность остальных обменных циклов лесных БГЦ в период вегетации.

3) Потенциальная мощность С-цикла служит основной характеристикой БГЦ. В лесных БГЦ мощность С-цикла соответствует классу бонитета древостоев.

4) Биомасса древесного яруса составляет ~ 95 % всей биомассы фитоценозов БГЦ I–III классов бонитета. При этом 70–90 % биомассы древостоев приходится на клетки и ткани, не имеющие живой протоплазмы, «условную мортмассу». В биомассе травяных растений и животных на условную мортмассу приходится только ~20–60 %.

5) Наиболее показательная характеристика мощности биома БГЦ – не сама биомасса, а ее среднегодовой прирост, включающий текущий опад и отпад в течение сезона. Соотношение среднегодовых приростов биомасс автотрофов NPP и гетеротрофов ΔM_{II} – макрохарактеристика биома БГЦ. Соотношением NPP и ΔM_{II} определяется итоговый баланс С: накопление или расход запасов С.

6) Работу С конвейера осуществляют функционально-систематические группы видов, блоки биома, начиная от ассимиляции С

автотрофами и заканчивая накоплением С в конечных продуктах деятельности биома, в гелевых пленках на почвенных отдельностях, педах.

7) В лесных БГЦ по величине биомассы, ее приросту особое значение имеет блок грибов-ксилотрофов, разрушающих «условную мортмассу» и мортмассу в строгом смысле – отпад и опад.

8) Продукционный гомеостаз лесного БГЦ поддерживается за счет взаимозаменяемости викарирующих видов и форм внутри функционально-систематических блоков. Сукцессионные смены видового состава растительного покрова на стадии «выработанности» лесного БГЦ завершаются равномерной структурой видовой и возрастной мозаики.

9) Мортмасса (включая «условную мортмассу» и почвенный гумус) – наиболее емкая кладовая С во всех лесорастительных зонах. Время существования БГЦ определяет величину запасов С в почвенной «мортмассе». Накопление в почве гуматного гумуса периодически ($T \approx 150$ тыс. лет) создает условия для массового размножения почвенных архей, уничтожающих его. В связи с исторической цикличностью развития почв и растительного покрова лесной зоны (включая лесостепь) фактор времени функционирования БГЦ приобретает особое значение.

Библиографический список

1. Абатуров, А.В. 150 лет Лосиноостровской лесной даче. Из истории национального парка «Лосиный Остров» / А.В. Абатуров, О.В. Кочевая, А.И. Янгутков. – М.: Аслан, 1997. – 228 с.
2. Величко, А.А. Становление современной ландшафтной оболочки Земли / А.А. Величко // Природа. – 2012. – № 1. – С. 78–87.
3. Всеволодова-Перель, Т.С. Почвенное население естественных и искусственных дубрав лесостепи / Т.С. Всеволодова-Перель, М.Г. Романовский, А.Ф. Ильюшенко // Лесоведение. – 1997. – № 2. – С. 60–68.
4. Гульбе, Я.И. Динамика биологической продуктивности южнотаежных древостоев ольхи серой (на примере Ярославской области): дисс. ... канд. с.-х. наук 06.03.02 / Я.И. Гульбе. – М.: ИЛАН, 2012. – 20 с.
5. Докучаев, В.В. К вопросу о соотношениях между возрастом и высотой местности, с одной стороны, характером и распределением черноземов, лесных земель и солонцов, – с другой / В.В. Докучаев //

- Вестник естествознания. – 1891. – № 1–3. – С. 1–16, 57–67, 112–123.
6. Дубравы лесостепи в биогеоценологическом освещении / под ред. А.А. Молчанова. – М.: Наука, 1975. – 374 с.
 7. Загуральская, Л.М. Биологическая продуктивность почв лесных насаждений Карелии / Л.М. Загуральская // Экология таежных лесов: тезисы докладов. – Сыктывкар: ИБ Коми НЦ УрО РАН, 1998. – С. 116–117.
 8. Загуральская, Л.М. Динамика микробиологических параметров минерализации вещества в почвах сосновых лесов Карелии / Л.М. Загуральская // Лесоведение. – 2000. – № 2. – С. 8–13.
 9. Кайбияйнен, Л.К. Динамика водного обмена сосны / Л.К. Кайбияйнен, Т.А. Сазонова // Эколого-физиологические исследования фотосинтеза и водного режима растений в полевых условиях. Труды Всесоюзного совещания. – Иркутск: СИФИБР СО АН СССР, 1983. – С. 110–124.
 10. Костычев, П.А. Почвы Черноземной области России, их происхождение и свойства / П.А. Костычев. – М.: Гос. изд-во сельскохозяйственной литературы, 1949. – 240 с.
 11. Костычев, П.А. // Сельское хозяйство и лесоводство. – 1890. – Окт. – С. 115–134.
 12. Мамаев, В.В. Биогеоценологические подходы к изучению дубрав лесостепи / В.В. Мамаев, М.Г. Романовский // Идеи биогеоценологии в лесоведении и лесоразведении: к 125-летию со дня рождения акад. В.Н. Сукачева, отв. ред. С.Э. Вомперский: Ин-т лесоведения РАН. – М.: Наука, 2006. – С. 105–118.
 13. Мамихин, С.В. Математическое моделирование сезонной и многолетней динамики углерода органического вещества в системе атмосфера – почва – растение: дисс. ... канд. биол. наук 04.00.03 / С.В. Мамихин – М.: МГУ, 1987. – 20 с.
 14. Мамихин, С.В. Математическое моделирование многолетней динамики органического углерода в черноземе типичном агроценоза / С.В. Мамихин, Ф.А. Тихомиров // Почвоведение. – 1984. – № 8. – С. 98–102.
 15. Марголина, И.Я. Возраст и эволюция черноземов / И.Я. Марголина, А.Л. Александровский, Б.А. Ильичев, А.Е. Черкинский и др. – М.: Наука, 1988. – 144 с.
 16. Мина, В.Н. Круговорот азота и зольных элементов в дубравах лесостепи / В.Н. Мина // Почвоведение. – 1955. – № 6. – С. 32–44.
 17. Молчанов, А.А. Воздействие антропогенных факторов на лес / А.А. Молчанов. – М.: Наука, 1978. – 139 с.
 18. Наумова, Е.И. Азотфиксация – новый феномен в питании грызунов / Е.И. Наумова, Н.А. Ушакова, И.Г. Мещерский, Н.В. Костина, М.М. Умаров // Известия АН, 2000. – Сер. Биол. – № 3. – С. 329–331.
 19. Орлов, А.Я. О роли сосущих корней древесных растений в обогащении почвы органическим веществом / А.Я. Орлов // Почвоведение, 1955. – № 6. – С. 14–20.
 20. Орлов, А.Я. Почвенно-экологические основы лесоводства в южной тайге / А.Я. Орлов. – М.: Наука, 1991. – 104 с.
 21. Орлов, Д.С. Органическое вещество почв Российской Федерации / Д.С. Орлов, О.Н. Бирюкова, Н.И. Суханова. – М.: Наука, 1996. – 256 с.
 22. Орлов, М.М. Лесная вспомогательная книжка для таксаций и технических расчетов / М.М. Орлов. – М.: Гостехиздат, 1930. – 758 с.
 23. Орлова, М.А. Мозаичность лесных биогеоценозов и продуктивность почв / Н.В. Лукина, И.О. Камнев, В.Э. Смирнов, Т.В. Кравченко // Лесоведение, 2011. – № 6. – С. 39–48.
 24. Пушкинская, О.Н. Микрофлора почв Теллермановского опытного лесничества / О.Н. Пушкинская // Труды Института Леса. – 1953. – Т. 12. – С. 171–194.
 25. Рафес, П.М. Биогеоценологические исследования растительноядных насекомых / П.М. Рафес. – М.: Наука, 1980. – 168 с.
 26. Романовский, М.Г. Продуктивность, устойчивость и биоразнообразие равнинных лесов европейской России. – М.: МГУЛ, 2002. – 92 с.
 27. Романовский, М.Г. Автотрофное дыхание лесостепных дубрав / М.Г. Романовский, Ю.А. Гопиус, В.В. Мамаев, Р.В. Щекалев. – Архангельск: ОАО ИПП «Правда севера», 2008. – 92 с.
 28. Романовский, М.Г. Формирование годичного кольца древесины и дыхание ствола у сосны и дуба / М.Г. Романовский, В.В. Коровин, Д.Е. Румянцев // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2009. – № 1 (64). – С. 34–38.
 29. Романовский, М.Г. Видовое разнообразие и биомасса гетеротрофов в структуре биогеоценоза / М.Г. Романовский, Н.Н. Селочник // Структура и функции лесов европейской России. – М.: КМК, 2009. – С. 151–171.
 30. Романовский, М.Г. Углерод древних почв – источник эмиссии С в атмосферу / М.Г. Романовский // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2012. – № 7 (90). – С. 67–72.
 31. Рождественский, С.М. О продукционной инвариантности растительного покрова / С.М. Рождественский, А.И. Уткин // Вертикально-фракционное распределение фитомассы в лесах. – М.: Наука, 1986. – С. 219–225.
 32. Санаев, В.Г. Физико-механические свойства элементов макроструктуры древесины / В.Г. Санаев // Строение, свойства и качество древесины. Симпозиум координационного совета по современным проблемам древесиноведения. – М.: МЛТИ, 1980. – С. 171–176.
 33. Смирнова, О.В. Популяционная организация биогеоценологического покрова лесных ландшафтов / О.В. Смирнова // Успехи современной биологии, 1998. – Т. 48. – Вып. 2. – С. 148–165.
 34. Смирнова, О.В. Онтогенез дерева / О.В. Смирнова, А.А. Чистякова, Л.Б. Заугольнова, О.И. Евстиг-

- неев и др. // Ботанический журнал. – 1999. – Т. 84. – № 12. – С. 8–20.
35. 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.
 36. Стороженко, В.Г. Микоценоз и микоценология: теория и эксперимент / В.Г. Стороженко. – Тула: Гриф и К, 2012. – 192 с.
 37. Сукачев, В.Н. Основы лесной биогеоценологии / В.Н. Сукачев. – М.: Наука, 1964. – 574 с.
 38. Тихонова, И.В. Оценка морфологического разнообразия и репродуктивного потенциала карликовых сосен в Ширинской лесостепи / И.В. Тихонова // Сибирский экологический журнал. – 2011. – № 6. – С. 895–902.
 39. Утехин, В.Д. Структура и продуктивность фитомассы луговой степи // Биота основных геосистем центральной лесостепи / В.Д. Утехин, Хоанг Тьонг. – М.: ИГ АН СССР, 1976. – С. 7–24.
 40. Федоров, В.Д. Экология / В.Д. Федоров, Т.Г. Гильманов. – М.: МГУ, 1980. – 464 с.
 41. Федотов, Г.Н. Исследование наноструктурной организации почвенных гелей / Г.Н. Федотов, В.С. Шалаев, В.И. Путляев, Д.М. Иткис // Вестник МГУЛ – Лесной Вестник. – 2010. – № 3. – С. 212–222.
 42. Федотов, Г.Н. Влияние поверхностно-активных веществ на свойства почв / Г.Н. Федотов, Т.Ф. Рудометкина, В.С. Шалаев // Вестник МГУЛ – Лесной Вестник. – 2012. – № 7 (90). – С. 36–45.
 43. Чупрова, В.В. Углерод и азот в агроэкосистемах Средней Сибири / В.В. Чупрова. – Красноярск: Красноярский ГУ, 1997. – 166 с.
 44. Ширнин, В.К. Селекция на качество древесины (на примере дуба черешчатого и других пород в ЦЧО): дисс.... д-ра с.-х. наук 06.03.01 / В.К. Ширнин. – СПб: СПбЛТА, 1999. – 48 с.
 45. Экосистемы Теллермановского леса / под ред. В. В. Осипова. – М.: Наука, 2004. – 340 с.
 46. Battle M., Bender M., Sowers T., e.a. Atmospheric gas concentration over the past century measured in air from firn at the South Pole // Nature. 1996. № 383. P. 231–235.
 47. Galloway J.N., Cowling E.B. Reactive nitrogen and the world: 200 years of change // Ambio. 2002. Vol. 31. N 2. P. 15–20.
 48. Woese C.R., Kandler O., Wheelis M.L. Towards natural system of organisms: proposal for the domains Archaea, Bacteria and Eucarya // Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A. 1990. Vol. 87. N 12. P. 4576–4579.

РЕЧНЫЕ ТЕРРАСЫ

М.Г. РОМАНОВСКИЙ, *гл. научн. сотр. Ин-та лесоведения РАН, д-р биол. наук*

michrom@mail.ru

Основные площади лесов во многих лесорастительных районах связаны с речными долинами. Долины, надпойменные склоны и поймы на южных границах распространения леса служат естественными коридорами, обеспечивающими проникновение лесной флоры и фауны на юг далеко за пределы лесной зоны [3 и др.]. На северных окраинах долины крупных рек смягчают суровость климатического режима, обеспечивая продвижение лесной растительности к северу [1 и др.]. От правильной интерпретации истории и геологии речных долин зависят оценки роли пойменных и надпойменных лесов в сохранении богатства природы, оценки геологического возраста регионов, истории их почв и растительного покрова.

Многочисленные противоречия в сценариях развития речных долин [2, 3, 6, 10 и др.] побуждают меня изложить свои представления о ходе и причинах террасирования долин и о возрасте террас. Как и большинство

исследователей этого вопроса, я связываю появление аккумулятивных речных террас с последовательностью плейстоценовых оледенений и сопряженными с ними колебаниями уровня океана [2]. Существование подобной сопряженности, как и сам факт покровных оледенений Восточной Европы, признают, однако, далеко не все [7 и др.].

Поскольку оценки числа позднеплейстоценовых оледенений и их датировки неоднозначны, отмечу сразу, что периодизация оледенений принята мной в соответствии с Региональной стратиграфической схемой четвертичных отложений европейской территории России, разработанной Комиссией по четвертичным отложениям [4].

Для определенности ограничимся меридиональной полосой между 35° и 45° восточной долготы (ВД). Полоса эта захватывает бассейн Дона, Окско-Донскую низменность и часть Среднерусской возвышенности. После Днепровского оледенения поверхность этих геогра-

фических районов больше не перерабатывалась ледниками. В течение последних ~180 тыс. лет «лицо» Среднерусской равнины южнее р. Оки преобразуют только эрозионно-аккумулятивные процессы, связанные с деятельностью воды и ветра, а также почвообразовательные, обусловленные работой биома. Это зона распространения темно-серых лесных почв и черноземов средне-плейстоценового возраста.

Московское покровное оледенение охватывало всю выделенную меридиональную зону к северу от р. Оки. Границу следующего Калининского оледенения (первая стадия Валдайского оледенения) приближенно можно провести по Смоленско-Московской (Клинско-Дмитровской) гряде.

Между р. Окой и Клинско-Дмитровской грядой лежат почвы, формировавшиеся в период Микулинского межледниковья в течение 35 тыс. лет (после окончания Московского оледенения ~110 тыс. лет тому назад). История почвообразования этого региона осложнена останцами до-московских почв и преобразованием ландшафта флювио-гляциальными водотоками и емкостями, обязанными своим существованием уже следующему Осташковскому оледенению. Почвы Микулинского межледниковья, начав формирование в позднем плейстоцене, непрерывно продолжают его и поныне. В периоды последующих оледенений менялись лишь скорость и характер почвообразования.

Осташковская стадия Валдайского оледенения в выделенной полосе, 35° ВД – 45° ВД, вероятно, не заходила к югу далее уровня г. Рыбинска на западе и Северных увалов на востоке. Почвенный покров между Клинско-Дмитровской грядой и Северными увалами начал формироваться в Средне-Валдайском интерстадиале, продолжавшемся около 30 тыс. лет. Почвообразование в этом регионе не прерывалось и во время следующего оледенения.

И, наконец, к северу от линии г. Рыбинск – Северные увалы вплоть до Белого и Баренцева морей лежит зона молодых голоценовых почв, история которых насчитывает только 10 тыс. лет.

Я специально подробно остановился на изложении классических представлений

о среднем и позднем плейстоцене [4], чтобы показать читателю, что интерстадиалы оставляли растительному покрову европейской России достаточно времени не только для выхода к Берегам окраинных морей Северного Ледовитого океана, но и для почвообразования. Периоды интерстадиалов значительно превышали длительность современного нам голоцена. Лесная растительность после Днепровского оледенения четырежды подходила к океану: в Одинцовское, Микулинское, Средне-Валдайское межледниковья и в голоцене.

В «валидации» предлагаемой схемы позднего плейстоцена и голоцена существенную роль может сыграть анализ истории развития речных долин в выделенной меридиональной зоне и за ее пределами.

Рассматривая террасы речных долин, следует разделять эрозионные («террасы размыва или тектонические террасы» по Н.И. Прохорову [11]) и аккумулятивные ступени рельефа («террасы накопления» [11]). Причины террасирования отложений размываемых на склонах речных долин и отложений, накапливаемых в поймах, совершенно различны.

Террасы эродированных «крутых» склонов речной долины отражают неоднородность геологических отложений [11, 15]. На юге Окско-Донской низменности реки прокладывают русла в толщах «мягких» четвертичных пород. При отсутствии на крутых «коренных» склонах речных долин «прочных» слабо эродированных горизонтов геологические ступени образуются в местах выхода к дневной поверхности слоев разного механического состава и разной водопроницающей способности. По мере вымывания из-под тяжелых суглинков водоносных песчаных горизонтов слои суглинков, перекрывающие водоносные горизонты, разрушаются оползнями, обвалами. «Геологические террасы» [11] на моренных суглинках оказываются приуроченными к выходам легких водоносных горизонтов.

Хорошую модель для обсуждения процесса образования «террас размыва» [11] в толще четвертичных отложений представляет нам профиль, заложенный А.А. Дубянским [5], пересекающий Теллермановский лесной массив по линии п.г.т. Народное – с. Ульянов-

ка [5, 13, 15]. Сам профиль и история его дополнения новыми данными представлены в публикации [13].

На этом отрезке течения р. Хопра коренной правый берег долины реки сложен мореными отложениями Q^2_{II} Днепровского периода. Они состоят из трех слоев тяжелых суглинков, переслоенных двумя тонкими, по ~0,5 м толщиной и менее, прослойками песка. Террасы образовались в местах выхода песков на эродированные склоны. Такие террасы можно наблюдать в разных местах массива на высотах ~140 м и ~120 м над ур. моря [15]. Сток по водопроницающему слою почвенно-грунтовых вод в местах их разгрузки и выхода к дневной поверхности активизирует оползневые процессы в вышележащей суглинистой толще, и появляется ступень. Многочисленные террасы размыва («геологические террасы» [11]) в Теллермановском лесном массиве описаны С.В. Зонном [6].

Кроме того, «террасы размыва» [11] возникают в Теллермановском массиве на выходах к дневной поверхности вязких и влагоемких погребенных мощных черноземов периода ливинского межледниковья (Q^1_{II}). Они разделяют «Окские» Q^4_1 и «Днепровские» Q^2_{II} флювиогляциальные отложения. На выходах погребенной почвы образуются переувлажненные и заболоченные выделы. Слои, лежащие выше погребенных почв, проседают, размываются и затем уносятся потоками стоковых вод.

К северу от Теллермановского леса, в долине реки Карачан, ступени размыва появляются на сцементированных прочных слоях песчаника, завершающих на высоте ~140 м массив палеогеновых песков, захороненный под четвертичными отложениями [13]. Песчаники образовались на поверхности Pg_2 при отступлении океана в период олигоцена Pg_3 .

Аккумулятивные террасы («террасы накопления» [11]) в речных долинах имеют совершенно иное происхождение. Образование террас накопления – результат чередования периодов аккумуляции, повторной эрозии и переотложения накопленного аллювия. Периодичность эта связана, прежде всего, с подъемами и опусканиями уровня океана (трансгрессиями и регрессиями) в последние 180 тыс. лет. В максимумы плейстоце-

новых оледенений уровень океана падал на 30–120 м [2], что вызывало врезку речных русел в среднем течении рек на 15–60 м ниже современного уровня. Геолого-разведочное бурение позволило вскрыть захороненные палеодолины глубиной 60 м, 40 м [5, 15]. В периоды оледенений реки текли в глубоких каньонах. После таяния ледников подъемы уровня океана сокращали базис эрозии, и каньоны заполнялись осадками [10, 15]. В периоды интергляциалов уровень океана оставался более или менее постоянным, и речные русла меандрировали по поверхности рыхлых осадочных отложений, не врезаая в них глубоко.

Серии опусканий уровня Мирового океана при оледенениях (с уменьшением от периода к периоду минимальных отметок) и подъемов уровня океана при таянии ледников (с уменьшением максимальных отметок) отразились в появлении ряда речных аккумулятивных ступеней. С подобной серией затухающих колебаний мы сталкиваемся в плейстоцене после максимального Днепровского оледенения.

Параллельно периодам врезания речных долин и их заполнения аллювием шли процессы разрушения крутого правого берега и миграции речной долины к западу со скоростью ~1 см·год⁻¹ [13]. Сечение серии речных долин, прорезающих отложения днепровского периода, схематически представлено на рисунке.

Судя по трехчленному сложению толщи днепровских отложений в районе г. Борисоглебска, Днепровское оледенение происходило в три стадии. Линия рек Ворона – Хопер («Великая Ворона» [14]) отмечает, по-видимому, границу последней стадии Днепровского оледенения [15]. Следы конечной морены этого последнего в Днепровской серии оледенения обнаружены на водораздельном плато у п.г.т. Грибановка.

За северной границей следующего Московского оледенения, севернее р. Оки, мы находим уже упрощенные аккумулятивные речные террасы. В то же время эрозионные, «геологические» [11] террасы крутых берегов севернее р. Оки только усложняются, благодаря усилению неоднородности эродированных отложений. Отложения Московской стадии здесь наслаиваются на сохранившие-

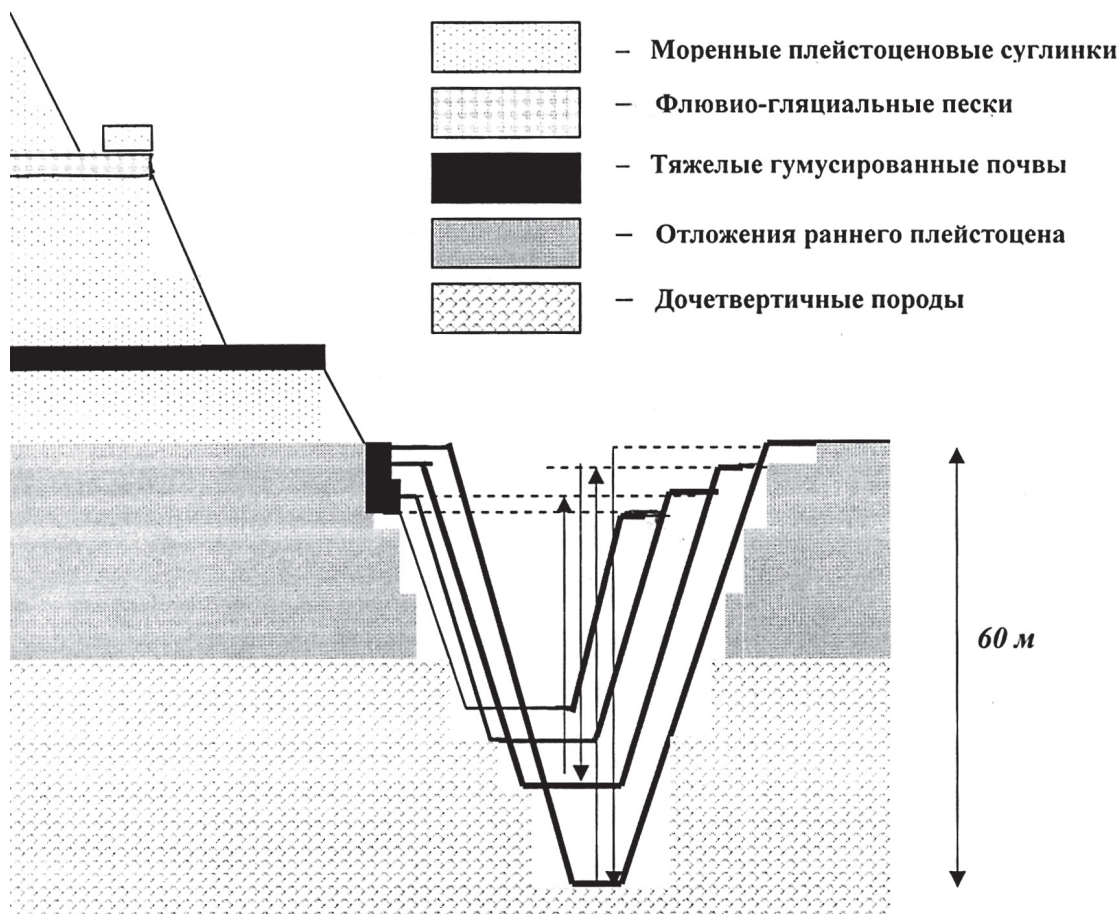


Рисунок. Схема террасирования речной долины в среднем и позднем плейстоцене и голоцене. Слева на крутом склоне речной долины террасы размыва («геологические» террасы). Справа аккумулятивные террасы, образовавшиеся при врезке речных русел в периоды оледенений и заполнении их осадками при таянии ледников. Периоды врезания каньонов (стрелки вниз) и их заполнения аллювием (стрелки вверх) отмечены вертикальными стрелками. Окско-Донская низменность, широта г. Воронежа

ся местами остатки Днепровских отложений. Число же аккумулятивных террас не превышает 2–3. Высота ступеней – 1–3 м.

Еще сложнее найти аккумулятивные террасы в долинах рек к северу от Клиско-Дмитровской гряды.

На реках северного стока, сформировавших долины после Осташковского оледенения, речные аккумулятивные террасы вообще не выражены.

Наконец, надо отметить возможность образования «малых террас», связанных с изменениями водности и уровня реки в одном историческом периоде (с точки зрения геологической истории в одно время). Так, за время существования Российских поселений на Дону зафиксированы падения и подъемы уровня речных вод на ~1 м [9, 12, 15 и др.]. Возможно, с такими событиями связано обра-

зование двучленных отложений разной мощности и появление «малых» террас в поймах рек второго порядка в бассейне Дона.

Мы говорили только о Европейской России, однако изменения уровня мирового океана должны были одинаково сказаться на изменениях базиса эрозии любых рек. Проверкой правильности наших рассуждений в дальнейшем может послужить исследование аккумулятивных террас верхнего течения р. Оби и ее притоков в Новосибирской области и Алтайском крае.

Ведя обратный ход рассуждений от уровня ступеней речных долин к колебаниям уровня мирового океана в течение среднего и позднего плейстоцена после максимального Днепровского оледенения, когда уровень мирового океана падал на 120 м ниже современного, получим серию затухающих колебаний: –120 м; +20 м; –60 м; +15, –30, +10, –15, +5,

–2, +0. Этой серии уровней Мирового океана на широте г. Воронеж соответствуют речные долины глубиной 60 м, 30 м; 15 м, 7 м и 1 м и аккумулятивные террасы с поверхностями 100, 94, 90, 87 м над ур. моря.

После заполнения речной долины аккумулятивными осадочными породами равнинные реки начинают широко меандрировать и перемещать русло в полосе, достигающей иногда нескольких км в ширину [8].

Таким образом, вопрос об истории террасирования речных долин имеет прямое отношение к истории распространения лесной растительности на территории РФ. Чередование периодов врезания и заполнения долин аллювием с формированием «террас накопления» [11] – свидетельство сложной истории ландшафтов и многократных наступлений на Север и отступлений растительного покрова Европейской России в позднем плейстоцене. Глубины палео-долин доступны для исследования методами геологоразведки. Сами ступени аккумулятивных террас мы видим и можем подсчитать при обычных полевых работах. По-видимому, они обязаны происхождением падению уровня океана в позднем плейстоцене – голоцене.

Библиографический список

1. Агафонов, Л.И. Влияние стока Нижней Оби на радиальный прирост деревьев / Л.И. Агафонов, М.А. Гурская // Лесоведение. – 2010. – № 4. – С. 9–18.
2. Бабкин, А.В. Водный баланс земного шара в позднем плейстоцене / А.В. Бабкин // Известия АН., 2003. – Сер. географическая. – № 6. – С. 26–29.
3. Гаель, А.Г. Пески и песчаные почвы / А.Г. Гаель, Л.Ф. Смирнова. – М.: ГЕОС, 1999. – 252 с.
4. Гричук, В.П. История флоры и растительности Русской равнины в плейстоцене / В.П. Гричук. – М.: Наука, 1989. – 183 с.
5. Дубянский, А.А. Гидрогеологические районы Воронежской области / А.А. Дубянский. – Воронеж: Воронежское обл. книгоиздательство, 1935. – Вып. 1 – 203 с.
6. Зонн, С.В. Геоморфологические и почвенные условия произрастания леса в Теллермановском опытном лесничестве / С.В. Зонн // Труды Ин-та леса. – 1950. – Т. 3. – С. 19–65.
7. Калякин, В.Н. Природные условия позднего плейстоцена / В.Н. Калякин // Восточно-европейские леса. История в голоцене и современность. – М.: Наука, 2004. – Кн. 1. – С. 59–92.
8. Попов, И.В. Загадки речного русла / И.В. Попов. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 170 с.
9. Порфирьев, Е.И. Петр I – основоположник военного искусства русской регулярной армии и флота / Е.И. Порфирьев. – М.: Военное изд-во, 1952. – 288 с.
10. Постоленко, Г.А. Две категории морфоседиментационной деятельности русловых потоков / Г.А. Постоленко // Известия РАН. Серия географическая. – 2007. – № 3. – С. 41–48
11. Прохоров, Н.И. Теллермановская роща. Орогеологический и почвенный генезис / Н.И. Прохоров. // Труды опытных лесничеств, 1906. – Вып. 4. – 71 с.
12. Романовский, М.Г. Динамика уровня грунтовых вод в Теллермановской дубраве / М.Г. Романовский, В.В. Мамаев, С.И. Сушков // Лесоведение. – 2008. – № 6. – С. 53–58.
13. Романовский, М.Г. Теллермановское опытное лесничество – объект фундаментальных биогеоценологических исследований / М.Г. Романовский // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2010. – № 3. – С. 26–35.
14. Шарапов, В.А. Ландшафт Приворожья в историческом прошлом / В.А. Шарапов. – Борисоглебск: БГПИ, 2004. – 75 с.
15. Экосистемы Теллермановского леса / под ред. В.В. Осипова. – М.: Наука, 2004. – 340 с.

МОДЕЛИ И НОРМАТИВНО-СПРАВОЧНЫЕ ТАБЛИЦЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ НАДЗЕМНОЙ ФИТОМАССЫ ДРЕВОСТОЕВ ГЛАВНЫХ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ПОРОД УКРАИНСКИХ КАРПАТ

П.И. ЛАКИДА, *проф.*, директор учебно-научного института лесного и садово-паркового хозяйства НУБиП Украины, *д-р с.-х. наук*,

Р.Д. ВАСИЛИШИН, *доц. каф. лесного менеджмента НУБиП Украины*, *канд. с.-х. наук*,

В.В. СЛЮСАРЧУК, *соискатель каф. лесного менеджмента НУБиП Украины*,

О.Н. ВАСИЛИШИН, *соискатель каф. лесного менеджмента НУБиП Украины*

rvasyls@ukr.net

На современном этапе развития мирового сообщества в условиях негативного антропогенного воздействия на окружающую природную среду происходит переосмысление и кардинальный пересмотр существующих стратегических планов развития мировой цивилизации, а новейшие результаты научно-технического прогресса направлены, главным образом, на развитие природосберегающих технологий. В мировых авторитетных научных организациях все чаще рассматриваются вопросы, связанные со стабилизацией имеющихся экологических проблем и предотвращением ожидаемых изменений климата. В таких условиях состоялось подписание ряда международных договоренностей, обязывающих научное сообщество разработать стратегию компенсации промышленных выбросов биологической фиксацией атмосферного углерода. Как следствие, знания биологии круговорота углерода и других элементов стали остро необходимыми.

Украина, интегрируясь в европейское сообщество, не может оставаться в стороне от важных международных договоренностей в области лесного хозяйства и охраны природы. Однако регулирование экологического состояния и управление углеродным балансом лесных экосистем на глобальном или региональном уровне возможны только при наличии достаточной информационной базы о процессах, происходящих в лесных фитоценозах, и их состоянии. Изучение объемов и географического распространения общих запасов фитомассы и депонированного в ней углерода в лесах Украины позволит внести определенный вклад в решение задач региональных и национальных экологических программ и способствовать решению глобальных климатических проблем.

Современное состояние и структура карпатских лесов, масштабы антропогенных изменений и особенности использования древесных ресурсов свидетельствуют о необходимости применения новых методов в ведении лесного хозяйства в горном регионе. Учитывая это, в 2003 г. Украина подписала «Рамочную конвенцию об охране и устойчивом развитии Карпат», в которой был задекларирован переход на принципы экологически устойчивого управления лесами и оптимизации лесопользования на основе устойчивого ведения лесного хозяйства. Однако осуществление такого перехода без соответствующего научного сопровождения практически невозможно, поскольку лесные биогеоценозы характеризуются наличием сложных биохимических взаимосвязей, влияние на которые без соответствующего научного обоснования может вызвать необратимые деструктивные процессы в лесных экосистемах.

Карпаты представляют собой один из самых лесистых регионов Украины, массивы которого в первую очередь обеспечивают выполнение экологических функций, основной является долгосрочная способность аккумулировать углерод фитомассой древесных растений и производить кислород. Кроме этого, леса региона характеризуются значительным ресурсным потенциалом, оптимизация использования которого составляет актуальную проблему современности. Поэтому для решения ресурсных, энергетических и экологических проблем лесов западного региона и Украины в целом требуется разработка комплекса нормативно-информационного обеспечения для количественной и качественной оценки их биотической продуктивности за компонентами фитомассы.

Количественная характеристика исходных опытных данных

Количество, шт.					
временных пробных площадей	модельных деревьев	образцов срезов		проб кроны	
		ствола	ветвей кроны	древесной зелени	хвои
Естественные древостои бука лесного					
17	167	96	36	108	38
Искусственные древостои ели европейской					
42	279	150	99	54	33
Естественные древостои пихты белой					
43	215	243	99	371	123

Т а б л и ц а 2

Система моделей основных компонентов надземной фитомассы древостоев

Ель европейская (<i>Picea abies</i> Karst.)	
<p><i>Стволовая часть</i></p> $Ph_{stem} = 1,2659 \cdot D^{-0,2789} \cdot H^{1,8460} \cdot P^{1,0162};$ $Ph_{bark} = 0,3028 \cdot D^{-0,2436} \cdot H^{1,4224} \cdot P^{1,0223};$ $Ph_{wood} = Ph_{stem} - Ph_{bark};$ $GS_{stand} = 4,6707 \cdot D^{-0,2948} \cdot H^{1,7952} \cdot P^{1,0134};$	<p><i>Крона</i></p> $Ph_{foliage} = 16,7902 \cdot D^{0,5281} \cdot H^{-0,6335} \cdot P^{0,7557};$ $Ph_{branches} = 6,7061 \cdot D^{0,6785} \cdot H^{-0,3593} \cdot P^{1,2080};$ $Ph_{crown} = Ph_{foliage} + Ph_{branches};$ $Ph_{w_{gr}} = 26,2978 \cdot D^{0,2918} \cdot H^{-0,1558} \cdot P^{0,6827};$
<p><i>Древостой в целом</i></p> $Ph_{stand} = Ph_{stem} + Ph_{crown}; Ph_{carbon} = (Ph_{stem} + Ph_{branches}) \cdot 0,5 + Ph_{foliage} \cdot 0,45; S_{Ph/Gs} = Ph_{stand} / GS_{stand}$	
Пихта белая (<i>Abies alba</i> Mill.)	
<p><i>Стволовая часть</i></p> $Ph_{stem} = 0,7841 \cdot D^{-0,3515} \cdot H^{2,2130} \cdot P^{1,1335};$ $Ph_{bark} = 0,2108 \cdot D^{-0,1775} \cdot H^{1,6946} \cdot P^{1,0021};$ $Ph_{wood} = Ph_{stem} - Ph_{bark};$ $GS_{stand} = 1,8736 \cdot D^{-0,3515} \cdot H^{2,2130} \cdot P^{1,1330};$	<p><i>Крона</i></p> $Ph_{foliage} = 3,3147 \cdot D^{0,3021} \cdot H^{0,3448} \cdot P^{1,4235};$ $Ph_{branches} = 0,5509 \cdot D^{0,8446} \cdot H^{0,3981} \cdot P^{1,0700};$ $Ph_{crown} = Ph_{foliage} + Ph_{branches};$ $Ph_{w_{gr}} = 11,0112 \cdot D^{0,2641} \cdot H^{0,3802} \cdot P^{1,4351};$
<p><i>Древостой в целом</i></p> $Ph_{stand} = Ph_{stem} + Ph_{crown}; Ph_{carbon} = (Ph_{stem} + Ph_{branches}) \cdot 0,5 + Ph_{foliage} \cdot 0,45; S_{Ph/Gs} = Ph_{stand} / GS_{stand}$	
Бук лесной (<i>Fagus sylvatica</i> L.)	
<p><i>Стволовая часть</i></p> $Ph_{stem} = 4,6867 \cdot D^{-0,0267} \cdot H^{1,2752} \cdot P^{1,0270};$ $Ph_{wood} = 4,1328 \cdot D^{-0,0128} \cdot H^{1,2882} \cdot P^{1,0201};$ $Ph_{bark} = Ph_{stem} - Ph_{wood};$ $GS_{stand} = 6,1212 \cdot D^{-0,0226} \cdot H^{1,3543} \cdot P^{0,9659};$	<p><i>Крона</i></p> $Ph_{foliage} = 4,8869 \cdot D^{0,1494} \cdot H^{-0,2664} \cdot P^{0,9142};$ $Ph_{branches} = 0,2865 \cdot D^{2,1271} \cdot H^{-0,4344} \cdot P^{0,8897};$ $Ph_{crown} = Ph_{foliage} + Ph_{branches};$ $Ph_{w_{gr}} = 16,2100 \cdot D^{0,2220} \cdot H^{-0,2516} \cdot P^{0,8753};$
<p><i>Древостой в целом</i></p> $Ph_{stand} = Ph_{stem} + Ph_{crown}; Ph_{carbon} = (Ph_{stem} + Ph_{branches}) \cdot 0,5 + Ph_{foliage} \cdot 0,45; S_{Ph/Gs} = Ph_{stand} / GS_{stand}$	

Системные исследования параметрической структуры и разработка нормативно-справочного обеспечения (модели, таблицы и пр.) для оценки компонентов надземной фитомассы деревьев и древостоев главных лесобразующих пород в Украине начались более четверти века назад на кафедре лесной таксации и лесоустройства Национального университета биоресурсов и природопользования Украины (НУБиП Украины). Их результаты сегодня являются весомой информационной базой для экологического мониторинга лесных экосистем Украины.

Теоретической базой данных исследований являются как общенаучные методы познания (анализ, синтез, наблюдение, эксперимент и моделирование), так и прикладные (специальные) методики, разработанные для лесной таксации, лесоводства, физиологии растений и других лесных дисциплин. Для решения некоторых специальных таксационных задач в процессе исследований были использованы отдельные методы биометрии (графоаналитический, корреляционный, регрессионный анализы и пр.).

Информационной базой исследования являются опытные данные оценки таксаци-

Надземная фитомасса древостоев, т·га⁻¹

Средний диаметр, см	Средняя высота, м												
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
Еловые													
4	29	35											
6	34	38	46										
8		40	48	59	73								
10		43	49	59	72	88							
12			51	60	72	86	100						
14				61	72	86	100	120	140				
16					72	85	100	120	140	160			
18						85	100	120	140	160	180		
20							99	120	130	150	180	200	
22								110	130	150	170	200	
24									130	150	170	190	220
26										150	170	190	210
28										150	170	190	210
30											170	190	210
Пихтовые													
4	16	29											
6	17	29	45										
8		29	44	64	89								
10		29	44	63	86	110							
12			44	62	84	110	140						
14				61	82	110	140	170	210				
16					81	100	130	170	200	250			
18						100	130	160	200	240	280		
20							130	160	200	230	280	330	
22								160	190	230	270	320	
24								7	190	230	270	310	360
26										220	260	310	350
28										220	260	300	350
30											260	300	340
Буковые													
4	27	40	56										
6	30	43	58	74	91								
8		47	61	77	93	110							
10			66	81	97	110	130	150					
12				86	100	120	140	160	170				
14					110	120	140	160	180	200			
16						130	150	170	180	200	220		
18						140	150	170	190	210	230	250	
20							160	180	200	220	240	260	280
22							170	190	210	220	240	260	280
24								200	210	230	250	270	290
26								210	220	240	260	280	300
28									230	250	270	290	310
30										260	280	300	320

онных показателей и компонентов надземной фитомассы на временных пробных площадях в пределах региона исследования. Для сбора и обработки опытных данных была использована унифицированная методика [1, 2]. Обработка образцов древесины, коры и хвои для определения их качественных парамет-

ров проводилась в лаборатории экологии и биотехнологии Ботанического сада НУБиП Украины. Общий объем опытных данных, их представленность по качественным и количественным параметрам фитомассы в пределах исследуемых древесных пород приведены в табл. 1.

Отношение надземной фитомассы древостоев к их запасу в коре, $г \cdot (м^3)^{-1}$

Средний диаметр, см	Средняя высота, м												
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
Еловые													
4	0,98	0,57											
6	1,27	0,69	0,51										
8		0,80	0,56	0,47	0,42								
10		0,91	0,62	0,50	0,44	0,41							
12			0,68	0,53	0,46	0,42	0,40						
14				0,57	0,49	0,44	0,41	0,39	0,38				
16					0,51	0,45	0,42	0,40	0,39	0,38			
18						0,47	0,43	0,41	0,39	0,38	0,38		
20							0,44	0,42	0,40	0,39	0,38	0,37	
22								0,43	0,41	0,40	0,39	0,38	
24									0,42	0,40	0,39	0,38	0,38
26										0,41	0,39	0,39	0,38
28										0,41	0,40	0,39	0,38
30											0,40	0,39	0,39
Пихтовые													
4	0,85	0,62											
6	1,03	0,70	0,59										
8		0,78	0,63	0,56	0,52								
10		0,86	0,68	0,59	0,54	0,51							
12			0,73	0,62	0,56	0,53	0,50						
14				0,65	0,59	0,54	0,52	0,50	0,48				
16					0,61	0,56	0,53	0,51	0,49	0,48			
18						0,58	0,54	0,52	0,50	0,49	0,48		
20							0,55	0,53	0,51	0,49	0,48	0,47	
22								0,54	0,52	0,50	0,49	0,48	
24									0,53	0,51	0,50	0,48	0,48
26										0,52	0,50	0,49	0,48
28										0,52	0,51	0,50	0,49
30										0,53	0,51	0,50	0,49
Буковые													
4	0,86	0,75	0,70										
6	0,98	0,80	0,73	0,69	0,66								
8		0,88	0,78	0,72	0,68	0,66							
10			0,84	0,76	0,71	0,68	0,66	0,64					
12				0,81	0,75	0,71	0,68	0,66	0,65				
14					0,80	0,75	0,71	0,68	0,66	0,65			
16						0,79	0,74	0,71	0,69	0,67	0,65		
18						0,84	0,78	0,74	0,71	0,69	0,67	0,65	
20							0,82	0,78	0,74	0,71	0,69	0,67	0,66
22							0,87	0,81	0,77	0,74	0,71	0,69	0,67
24								0,86	0,81	0,77	0,74	0,71	0,69
26								0,90	0,85	0,80	0,77	0,74	0,71
28									0,89	0,84	0,80	0,76	0,74
30										0,88	0,83	0,79	0,76

Процесс исследования надземной фитомассы древостоев главных лесообразующих пород Украинских Карпат состоял из следующих этапов: 1 – изучение опыта и отработка методики оценки фитомассы деревьев; 2 – сбор, обработка и анализ опытных данных; 3 – математическое моделирование компонен-

тов фитомассы древостоев и проверка адекватности моделей; 4 – развертывание полученных моделей в нормативные таблицы.

При поиске математических моделей связи в данной работе по предварительно проведенному корреляционному анализу на 5 %-м уровне значимости включались раз-

личные показатели и оценивалось их влияние на зависимую переменную. Предпочтение отдавалось таксационным показателям, которые определяются в натурной таксации: D – средний диаметр, H – средняя высота и P – относительная полнота древостоя. Разработка математических моделей проводилась с использованием нелинейных функций методом регрессионного анализа с помощью прикладного пакета статистических программ. В зависимости от вида уравнения осуществлялась проверка адекватности и точности модели по величине коэффициента детерминации (R^2), по F -критерию Фишера и оценке остатков регрессии или оценивалась значимость коэффициентов на 5 %-м уровне по t -критерию Стьюдента [3].

В процессе моделирования компонентов фитомассы деревьев был использован логарифмический полином первого порядка, более известный как алометрическая функция, или функция параболического роста, общий вид которой $y = a \cdot x^b$. Она несет биологический смысл и имеет высокую гибкость [4, 5, 7].

Результаты моделирования количественных параметров компонентов надземной фитомассы и алгоритм построения нормативно-справочных таблиц приведены в табл. 2.

Предложенные математические модели и алгоритм расчета (табл. 2) дают возможность разработать следующие нормативно-справочные таблицы (в абсолютно сухом состоянии) для яловых, пихтовых и буковых древостоев (в т·га⁻¹): фитомасса древесины стволов (Ph_{wood}), фитомасса коры стволов (Ph_{bark}), фитомасса стволов в коре (Ph_{stem}), фитомасса хвои (листьев) ($Ph_{foliage}$), фитомасса ветвей кроны ($Ph_{branches}$), фитомасса крон деревьев в древостое (Ph_{crown}), надземная фитомасса древостоя в целом (Ph_{stand}), депонированный углерод в надземной фитомассе древостоя (Ph_{carbon}), отношение фитомассы древостоя к запасу древостоя в коре (в т·(м³)⁻¹) ($S_{Ph/Gs}$) и фитомасса древесной зелени (Ph_{w-gr}) в свежесрубленном состоянии.

Однако, учитывая особенности исходного опытного материала, указанные нормативные таблицы будут давать результаты только в ограниченном параметрическом

диапазоне: для яловых и пихтовых древостоев – средняя высота 4–28 м, средний диаметр 4–36 см; для буковых древостоев – средняя высота 4–28 м, средний диаметр 4–32 см. Точные результаты могут быть получены в диапазоне модальных полнот древостоев от 0,6 до 1,0.

Фрагмент нормативов для оценки надземной фитомассы исследуемых древостоев в целом при относительной полноте 0,8 представлен в табл. 3.

Нормативы, фрагменты которых приведены в табл. 4, отображают отношение фитомассы древостоев к их запасу в коре. Этот показатель достаточно стабилен для отдельно взятой древесной породы и вполне может быть использован для оперативной экспертной оценки общей фитомассы древостоя при наличии данных о величине его запаса в коре [1, 6].

Достоверность разработанных нормативов в пределах вышеуказанных диапазонов подтверждается показателями точности уравнений, отображающих степень соответствия исходного материала используемым аналитическим выражениям, а также достаточно высокой репрезентативностью исходного материала, собранного по единой унифицированной методике.

Полученные в процессе работы результаты позволяют осуществлять оценку содержания живого органического вещества в древостоях главных лесообразующих пород Украинских Карпат и дают дополнительную информацию об экологических функциях лесов, которые будут способствовать переосмыслению их роли в жизни человечества как действенного средства предотвращения и защиты окружающей среды от прогнозируемых климатических изменений.

В условиях научной дискуссии о базовых положениях национальной лесной политики Украины и декларируемых намерениях приведения отечественной системы лесоправления к основным принципам устойчивого развития практическая реализация разработанного комплекса моделей и нормативно-справочных таблиц для древостоев главных лесообразующих пород Украинских Карпат будет способствовать углублению процессов доми-

нирования экологической парадигмы дальнейшего развития отечественной лесотаксационной науки и лесохозяйственного производства. В таких условиях комплексная оценка биологической продуктивности лесов по компонентам фитомассы сможет дать ответ на вопросы, связанные с поиском дополнительных источников депонирования избытка углерода, оценкой энергетического потенциала лесных ресурсов и возможностями улучшения общего экологического состояния окружающей среды в горных регионах страны.

Библиографический список

1. Лакида, П.І. Фітомаса лісів України / П.І. Лакида. – Тернопіль: Збруч, 2002. – 256с.
2. Лакида, П.І. Надземна фітомаса та вуглецево-енергетичний потенціал ялицевих деревостанів Українських Карпат / П.І. Лакида, Р.Д. Васишин, О.М. Васишлин. – Корсунь-Шевченківський: ФОРП Гаврищенко В.М., 2010. – 240 с.
3. Никитин, К. Е. Методы и техника обработки лесоводственной информации / К.Е. Никитин, А.З. Швиденко. – М.: Лесная пром-сть, 1978. – 272 с.
4. Опыт агрегированной оценки основных показателей биопродукционного процесса и углеродного бюджета надземных экосистем России. 1. Запасы фитомассы и мертвой растительной органической массы / А.З. Швиденко, С. Нильсон, В.С. Столбовой и др. // Экология. – 2000. – № 6. – С. 403–410.
5. Усольцев, В.А. Моделирование структуры и динамики фитомассы древостоев / В.А. Усольцев. – Красноярск: Изд-во Красноярск. ун-та, 1985. – 192 с.
6. Уткин, А.И. Биологическая продуктивность лесов (методы изучения и результаты) / А.И. Уткин // Лесоведение и лесоводство: Итоги науки и техники. – М.: ВИНТИ, 1975. – Т. 1. – С. 9–189.
7. Shepashenko, D. Phytomass (live biomass) and Carbon of Sibirian Forests / D. Shepashenko, A. Svidenko, S. Nilson // Biomass and Bioenergy. – Vol.14. – № 1. – 1998. – P. 21–31

ОСОБЕННОСТИ ТАКСАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ ЛЕСНОГО ФОНДА ВОСТОЧНОГО ПОЛЕСЬЯ УКРАИНЫ

Л.М. МАТУШЕВИЧ, доц. каф. лесной таксации и лесоустройства НУБиП Украины, канд. с.-х. наук,

П.И. ЛАКИДА, проф., директор учебно-научного института лесного и садово-паркового хозяйства НУБиП Украины, д-р с.-х. наук

rvasylys@ukr.net

Во всем мире интерес общества к лесным ресурсам постепенно возрастает, причем не только как к источнику обеспечения древесиной. Становится более осознанным понимание важнейшей экологической роли лесов как стабилизаторов окружающей среды и источников нематериальных ресурсов (продуцирование кислорода, депонирование углерода, шумо-пылепоглощение и проч.), что уже сегодня для многих регионов превалирует над материальными ценностями. В этом плане лесные ресурсы Украины как одной из малолесных стран восточной Европы играют, прежде всего, средообразующую и защитную роль, что и отмечено в Лесном кодексе страны [4].

Исследование механизмов влияния леса на окружающую среду и климат в последние десятилетия происходит посредством

изучения биотической продуктивности лесов и ее компонентов (фитомассы, мортмассы, продукции), в частности первичной продукции как основного индикатора биологических процессов, происходящих на уровне отдельного лесного выдела и исследуемого региона в целом [6, 7 и др.]. Поэтому возникла необходимость проанализировать современное состояние таксационной структуры лесов Восточного Полесья Украины как базиса для дальнейшего исследования и оценки их первичной продукции.

Восточное Полесье Украины размещается в северо-восточной части Приднестровской низменности, которая на востоке и северо-востоке переходит в южно-западные отроги Среднерусской возвышенности. В недалеком прошлом эта территория почти полностью была покрыта лесами. Оптимальные

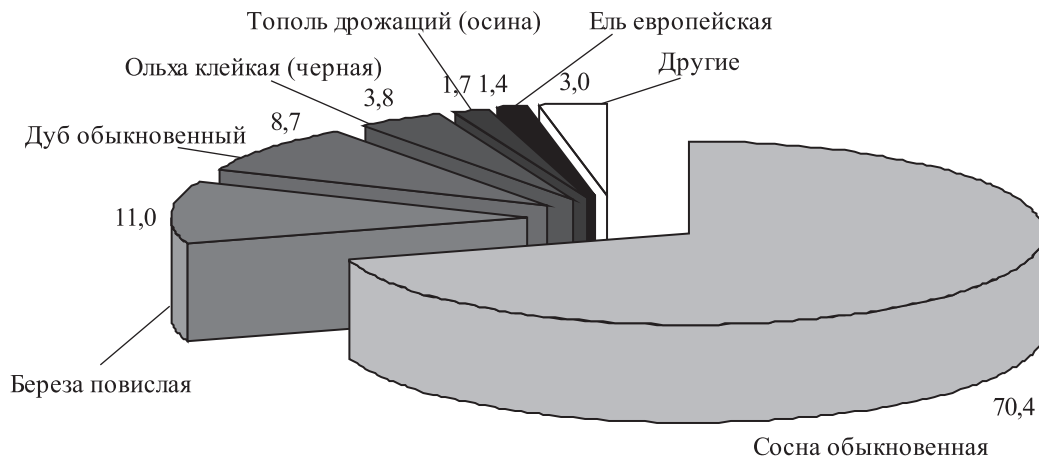


Рис. 1. Распределение площади главных лесобразующих пород по территории восточного Полесья Украины, %

почвенно-климатические условия сопутствовали разнообразному видовому составу этих лесов.

В соответствии с комплексным лесохозяйственным районированием, разработанным и предложенным С.А. Генсируком [1], в лесохозяйственной области Полесья выделяют три округа: Западный, Центральный и Киево-Черниговский. Последний делят на два района: Приднепровско-Полесский и Восточно-Полесский.

В «Инструкции по проектированию, технической приемке, учете и оценке качества лесокультурных объектов» [3] к территории восточного Полесья Украины по административно-территориальным единицам относится Киевская область (незначительная северная часть левобережья), северная часть Сумской (Середино-Будский, Шосткинский, Ямпольский районы) и почти вся Черниговская область кроме районов, которые относятся к зоне лесостепи. В данной работе проанализированы леса полесских районов Сумской (три предприятия лесного хозяйства) и Черниговской (11 предприятий лесного хозяйства) областей.

Для исследований использованы данные повыведельного массового лесоустроительного материала из банка данных «Лесной фонд» ПО «Укрлеспроект» по состоянию на 1.01.2011 г., обобщенные данные которого опубликованы в справочнике по лесному фонду Украины [2].

В настоящее время в лесах восточного Полесья Украины насаждения составляют 39

видов деревьев, из них только шесть являются основными лесобразующими древесными видами исследуемого региона (рис. 1).

Как видно на рис. 1, господствующее положение на территории государственных предприятий лесного хозяйства восточного Полесья Украины занимает сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) – 70,4 % от общей площади лесных насаждений. Наибольшее распространение после сосновых принадлежит мягколиственным породам (16,5 %), где доминирует береза повислая (*Betula pendula* Roth), которая занимает 11,0 %, а также ольха клейкая (черная) (*Alnus glutinosa* (L.) Gaerth.) – 3,8 % и осина (*Populus tremula* L.) – 1,7 %. На третьем месте находятся насаждения дуба обыкновенного (*Quercus robur* L.) – 8,7 % площади. Ель европейская (*Picea abies* (L.) Karst.) в данном регионе занимает 1,4 % площади. Другие древесные виды в совокупности занимают всего 3,0 % площади; среди них чаще всего встречается дуб красный (*Quercus rubra* L.) – 0,3 %, разные виды рода ива (*Salix* L.) – 1,2 %, рода тополь (*Populus* L.) – 0,9 %, рода ясень (*Fraxinus* L.) – 0,4 %. Более 20 древесных видов, которые являются главными лесобразующими породами в насаждениях, занимают незначительные площади и небольшое количество таксационных выделов, их совокупная часть составляет всего лишь 0,3 %.

Важным элементом таксационной структуры насаждений является их происхождение. Тенденции в лесовозобновлении и лесоразведении последних десятилетий в

Распределение площади главных лесобразующих пород восточного Полесья Украины по происхождению, %

Главная порода	Происхождение насаждений			Итого
	вегетативное порослевое	Семенное		
		естественное	искусственное	
Сосна обыкновенная	–	14,0	56,4	70,4
Береза повислая	6,4	1,4	3,2	11,0
Дуб обыкновенный	2,1	3,0	3,6	8,7
Всего	8,5	18,4	63,2	90,1

Распределение площади главных лесобразующих пород восточного Полесья Украины по типам лесорастительных условий, %

ТЛУ	Степень увлажнения					Итого
	сухие	свежие	влажные	сырые	мокрые	
Сосна обыкновенная						
Боры	1,1	12,9	0,1	0,0	0,0	14,1
Субори	0,3	64,5	7,7	0,2	0,0	72,7
Сугрудки	–	10,8	2,3	0,0	–	13,1
Груды	–	0,1	0,0	–	–	0,1
Всего	1,4	88,3	10,1	0,2	0,0	100
Береза повислая						
Боры	0,0	1,1	0,3	0,0	–	1,4
Субори	0,0	26,9	25,1	8,3	0,6	60,9
Сугрудки	–	12,0	21,1	3,6	0,3	37,0
Груды	–	0,4	0,3	0,0	0,0	0,7
Всего	0,0	40,4	46,8	11,9	0,9	100
Дуб черешчатый						
Боры	–	–	0,0	–	–	0,0
Субори	–	0,0	4,8	2,8	0,0	7,6
Сугрудки	–	–	41,6	37,4	0,2	79,2
Груды	–	–	5,3	7,8	0,1	13,2
Всего	–	0,0	51,7	48,0	0,3	100

Украине, как и в других странах европейской части бывшего СССР, привели к преобладанию искусственных древостоев над естественными. Особенно это отразилось на возобновлении хозяйственно ценных пород (сосна, дуб и др.). Аналогичная тенденция наблюдается и в исследуемом регионе (табл. 1).

Как показывают данные табл. 1, на территории восточного Полесья Украины основными лесобразующими породами являются сосна обыкновенная, береза повислая и дуб обыкновенный, которые занимают 90,1 % площади, покрытой лесной растительностью. Названные древесные виды представлены значительными площадями почти во всех предприятиях лесного хозяйства (табл. 1).

Наибольшую часть составляют семенные насаждения искусственного происхождения (63,2 %), чему способствует лесокультурное ведение хозяйства. Естественных насаждений, как семенных (18,4 %), так и порослевых (8,5 %), значительно меньше.

Не менее важным таксационным показателем, определяющим преобладание той или другой древесной породы в определенных условиях произрастания, обусловленных, прежде всего, плодородием почвы и ее влажностью, является тип лесорастительных условий (ТЛУ) (табл. 2).

Исходя из данных табл. 2, в восточном Полесье Украины сосновые леса преимущественно произрастают в свежих суборях

Распределение площади главных лесобразующих пород Восточного Полесья Украины по составу, га/ %

Коэффициент в составе, единиц								Итого
3 и <	4	5	6	7	8	9	10	
Сосна обыкновенная								
801,9	4861,9	7666,2	11037,3	20015,8	31527,5	32724,8	128921,6	237557,0
0,3	2,0	3,2	4,6	8,4	13,3	13,8	54,3	100
Береза повислая								
308,5	2109,9	3882,4	5557,2	6640,8	8018,4	4284,9	6341,8	37143,9
0,8	5,7	10,5	15,0	17,9	21,6	11,5	17,1	100
Дуб обыкновенный								
3034,2	4451,5	3978,3	4265,2	3681,8	3527,2	2275,8	4008,9	29212,9
10,3	15,2	13,6	14,6	12,6	12,1	7,8	13,7	100

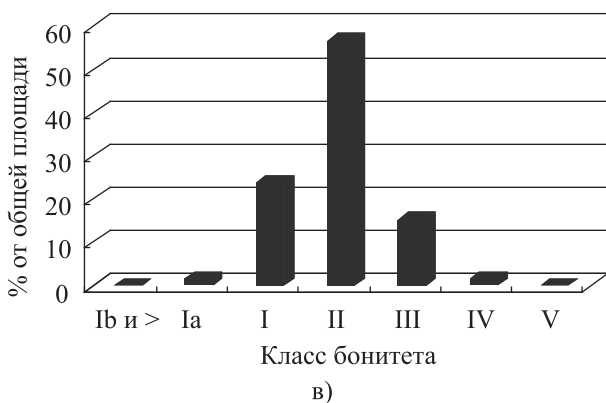
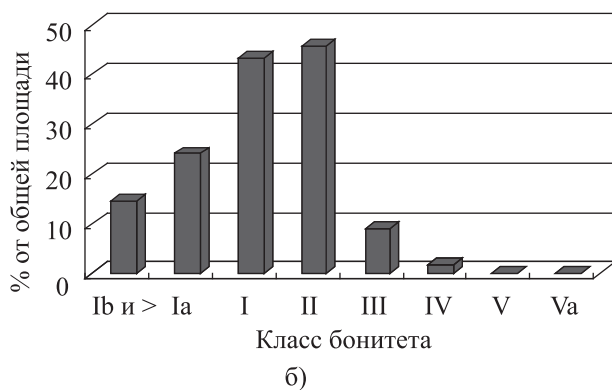
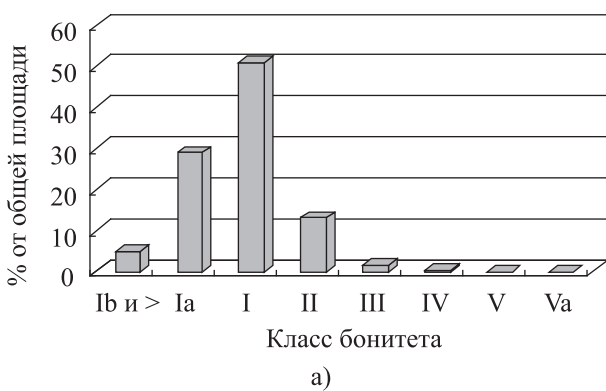


Рис. 2. Распределение площади насаждений главных пород по классам бонитета: а) сосновые, б) березовые, в) дубовые, %

(64,5 %), а также свежих борах (12,9 %) и свежих сугрудках (10,8 %). Редко встречаются в сухих, сырых и мокрых борах и суборах. Очень редко произрастают в свежих и влажных грядках и сырых сугрудках.

По сравнению с сосновыми, березовые леса формируют насаждения в более широком диапазоне лесорастительных условий. Но, как показывают данные (табл. 2), основная часть произрастает в свежих, влажных и сырых суборах (60,9 %), а также в свежих, влажных и сырых сугрудках (37,0 %). В других типах лесорастительных условий березовые насаждения встречаются редко, всего 2,1 %.

Дубовые леса на территории восточного Полесья Украины чаще всего формируют насаждения во влажных (41,6 %) и сырых (37,4 %) сугрудках (табл. 2). Значительно реже во влажных и сырых грядках (всего 13,1 %) и суборах (всего 7,6 %). Очень редко дубовые насаждения произрастают в исследуемом регионе во влажных борах, свежих и мокрых суборах, мокрых сугрудках и грядках (около 0,1 – 0,3 %).

На территории восточного Полесья Украины преимущественно произрастают чистые сосновые леса (табл. 3), которые составляют 54,3 % от их общей площади. Насаждения, в состав которых, кроме сосны обыкновенной, входит небольшое количество (от 1 до 3 единиц) других древесных пород, составляют 35,5 %. Только в 10,2 % смешанных насаждений, в которых сосна обыкновенная

Распределение площади главных лесобразующих пород Восточного Полесья Украины по полноте, %

Полнота насаждений								Итого
0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0 и >	
Сосна обыкновенная								
0,0	0,2	1,2	7,4	25,8	44,6	20,2	0,6	100
Береза повислая								
0,0	0,3	1,1	6,5	31,0	48,8	11,1	1,2	100
Дуб обыкновенный								
0,4	1,1	5,8	16,3	42,5	30,1	3,4	0,4	100

венная выступает главной породой, в составе представлено от 4 и больше единиц других древесных пород.

Чаще всего (табл. 3) в Восточном Полесье Украины встречаются насаждения, в составе которых береза повислая имеет 8 единиц (21,6 %). Почти в равной мере встречаются чистые березняки (17,1 %) и березняки с 7 (17,9 %) и 6 (15,0 %) единицами в составе. Редко встречаются березовые насаждения, где березе принадлежит 2, 3 и 4 единицы в составе.

Вполне естественно, что дубовые насаждения в исследуемом регионе более сложные по составу (табл. 3) и чистые дубняки составляют всего 13,7 %. Другие насаждения, где дуб обыкновенный в составе выступает как главная порода независимо от коэффициента в их составе (от 2 до 8 единиц), распределены почти в равных долях. Это свидетельствует о том, что дуб обыкновенный в этом регионе чаще всего формирует смешанные насаждения, как уже отмечалось, созданные в большинстве случаев искусственным путем.

Распределение площади насаждений главных лесобразующих пород по классам бонитета показано на рис. 2 (а, б, в), где видно, что на территории восточного Полесья Украины произрастают высокопродуктивные сосновые, березовые и дубовые леса. Сосновые насаждения (рис. 2 (а)) произрастают преимущественно по I, I^a и выше классам бонитета, реже по II классу бонитета. Низкопродуктивные сосняки III – V^a классов бонитета встречаются крайне редко.

Исходя из данных рис. 2 (б), продуктивность березовых насаждений чаще всего

характеризуется II (45,8 %), I (43,3 %) и I^a (24,1 %) классами бонитета. Более продуктивные березняки I^b и выше классов бонитета, а также менее продуктивные III – V^a классов бонитета встречаются значительно реже.

Насаждения дуба обыкновенного (рис. 2 (в)) в исследуемом регионе преимущественно характеризуются II классом бонитета (56,9 %), а также I (24,1 %) и III (15,4 %) классами бонитета. Очень редко встречаются высокопродуктивные дубовые насаждения I^a (1,7 %), I^b (0,1 %) классов бонитета и низкопродуктивные – IV (1,6 %) и V (0,1 %) классов бонитета.

Продуктивность сосновых, березовых и дубовых насаждений в зависимости от их происхождения в регионе Восточного Полесья Украины отличается незначительно.

Одним из определяющих таксационных показателей, от которого функционально зависит общая продуктивность древостоев, является относительная полнота. В исследуемом регионе ее распределение для главных лесобразующих пород приведено в табл. 4.

Анализируя данные табл. 4, следует отметить, что на территории Восточного Полесья Украины наиболее часто встречаются насаждения с полнотой 0,7 и 0,8, среди которых сосновые составляют 70,4 % от их общей площади, березовые – 79,8 % и дубовые – 72,6 %. Низкополнотных насаждений анализируемых пород с полнотой 0,3 – 0,4, как и высокополнотных с полнотой 1,0 и >, в данном регионе очень мало (0 – 1,2 %).

Возрастная структура главных лесобразующих пород древостоев Восточного Полесья Украины (рис. 3 а, б, в) для трех

древесных пород характеризуется неравномерностью распределения, как результат исторически неравномерного последствия лесопользования (революции, войны) и лесовозобновления. Так, в данном регионе сосновые древостои (рис. 3 (а)) характеризуются преобладанием насаждений в VIII классе возраста (26,8 %). Возраст главной рубки в эксплуатационных лесах для сосны обыкновенной этого региона составляет 81–90 лет [5]. Исходя из этого можно констатировать, что в лесах Восточного Полесья Украины происходит накопление спелого соснового леса. В

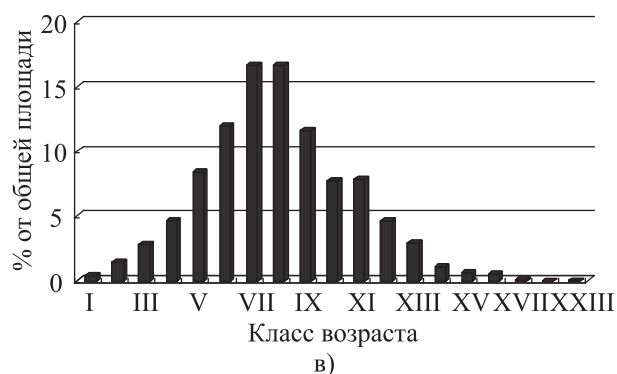
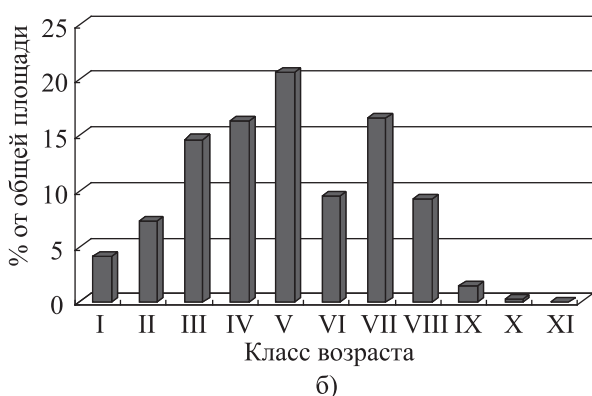
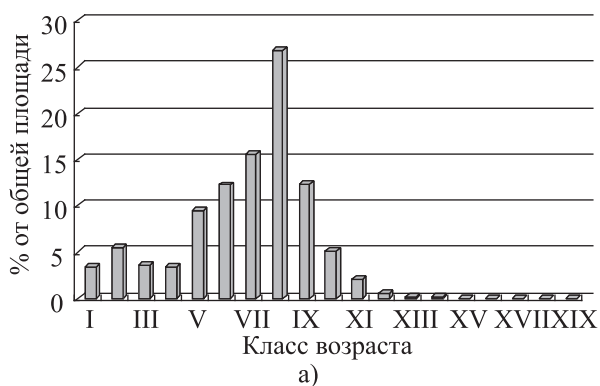


Рис. 3. Распределение площадей главных лесобразующих пород Восточного Полесья Украины по классам возраста: а) сосновые, б) березовые, в) дубовые, %

настоящее время распределение этих лесов по группам возраста: молодняки – 15,6 %, средневозрастные – 21,6 %, приспевающие – 42,4 %, спелые – 20,0 % и перестойные – 0,4 % от их общей площади.

Возрастная структура березовых насаждений (рис. 3 (б)) характеризуется неравномерным распределением площадей по отдельным классам. Больше всего березняков произрастает в V, а так же в III, IV и VII классах возраста. В других классах они занимают площадь менее 10 % (II, VI, VIII классы) и менее 5 % (I, IX и старше классы возраста). Возраст главной рубки в эксплуатационных лесах для березы повислой этого региона 61–70 лет [5]. Настоящее распределение березовых насаждений по группам возраста: молодняки – 11,5 %, средневозрастные – 51,6 %, приспевающие – 9,5 %, спелые – 25,8 % и перестойные – 1,7 % от их общей площади. Аналогично сосновым насаждениям здесь происходит накопление спелого березового леса.

Анализ возрастной структуры дубовых насаждений (рис. 3 (в)) свидетельствует, что их большая часть произрастает в лесах VI – IX классов возраста (56,7 % от их общей площади). Возраст главной рубки в эксплуатационных лесах для дуба обыкновенного в этом регионе 101–110 лет [5], соответственно площади возрастных групп для дубовых насаждений: молодняки – 9,4 %, средневозрастные – 53,5 %, приспевающие – 19,3 %, спелые – 16,5 % и перестойные – 1,3 % от их общей площади.

Выводы

1. Анализ таксационной структуры лесного фонда государственных предприятий лесного хозяйства исследуемого региона по основным лесобразующим породам (сосне обыкновенной, березе повислой, дубе обыкновенном) позволил более четко определить объем их формаций, распространение, происхождение, особенности роста, продуктивности и возраста.

2. В исследуемом регионе сосновые леса государственных предприятий лесного хозяйства занимают 237 557,0 га, что составляет 70,4 % лесных площадей, покрытых

лесной растительностью. Преимущественно это насаждения искусственного семенного происхождения, которые в большинстве случаев формируют чистые сосняки. В целом, сосновые насаждения этого региона высокопродуктивны, средне- и высокополнотны, характеризуются преобладанием приспевающих древостоев, произрастают, в основном, в свежих и влажных суборях и сугрудках.

3. Насаждения березы повислой, занимающие площадь 37 143,9 га (11,0 %), чаще всего вегетативного и искусственного происхождения, формируют, в основном, смешанные насаждения, высокопродуктивны, средне- и высокополнотны, характеризуются неравномерной возрастной структурой, произрастают преимущественно в свежих и влажных суборях и сугрудках.

4. Леса с участием дуба обыкновенного в исследуемом регионе занимают площадь 29 212,9 га (8,7 %), почти в равных долях имеют вегетативное, семенное естественное и искусственное происхождение, чаще всего формируют сложные смешанные насаждения. Дубовые насаждения высокопродуктивны, средне- и высокополнотны, характеризуются преобладанием древостоев VII–VIII классов возраста, произрастают, в основном, во влажных и сырых сугрудках и грядках.

5. Проведенный анализ таксационной структуры лесов Восточного Полесья Украины позволит сориентировать дальнейшие

исследования их биотической продукции с учетом минимизации использования экспериментальных и модельных данных, при этом получения максимально точных и адекватных результатов.

Библиографический список

1. Генсірук, С.А. Ліси України / С.А. Генсірук. – Львів: Укр. держ. лісотехнічний університет, 2002. – 496 с.
2. Довідник з лісового фонду України (за матеріалами державного обліку лісів станом на 01.01.2011 року. : Укрдержліспроєкт. – Ірпінь, 2012. – 130 с.
3. Інструкція з проектування, технічного приймання, обліку та оцінки якості лісокультурних об'єктів / Офіційний вісник України від 03.12.2010. 2010 р. – № 90, – С. 93, Ст. 3203 (Додаток 35). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1046-10.
4. Лісовий кодекс України [із змінами, внесеними згідно із Законом № 1483-VI (1483-17). 9 черв. 2009] // Відом. Верховної Ради України. – 2009. – № 45. – С. 684.
5. Нормативно-справочные материалы для таксации лесов Украины и Молдавии / под ред. А.З. Швиденко, А.А. Строчинского, Ю.Н. Савича, С.Н. Кашпора. – К.: Урожай, 1987. – 560 с.
6. Таблицы и модели хода роста и продуктивности насаждений основных лесобразующих пород Северной Евразии: [нормативно-справочные материалы] / А.З. Швиденко, Д.Г. Щепаченко, С. Нильсон, Ю.И. Булуй. – М.: Московская типография № 6, 2008. – 887 с.
7. Усольцев, В.А. Фитомасса и первичная продукция лесов Евразии / В.А. Усольцев. – Екатеринбург: УрО РАН, 2010. – 569 с.

ВЛИЯНИЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ ЕЛИ

П.Г. МЕЛЬНИК, доц. каф лесоводства и подсочки леса МГУЛ, канд. с.-х наук,
О.В. ПРОНИНА, оператор отдела складирования ООО «МК», канд. с.-х наук,
Я.Н. СТАНКО, доц. каф. древесиноведения МГУЛ,
И.А. ДЮЖИНА, доц. каф. древесиноведения МГУЛ

melnik_petr@bk.ru

При изучении структуры популяций основных лесобразующих пород особое внимание необходимо уделять выявлению закономерностей формирования высокопродуктивных и устойчивых популяций, что

имеет большое значение для моделирования создаваемых насаждений. Для этого детально обследуют насаждения древесных видов в различных природных зонах, устанавливая частоту встречаемости и лесоводствен-

но-биологические особенности фенотипов, выделенных по морфологическим, анатомическим и физиологическим признакам, а также генотипов, выделенных по признакам, имеющим высокую генетическую обусловленность [1].

Ель, произрастая в обширном ареале, в процессе эволюции оказалась дифференцирована по наследственным свойствам. Испытание различных провениенций ели в географических культурах позволяет выявить экотипы, перспективные для создания лесных культур определенного целевого назначения. Подбор форм ели для создания насаждений с целью выращивания древесины для нужд целлюлозно-бумажной промышленности, строительства, получения биотоплива также может быть дифференцированным [5].

С целью выявления популяций ели с наиболее высокими показателями физико-механических свойств древесины, а также быстрорастущих по биомассе в условиях зоны смешанных лесов, в 2004–2007 гг. были проведены исследования в Сенежском лесничестве Солнечногорского опытного лесхоза Московской области.

Работы по созданию географических культур ели начаты Заслуженным лесоводом России кандидатом с.-х. наук А.М. Пальцевым в 1965 г., когда были получены семена из 107 пунктов СССР, в том числе 80 образцов семян ели из европейской части СССР. Сеянцы были выращены в питомнике Поваровского лесничества и в 1967 г. в возрасте 2-х лет высажены на площади 8,9 га в Сенежском лесничестве в кв. 97 с размещением 2,2×1 м, густота посадки – 4500 шт./га.

Данная работа является продолжением ранее выполненных работ по изучению влияния географической изменчивости на продуктивность и физико-механические свойства древесины сосны обыкновенной [4].

Продуктивность экотипов ели разного географического происхождения

В результате обработки полевого материала 2004 г. была получена таксационная характеристика географических лесных культур ели в 37-летнем возрасте (табл. 1).

Наибольшую высоту имеют экотипы из Черновицкой, Витебской, Волынской, Закарпатской, Минской областей и Латвии, имеющих высоту от 18,5 до 19,4 м. Экотипы ели финской занимают промежуточное положение между елью европейской и елью сибирской. Соответственно ель сибирская по успешности занимает худшее место. Такая же тенденция наблюдается при оценке экотипов по диаметру и запасу. Результаты успешности роста провениенций ели на объекте исследований приведены в табл. 1.

Лучшей сохранностью наряду с местным подмосковным экотипом характеризуются провениенции из Черновицкой, Брестской, Гродненской, Минской и Ленинградской областей, Литвы, Латвии и Эстонии.

Наилучший запас стволовой древесины имеет ель европейская, а именно, экотипы из Черновицкой области – 462 м³/га, Латвии – 458 м³/га, Ленинградской области – 417 м³/га, Литвы – 416 м³/га, а также экотипы из Гродненской, Закарпатской, Брестской, Львовской областей и Эстонии, имеющих процент от контроля (Московская область Солнечногорский лесхоз 347 м³/га – 100 %) от 111 % до 133 %.

Если судить по средним значениям высоты, диаметра и запаса по видам ели, средняя высота ели европейской составляет 18,1 м против 17,7 м и 16,0 м у ели финской и сибирской соответственно. По запасу 370 м³/га против 358 и 213 м³/га, что в процентах от контроля составляет 113 %, 109 % и 65 %. Лучшие показатели по среднему диаметру дает ель финская – 17,2 см против 16,6 см у европейской и 16,4 см у сибирской. Ель европейская занимает лидирующие позиции почти по всем показателям, причем лучшими провениенциями являются экотипы из Восточных Карпат, Белоруссии, Прибалтики и северо-запада России.

Согласно полученным таксационным характеристикам, в 37 лет показатели роста и продуктивности таковы.

1. Отличные у экотипов – 99, 100 Ивано-Франковский; 13, 19, 25 Брестский; 101 Черновицкий; 1, 4 Закарпатский; 14, 17 Гродненский; 73, 75 Латвийский; 5, 7 Львовский;

Показатели роста 37-летних географических культур ели в Сенежском лесничестве

Происхождение экотипа	18 лет				37 лет				I ₁₈ +I ₃₇	Ранг (I ₁₈ +I ₃₇)
	H _{ср} , м	D _{ср} , см	M, м ³ /га	Ранг I ₁₈	H _{ср} , м	D _{ср} , см	M, м ³ /га	Ранг I ₃₇		
Ивано-Франковская	7,6	8,4	74	4	18,3	19,3	384	1	2,34	1
Брестская	8,5	9	110	1	18,4	15,5	386	13	2,13	2
Черновицкая	7,5	8,2	69	5	19,4	16,6	462	3	1,97	3
Закарпатская	7,6	8,9	69	3	18,5	17,4	397	5	1,96	4
Гродненская	7,6	8,1	97	2	18,2	16,0	408	10	1,57	5
Латвия	6,2	8,0	71	9	19,1	16,0	458	6	1,26	6
Волынская	7,0	8,2	29	11	18,7	18,4	324	4	1,07	7
Львовская	6,6	7,7	72	8	18,1	17,1	386	7	1,03	8
Псковская	7,4	7,6	65	6	17,9	17,0	367	9	0,96	9
Минская	6,5	7,5	85	7	18,5	16,4	337	12	0,80	10
Марий Эл	5,3	6,8	50	18	18,0	19,4	378	2	0,71	11
Литва	6,2	7,6	65	10	17,1	15,9	416	16	0,23	12
Ленинградская	6,1	6,8	39	16	18,4	16,0	417	8	0,19	13
Эстония	6,8	6,8	62	12	17,0	16,5	386	15	0,11	14
Витебская	6,2	7,1	64	13	19,2	15,1	340	14	0,01	15
Московская (контроль)	6,5	6,7	68	14	17,2	16,6	347	18	0	16
Калининградская	6,5	7,2	44	15	17,4	17,0	313	17	-0,10	17
Владимирская	5,6	6,6	53	17	18,3	16,0	383	11	-0,20	18
Карелия	6,1	6,3	23	19	17,1	16,6	343	19	-0,91	19
Коми	5,4	6,7	23	20	16,6	15,9	335	20	-1,37	20
Новосибирская	4,8	6,6	25	21	16,8	16,7	219	21	-1,73	21
Томская	3,8	5,4	22	22	14,7	16,2	211	22	-2,88	22
Мурманская	3,7	5,5	20	23	15,7	16,6	88	23	-3,41	23

41, 45, 10 Псковский; 58 Марийский; 76, 82, 83 Литовский; 40 Ленинградский; 72, 77, 78 Эстонский; 63 Владимирский.

2. Хорошие имеют экотипы – 3 Волынский; 10, 16, 18 Минский; 11, 15 Витебский; 38, 39 Калининградский.

3. Средние показатели имеют экотипы – 47 Карельский; 31, 36 Коми.

4. Неудовлетворительные показатели имеют экотипы – 56 Новосибирский, 55 Томский, 95 Мурманский.

Для объективной оценки роста провинциций в фазе формирования стволов [6] использовался индекс оценки потомств [7, 11]. Для географических культур ели в Сенежском лесничестве были рассчитаны индексы в 18 и 37 лет по средней высоте, среднему диаметру и запасу стволовой древесины на одном гектаре (табл. 1)

Как видно из табл. 1, ранги экотипов меняются в процессе онтогенеза. Наибольшую возрастную стабильность проявляют провинциции ели из Черновицкой, Закарпат-

ской, Львовской, Витебской, Калининградской, Новосибирской, Томской и Мурманской областей, Республики Карелия и Коми.

На рис. 1 представлена итоговая оценка роста экотипов ели в фазе формирования стволов относительно местной популяции, видны явные преимущества провинциций из Ивано-Франковской, Брестской, Черновицкой, Закарпатской, Гродненской, Волынской, Львовской, Псковской и Минской областей, Латвии и Республики Марий Эл.

Полученные результаты свидетельствуют, что в целях повышения продуктивности лесов Клинско-Дмитровской гряды необходимо внести корректировки в существующее и ныне действующее «Лесосеменное районирование основных лесообразующих пород» [2]. В целях повышения продуктивности лесов исследованного региона и корректировки «Лесосеменного районирования...» необходимо внести предложения по использованию семян в центральном (№10) лесосеменном районе из Гродненской и Брестской областей

Плотность и доля поздней древесины 41-летних экотипов ели

№ экотипа	Географический район происхождения семян	ρ_{12} кг/м ³	% поздней древесины в годичном кольце, в 13 лет [8]	% поздней древесины в годичном кольце, в 41 год
101	Черновицкая, Путильский	421,2	19,5	31,9
3	Волынская, Вл.-Волынский	452,0	16,0	24,5
17	Гродненская, Ивьевский	459,9	25,0	24,9
63	Владимирская, Кольчугинский	411,6	17,9	21,2
58	Марий Эл, Сернурский	415,5	41,7	20,3
47	Карелия, Петрозаводский	388,8	12,0	21,9
55	Томская, Томский	378,8	–	22,4

Белоруссии, а также Закарпатской, Ивано-Франковской, Черновицкой, Львовской и Волынской областей Украины.

Физико-механические свойства древесины ели разного географического происхождения

Всего было исследовано 7 экотипов по физико-механическим свойствам древесины (плотность при нормализованной влажности (ρ_{12} , г/см³), предел прочности древесины (σ_{12} , МПа) при статическом изгибе при нормализованной влажности).

Опыты по изучению географической изменчивости физико-механических свойств древесины ели были выполнены в лаборатории кафедры древесиноведения Московского государственного университета леса. Все показатели определяли на образцах по стандартной методике согласно ГОСТ 16483.1–84, ГОСТ 16483.3–84, 16483.18–72.

В условиях района испытания средние значения плотности древесины ели различного географического происхождения при нормализованной влажности в 41-летнем возрасте составляют 378,8–459,9 кг/м³ (табл. 2).

Для плотности древесины на основе однофакторного дисперсионного анализа был выявлен высокий уровень достоверности отличий между разными провениенциями ($F_f = 19,8$; $F_{кр} = 7,43$; уровень доверительной вероятности 0,001). Расчет выборочного коэффициента детерминации показал, что 89 % общей выборочной вариации по плотности древесины связано с влиянием на нее наследственности.

Как известно, поздняя древесина имеет большую плотность, чем ранняя. Этот факт

в конечном итоге позволяет утверждать, что увеличение плотности древесины происходит при повышении содержания в ней поздней зоны (табл. 2). Полученные нами результаты исследований указывают на значительную тесноту связи между процентным содержанием поздней зоны и плотностью древесины ($r = 0,68$). Отметим, что О.И. Полубояринов [10] делает вывод о высокой тесноте связи между показателями. По его данным, коэффициент корреляции для различных регионов России изменяется в пределах 0,70–0,75.

Необходимо выделить экотипы Гродненской и Волынской областей, которые имеют наивысшие показатели плотности древесины (459,9 кг/м³ и 452,0 кг/м³ соответственно) по отношению к контролю – экотипу из Владимирской области (Кольчугинский лесхоз) 411,6 кг/м³ (в среднем +10%). Также высок показатель этого признака у популяции из Черновицкой области (Путильский лесхоз) – 421,2 кг/м³.

Наименьшие значения плотности отмечены у провениенций из Томской области (Томский лесхоз) – 378,8 кг/м³, Карелии (Петрозаводский лесхоз) – 388,8 кг/м³. Ранжировка экотипов по запасу и плотности приведена на рис. 2.

Таким образом, сделанный многими авторами вывод, что с повышением энергии роста плотность древесины ели снижается, не подтверждается нашими данными. Быстрорастущие популяции не всегда имеют низкие показатели плотности. Так, например, экотип из Черновицкой области Путильского лесхоза ($\rho_6 = 421,2$ кг/м³, запас – 462 м³/га) имеет достаточно высокую плотность и самый высокий запас древесины, что не укладывается

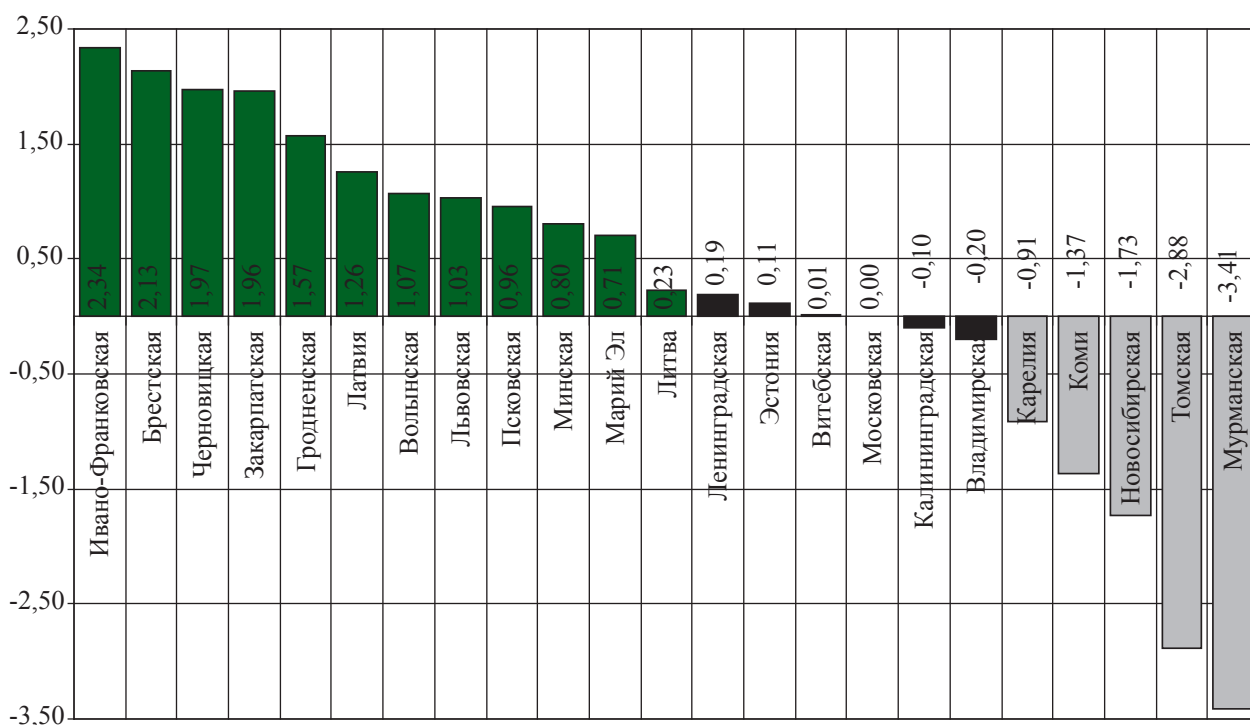


Рис. 1. Итоговая оценка роста экотипов ели в фазе формирования стволов относительно местной популяции по данным по данным 37-летних географических культур Сенежского лесничества

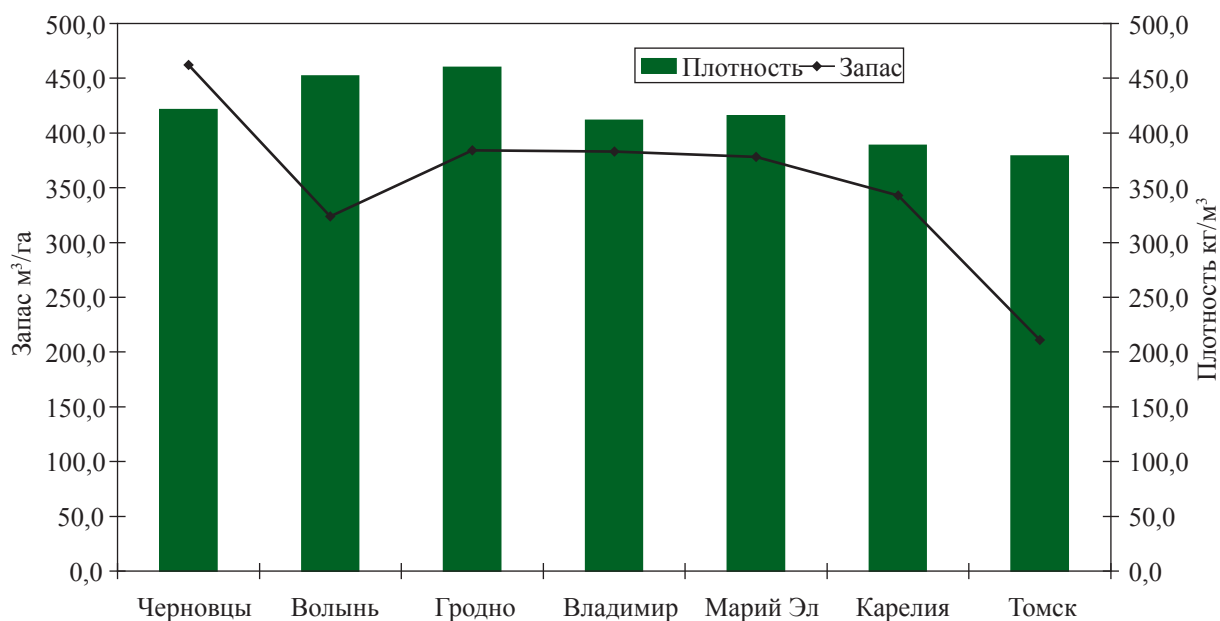


Рис. 2. Распределение запаса и плотности древесины ели по географическому происхождению

в обычные представления о формировании качества древесины.

Полученные результаты роста в географических культурах ели в Центральной России [8, 9, 3] показали явные преимущества по скорости роста провениенций из Восточных Карпат и Белоруссии. Однако долгое время рекомендации по использованию быстр-

растающих экотипов для повышения продуктивности лесов подвергалась критике якобы из-за плохого качества древесины выращиваемых в будущем насаждений. По-видимому, эти заключения не были безосновательны, так как карпатские и белорусские экотипы действительно имели низкий процент содержания поздней древесины в ювенильном

Запас и прочность древесины при статическом изгибе 41-летних географических культур ели

№ эко-типа	Географический район происхождения семян	Запас, м ³ /га	σ_{12} (ст.изг.), МПа
101	Черновицкая, Путильский	462	70,6
3	Волынская, Вл.-Волынский	324	80,3
17	Гродненская, Ивьевский	384	81,6
63	Владимирская, Кольчугинский	383	67,9
58	Марий Эл, Сернурский	378	72,6
47	Карелия, Петрозаводский	343	63,4
55	Томская, Томский	211	58,7

Физико-механические свойства древесины, запас и продуктивность по массе в 41-летних географических культурах ели Сенежского лесничества

№ эко-типа	Географический район происхождения семян	ρ_6 кг/м ³	σ_{12} (ст.изг.), МПа	Запас, м ³ /га	Запас по массе, кг/га
101	Черновицкая, Путильский	421,2	70,6	462	194594,4
3	Волынская, Вл.-Волынский	452,0	80,3	324	146448,0
17	Гродненская, Ивьевский	459,9	81,6	384	165081,6
63	Владимирская, Кольчугинский	411,6	67,9	383	157642,8
58	Марий Эл, Сернурский	415,5	72,6	378	157059,0
47	Карелия, Петрозаводский	388,8	63,4	343	133358,4
55	Томская, Томский	378,8	58,7	211	79926,8

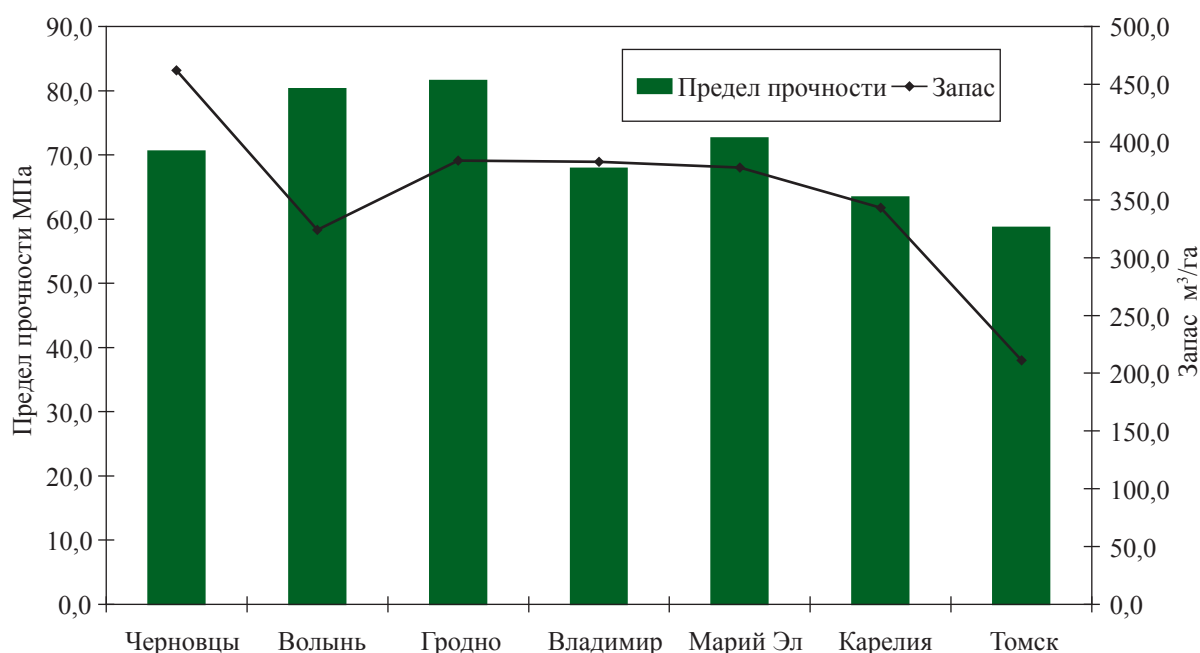


Рис. 3. Распределение запаса и прочности древесины ели при статическом изгибе по географическому происхождению

возрасте [8], который к 40-летнему возрасту повышается (табл. 2).

В условиях района испытания средние значения предела прочности древесины ели различного географического происхождения

при нормализованной влажности в 41-летнем возрасте составляют 58,7–72,6 МПа (табл. 3).

Однофакторный дисперсионный анализ показал, что отличия по пределу прочности древесины (при сжатии вдоль волокон)

между разными провинциями ели имеют высокий уровень достоверности ($F\phi = 12,12$; $F_{кр} = 7,44$; уровень доверительной вероятности 0,001). На основе расчета выборочного коэффициента детерминации было установлено, что 84 % общей выборочной вариации предела прочности связано с влиянием на нее наследственности (географического происхождения семян).

Наибольший предел прочности древесины при статическом изгибе имели экотипы из Гродненской области (Ивьевский лесхоз) – 81,6 МПа, Волынской области (Вл-Волынский лесхоз) – 80,3 МПа, при контроле – 67,9 МПа. Худшими показателями характеризуется ель из Томской области (Томский лесхоз) – 58,7 МПа и Карелии (Петрозаводский лесхоз) – 63,4 МПа.

Ранжировка по запасу и прочности древесины ели при статическом изгибе приведена на рис. 3. Необходимо отметить, что по испытанию экотипов на прочность древесины при статическом изгибе сохраняется такая же закономерность, как и по географической изменчивости по плотности древесины.

Для экотипов, подвергавшихся исследованию на физико-механические свойства древесины, была рассчитана также продуктивность по биомассе стволовой древесины с целью выявления перспективных провинций для нужд целлюлозно-бумажной промышленности (табл. 4). Наиболее перспективными являются экотипы из Черновицкой и Гродненской областей, имеющие хороший рост и продуктивность, а также высокие показатели физико-механических свойств древесины. Волынский экотип по биомассе несколько уступает владимирскому и марийскому экотипам, что вызвано в первую очередь низкой сохранностью.

Таким образом, в Московской области наиболее перспективны для выращивания культур ели с древесиной высокой плотности семенные потомства популяций из Гродненской области Ивьевского лесхоза и Черновицкой области Путильского лесхоза, имеющие среди изучаемых экотипов максимальные показатели физико-механических свойств и характеризующиеся хорошим качеством (прямым стволом).

Образец из Волынской области (Владими́ро-Волынский лесхоз), несмотря на высокие показатели физико-механических свойств древесины, по расчетным показателям биомассы не входит в группу перспективных провинций, что связано с низкой сохранностью экотипа. В виду таких обстоятельств данная популяция также может рассматриваться как перспективная для создания плантаций ели целевого назначения для нужд целлюлозно-бумажной промышленности.

Выводы

1. В целях повышения продуктивности и ускоренного выращивания лесов в Центральном лесосеменном районе Московском подрайоне необходимо ввести поправку в «Лесосеменное районирование» по использованию семян из Белоруссии (Брестской, Гродненской областей) и Украины (Черновицкой, Закарпатской, Львовской Ивано-Франковской и Волынской областей).

2. Быстрорастущие популяции не всегда имеют низкие показатели плотности древесины. Установлено, что экотипы из Гродненской и Волынской областей имеют наивысшие показатели плотности древесины (459,9 кг/м³ и 452,0 кг/м³ соответственно) по отношению к контролю – экотипу из Владимирской области 411,6 кг/м³ (в среднем +10%). Наименьшие значения плотности характерны для восточных и северных экотипов (Томская область – 378,8 кг/м³, Карелия – 388,8 кг/м³).

3. По испытанию экотипов на прочность древесины при статическом изгибе сохраняется такая же закономерность, как и по плотности древесины. Наибольший предел прочности древесины при статическом изгибе имели экотипы из Гродненской – 81,6 МПа и Волынской областей – 80,3 МПа, при контроле – 67,9 МПа. Худшими показателями характеризуется ель из Томской области – 58,7 МПа и Карелии – 63,4 МПа.

4. Расчет выборочного коэффициента детерминации показал, что 89 % общей выборочной вариации по плотности древесины и 84 % общей выборочной вариации предела прочности связано с влиянием на нее наследственности (географического происхождения семян).

5. По биомассе стволовой древесины для нужд целлюлозно-бумажной промышленности наиболее перспективными являются экотипы из Черновицкой и Гродненской областей, имеющие хороший рост и продуктивность, а также высокие показатели физико-механических свойств древесины и характеризующиеся хорошим качеством (прямым стволом).

Библиографический список

1. Воробьев, Г.И. Генетика, селекция и семеноводство как основа создания высокопродуктивных лесов / Г.И. Воробьев // Научные исследования для лесов будущего: Сб. статей/ВНИИЛМ. – М.: Лесная пром-сть, 1981. – С. 6–14.
2. Лесосеменное районирование основных лесобразующих пород в СССР. – М.: Лесная пром-сть, 1982. – 368 с.
3. Мельник, П.Г. Выявление быстрорастущих экотипов ели для целевого лесовосстановления на территории Смоленско-Московской возвышенности: дисс. ... канд. с.-х. наук :06.03.01 / П.Г. Мельник – М., МГУЛ, 1996. – 148 с.
4. Мельник, П.Г. Географическая изменчивость продуктивности и физико-механических свойств древесины сосны обыкновенной / П.Г. Мельник, С.В. Савосько, Я.Н. Станко, И.А. Дюжина и др. // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2007. – №6. – С. 33–38.
5. Мельник, П.Г. Продуктивность и физико-механические свойства древесины ели в географических культурах / П.Г. Мельник, О.В. Степанова // Лесохозяйственная информация. – 2008. – № 3–4. – С. 45.
6. Мерзленко, М.Д. Лесокультурное дело : учеб. пособие / М.Д. Мерзленко. – М.: МГУЛ, 2009. – 124 с.
7. Мерзленко, М.Д. Итог тридцати вегетаций в географических культурах ели Сергиево-Посадского опытного лесхоза / М.Д. Мерзленко, П.Г. Мельник: науч. тр. – Вып. 274. – М.: МГУЛ, 1995. – С. 64–77.
8. Пальцев, А.М. Влияние географического происхождения семян ели на ее рост: дисс. ... канд. с.-х. наук: 06.03.01 / А.М. Пальцев. – М.: МЛТИ, 1984. – 185 с.
9. Пальцев, А.М. Опыт географических культур ели в зоне смешанных лесов. Обзорная информация / А.М. Пальцев, М.Д. Мерзленко, П.Г. Мельник. – М.: ВНИИЦлесресурс, 1995. – 35 с.
10. Полубояринов, О.И. Плотность древесины / О.И. Полубояринов. – М.: Лесная пром-сть, 1976, – 160 с.
11. Роне, В.М. Генетический анализ лесных популяций / В.М. Роне. – М.: Наука, 1980. – 160 с.

КАЧЕСТВЕННЫЕ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛЕСОВ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ ПО МАТЕРИАЛАМ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ЛЕСОВ

К.С. ПОГУЛЯЙ, *магистрант каф. лесоустройства и охраны леса МГУЛ*,
В.В. ЗАВАРЗИН, *проф. каф. лесоустройства и охраны леса МГУЛ, канд. с.-х. наук*

valentina_sidulina@mail.ru

Мероприятия ГИЛ по определению количественных и качественных характеристик лесов направлены на достижение целей государственной инвентаризации лесов, определенных статьей 90 Лесного кодекса Российской Федерации [1].

Объектом ГИЛ при определении количественных и качественных характеристик лесов является субъект РФ, лесной район РФ и в целом Российская Федерация.

Количественные и качественные характеристики лесов определяются в процессе выполнения следующих основных видов работ в соответствии с порядком проведения государственной инвентаризации лесов.

1. Анализ исходных данных:

– материалы последнего лесоустройства;

– текущие изменения с учетом воздействия антропогенных и стихийных факторов.

2. Создание цифровой карты на основе повыдельных данных базового (последнего) лесоустройства и топографических карт.

3. Подготовка базовых карт лесных страт методом генерализации цифровой основы объектов работ.

При определении количественных и качественных характеристик лесов применяется Единая схема стратификации лесов Российской Федерации.

Стратификация проводится на основе использования актуализированных повыдель-

ных баз данных последнего лесоустройства путем группирования лесных насаждений (лесотаксационных выделов) в относительно однородные группы (лесные страты), в пределах которых дисперсия запасов древесины меньше, чем между стратами генеральной совокупности. Кроме того, при выполнении стратификации для ГИЛ преследуется не только цель сокращения варьирования запасов внутри страт (в математико-статистическом смысле), но и необходимость выделения качественно однородных типов групп, покрытых и не покрытых лесной растительностью земель (типический вид выборки по качественной характеристике). При таком подходе обеспечивается наибольший эффект от стратификации лесов с достижением запланированной точности учета площадей земель и запасов древесины при оптимальной выборочной совокупности (количестве пробных площадей ГИЛ).

Лесные страты формируются на основе таксационных показателей – критериев стратификации. А пространственное размещение лесных страт объектов работ отображается на актуализированных картах-схемах лесных страт.

4. Актуализация базовых карт лесных страт с учетом текущих изменений на основе дешифрирования космических снимков с разрешением не ниже 5 м. Актуализированные карты-схемы лесных страт изготавливаются на лесничество и на отдельные участковые лесничества (лесные участки).

5. Изготовление актуализированных карт лесных страт; вычисление площадей страт и категорий земель лесного фонда.

6. Расчет количества пробных площадей.

Для каждого лесного района (лесных земель района) расчет количества пробных площадей выполняется на основе использования таксационной характеристики лесотаксационных выделов, установленной при проведении лесоустройства с использованием математических зависимостей, основанных на планируемой точности определения общего запаса древесины, дисперсии запасов и их совместного варьирования в соответствующей лесной страте.

7. Размещение и определение местоположения (координат) пробных площадей методом статистической выборки.

Количественные и качественные характеристики лесов определяются на пробных площадях ГИЛ на основе выборочного метода наблюдений в соответствии с законами теории вероятностей, математической статистики и использованием закономерных взаимосвязей между таксационными показателями лесных насаждений. Периодичность повторных наблюдений на пробных площадях составляет 10 – 15 лет.

8. Полевые работы. Закладка пробных площадей (ПП):

- вынос координат центров ПП на местность и их фиксация металлическими стержнями;
- измерение на ПП требуемых показателей;
- определение координат местоположения деревьев на ПП.

9. Определение количественных и качественных характеристик лесов в результате обработки данных ПП и подготовка отчетов по лесничествам и субъектам РФ.

Перечень данных, учитываемых на ПП.

Для таксационного выдела, в котором закладывается ПП, – 34 показателя.

Для пробной площади – 150 показателей, в том числе:

- данные о дереве: номер дерева, координаты дерева, порода, возраст, диаметр, высота начала живой кроны, проекция кроны, вид повреждения дерева, область и степень повреждения, живучесть по IUFRO и т.д.;
- характеристика почвы, наличие эрозии, тип гумуса;
- характеристика кустарниковой и травянистой растительности, ягодников, мхов;
- характеристика подроста и подлеска;
- характеристика сухостоя, валежа, пней;
- данные о модельных деревьях.

Критерием точности определения количественных и качественных характеристик лесов является точность определения общего запаса древесины лесных насаждений. Показатель

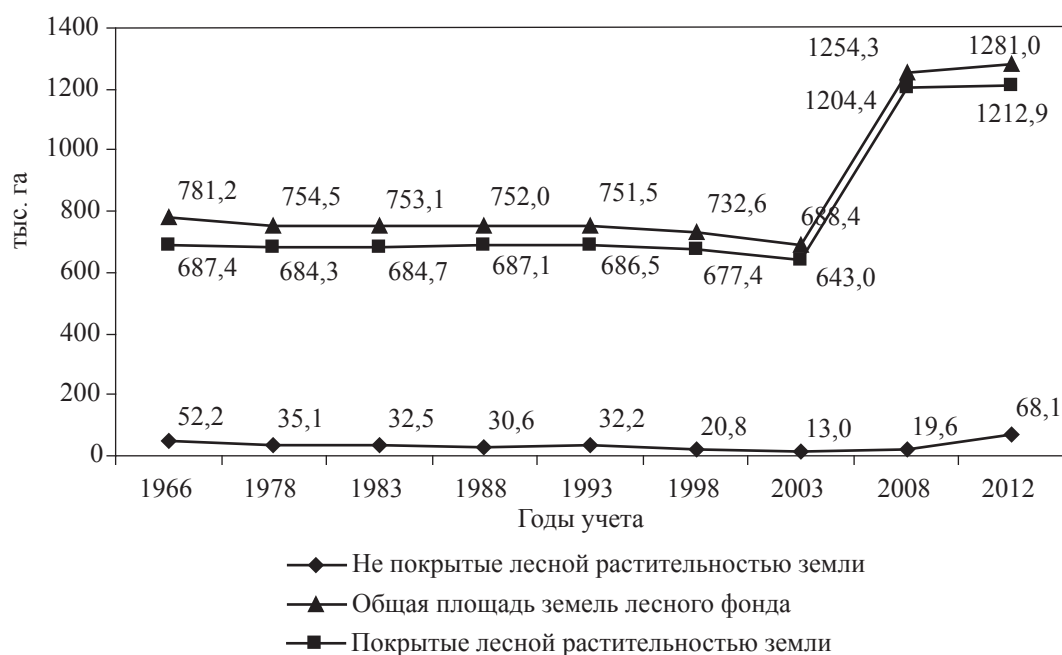


Рис. 1. Динамика общих площадей, покрытых и не покрытых лесной растительностью земель Калужской области

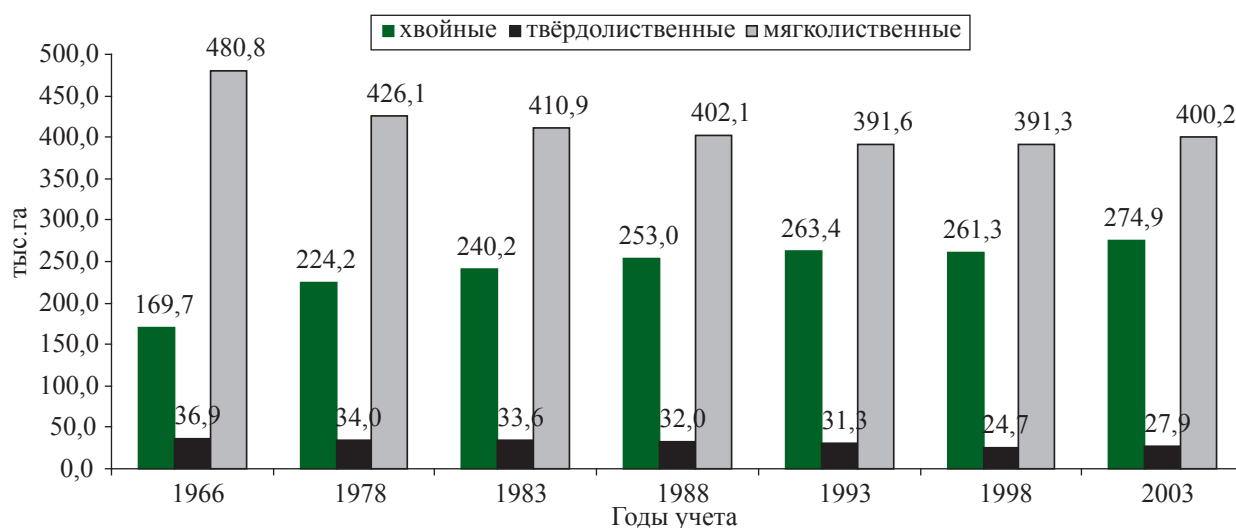


Рис. 2. Динамика породного состава лесов Гослесфонда Калужской области за 40 лет

затель точности (в абсолютном выражении) устанавливается не более 1 процента в целом для Российской Федерации с варьированием точности указанного показателя от 1 до 5 процентов по лесным районам [5].

По итогам сводной документации государственного учета лесного фонда и современным данным государственной инвентаризации лесов нами рассмотрена динамика состояния лесного фонда за период 50 лет на примере лесов Калужской области.

Динамика общих площадей, покрытых и не покрытых лесной растительностью

земель показала, что с принятием Лесного кодекса РФ в 2007 г. [1] увеличилась площадь лесов Калужской области в 1,8 раз за счет передачи колхозно-совхозных лесов области в ведение гослесфонда (рис. 1).

Динамика породного состава лесов Гослесфонда за 40 лет (с 1966 по 2003 гг.) показала: снижение площади мягколиственных пород – с 481 до 400 тыс. га (на 17 %) и твердолиственных пород – с 37 до 28 тыс. га (на 25 %), увеличение хвойных – с 170 до 275 тыс. га (на 62 %). Такое увеличение площади хвойных пород произошло в результате

смены режима ведения хозяйства (запрет лесопользования в защитных лесах) (рис. 2).

Хозяйство в колхозно-совхозных лесах, как правило, не велось, леса почти не охранялись, рубки в них велись по потребности и без соблюдения элементарных правил эксплуатации, в лесах произошла интенсивная смена ценных твердолиственных и хвойных пород на мягколиственные. И в динамике породного состава за 2008 г. после передачи колхозно-совхозных лесов по сравнению с Гослесфондом произошло увеличение площади мягколиственных пород более чем в два раза – с 400 до 855 тыс. га, хвойных – с 275 до 318 тыс. га (на 15 %) и твердолиственных – с 28 до 31 тыс. га (на 11 %) (рис. 2, 3).

По данным ГИЛ произошло резкое увеличение площади твердолиственных пород в 3,5 раза.

Динамика лесосырьевых ресурсов (рис. 4) лесов Гослесфонда за 40 лет (с 1966 по 2003 гг.) показала рост всех групп пород: хвойных – с 24 до 50 млн м³ (на 117 %); твердолиственных – с 4,6 до 6,4 млн м³ (на 50 %); мягколиственных – с 63 до 83 млн м³ (на 34 %).

По всей области после присоединения колхозно-совхозных лесов по учету на 2008 г. произошло увеличение запаса хвойных (с 50 до 68 млн м³, на 36 %) и мягколиственных (с 83 до 162 млн м³, на 95 %). По данным ГИЛ на 2012 г.,

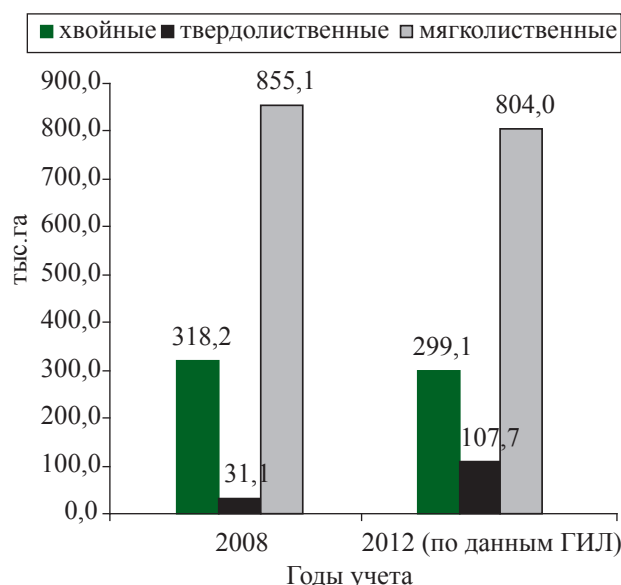


Рис. 3. Динамика породного состава лесов Калужской области (совместно с колхозно-совхозными лесами)

по сравнению с 2003 г., увеличение хвойных произошло с 50 до 110 млн м³ (на 118 %), мягколиственных – с 83 до 265 млн м³ (на 218 %).

Если сравнивать учеты 2008 и 2012 гг. (рис. 5), наблюдается сильное увеличение запаса в 2012 г. по группам древесных пород: хвойные увеличились с 68 до 110 млн м³ (на 60 %), твердолиственные – с 6 до 29 млн м³ (на 383 %) и мягколиственные – с 162 до 265 млн м³ (на 63 %). Это связано с тем, что данные ГИЛ более достоверны, так как они основаны на данных измерительной таксации, а данные

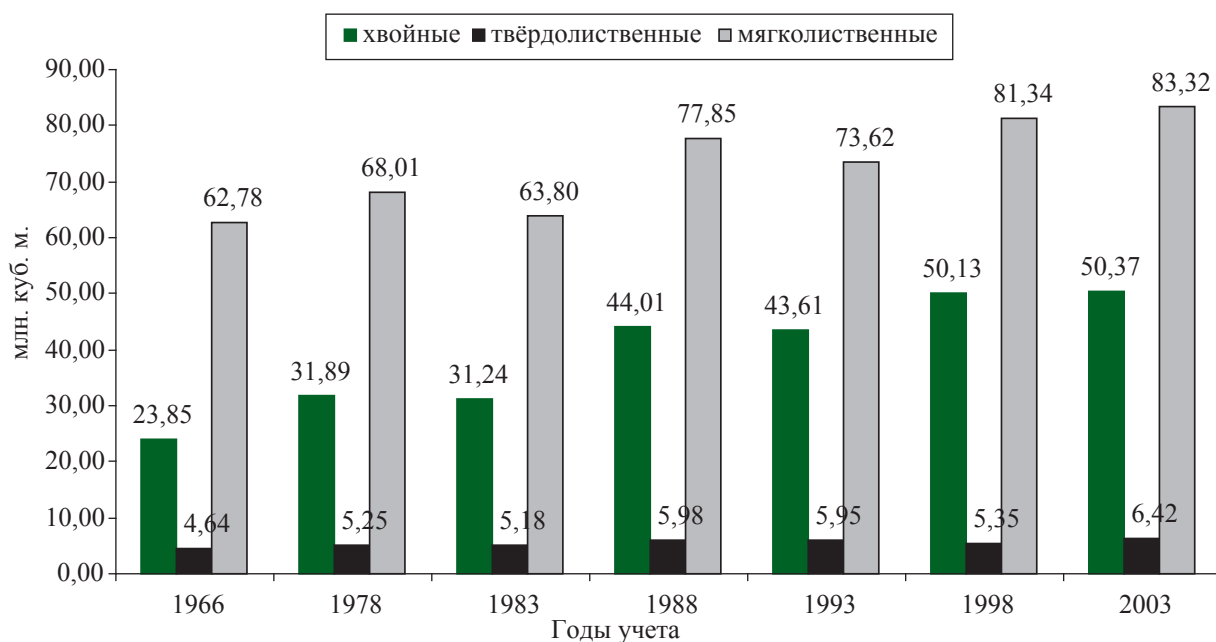


Рис. 4. Динамика лесосырьевых ресурсов лесов Гослесфонда Калужской области

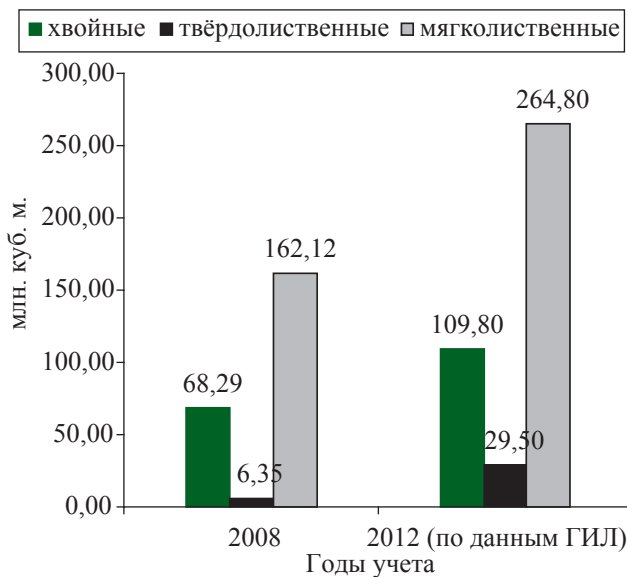


Рис. 5. Динамика лесосырьевых ресурсов Калужской области (совместно с колхозно-совхозными лесами)

2008 г. – на материалах лесного реестра.

Доля участия лесных культур в покрытых лесной растительностью землях лесов Гослесфонда за 40 лет увеличивалась с 12 % в 1966 до 25 % в 2003. А с увеличением площади за счет присоединения колхозно-совхозных лесов в 2008 г. доля участия лесных культур резко сократилась с 25 % до 14 % (в 1,8 раза) (рис. 6), т.е. в колхозно-совхозных лесах практически не создавались культуры.

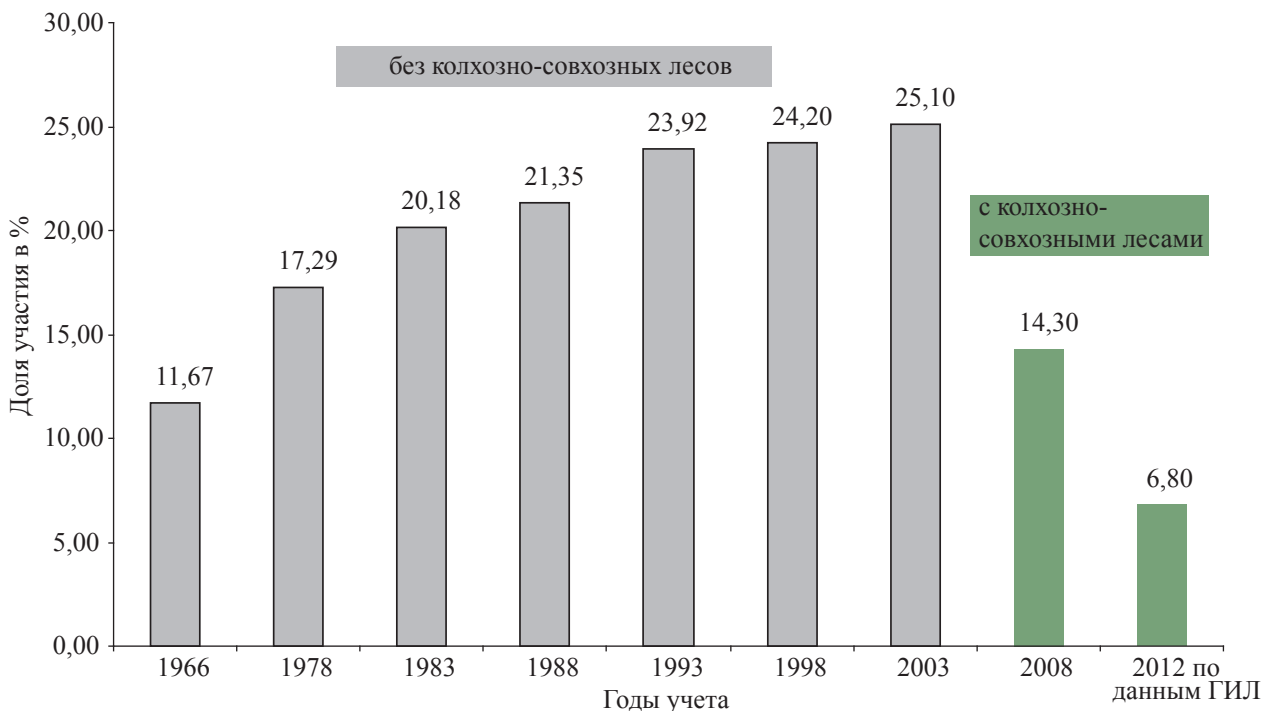


Рис 6. Доля участия лесных культур в покрытых лесной растительностью землях Калужской области

Необходимо также отметить, что доля лесных культур в лесах Калужской области, по данным ГИЛ, более чем в 2 раза меньше по сравнению с 2008 г. (2008 – 14,3 %, а 2012 – 6,8 %). Очевидно, что точность оценки состояния лесных культур по данным государственного лесного реестра была весьма низка.

В связи с частым изменением площади земель лесного фонда для более объективного представления лесосырьевых ресурсов Калужской области мы приводим динамику изменения запаса на 1 га по группам древесных пород (рис. 7) и основным лесобразующим породам (рис. 8).

По данным ГИЛ, динамика изменения среднего запаса по области на 1 га увеличилась по сравнению с 2003 и 2008 гг. на 73,7 % – с 190 м³/га до 330 м³/га. Данные ГИЛ по сравнению с 2008 г. также превышают по среднему запасу групп пород: хвойные – на 71,4 % (2008 – 210 м³/га, а 2012 – 360 м³/га), мягколиственные – на 73,7 % (2008 – 190 м³/га, а 2012 – 330 м³/га) (рис. 7).

Данные ГИЛ в динамике изменения по основным лесобразующим породам на 1 га. (рис. 8) увеличились по сравнению с 1998 [2] и 2003 [3] гг. по всем породам, а именно:

– сосна на 24 % (с 250 м³/га до 310 м³/га);

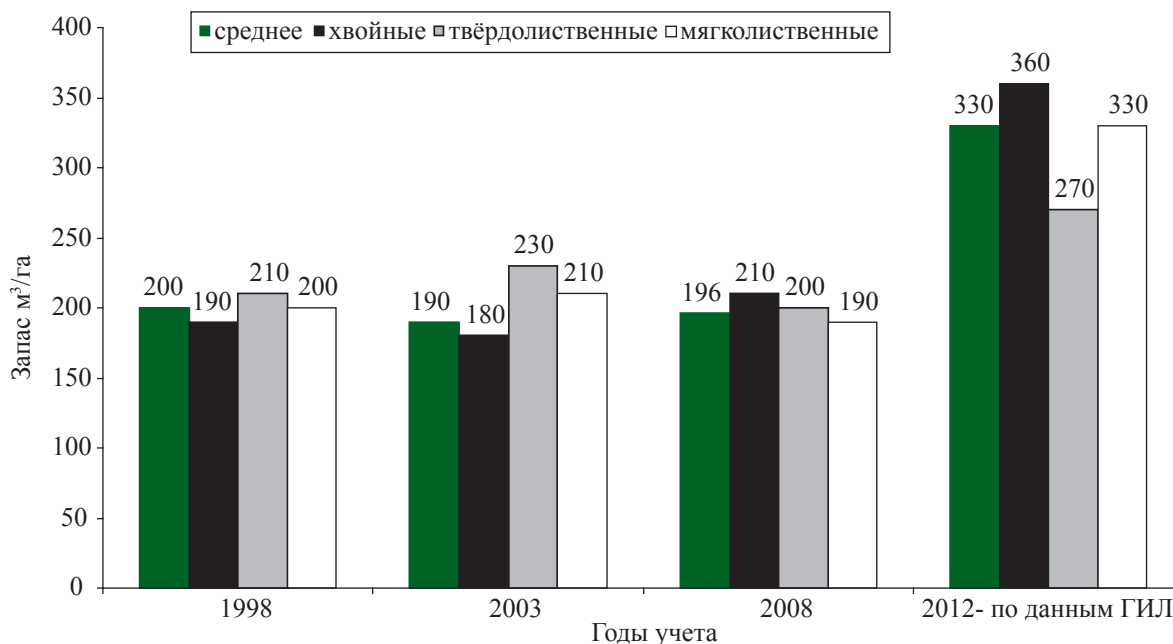


Рис. 7. Динамика изменения запасов на 1 га по группам основных лесобразующих пород Калужской области

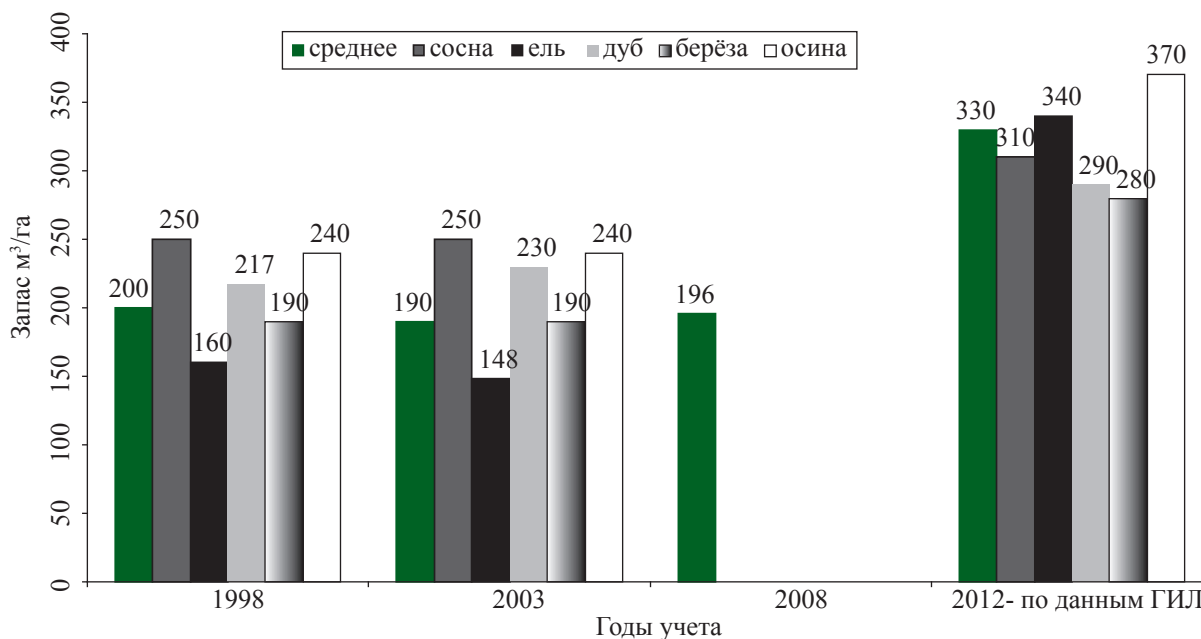


Рис. 8. Динамика изменения запасов на 1 га по основным лесобразующим породам Калужской области

- ель на 120 % (со 154 м³/га в среднем до 340 м³/га);
- дуб на 30 % (со 223 м³/га в среднем до 290 м³/га);
- берёза на 47 % (с 190 м³/га до 280 м³/га);
- осина на 54 % (с 240 м³/га до 370 м³/га).

Такое значительное расхождение между ГИЛ и данными лесного реестра, в который вошли данные учета лесного фонда

2008 г. [4], говорит о том, что реестр не отражает реальные данные о количественных и качественных характеристиках. И лесостроительство, проводимое с 2004 по 2009 гг. и вошедшее в состав реестра, не отвечает заданной точности.

Выводы

1. Качество ведения лесного хозяйства и лесопользования в Калужской области находится на низком уровне.

2. Итоговые результаты учета количественных и качественных показателей лесного фонда за 2008 г. по сравнению с данными ГИЛ во многом недостоверны по причинам:

- давности проведенного последнего лесоустройства;
- низкой точности данных включаемых в лесной реестр.

3. Требуется повысить точность данных лесоустройства при таксации в соответствии с порядком проведения ныне действующей государственной инвентаризации лесов.

4. Включение в Гослесфонд колхозно-совхозных лесов, которые ранее устраивались по более низкому разряду, также сыграло существенную роль в выявленном расхождении характеристик данных государственного уче-

та лесного фонда 2008 г. и современных данных ГИЛ 2012 г.

Библиографический список

1. Лесной кодекс Российской Федерации. Комментарии: изд. 2-е, доп. / Под общ. ред. Н. В. Комаровой, В.П. Рощупкина. – М.: ВНИИЛМ, 2007. – 865 с.
2. Лесной фонд России (по данным государственного учета лесного фонда по состоянию на 1 января 1998 г.) / Справочник. М.: ВНИИЦлесресурс, 1999.
3. Лесной фонд России (по данным государственного учета лесного фонда по состоянию на 1 января 2003 г.) / Справочник. М.: ВНИИЛМ, 2003, 640 с.
4. Лесной фонд России (по данным государственного учета лесного фонда по состоянию на 1 января 2008 г.) / Справочник. М.: ФАЛХ Рослесинфорг, 2008.
5. Методические рекомендации по проведению государственной инвентаризации лесов утверждены приказом Рослесхоза от 10 ноября 2011г. № 472. – М.: Минюст РФ, 2011.– 37 с.

РЕСУРСНАЯ ОЦЕНКА ПОВРЕЖДЕННЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ КОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ И ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

А.А. ПУШКИН, доц. кафедры лесоустройства БГТУ, канд. с.-х. наук,

М.А. ИЛЬЮЧИК, начальник отдела РУП «Белгослес», канд. с.-х. наук

aa_pushkin@mail.ru, belkosmosles@open.by

В последнее время в Республике Беларусь наблюдается усиление неблагоприятных воздействий на лесные насаждения, приводящее к их повреждению. Ежегодные воздействия ураганных ветров приводят к значительным ветровальным и буреломным повреждениям лесных насаждений на территориях ряда лесохозяйственных учреждений. Оперативное определение местоположения поврежденных лесных участков вследствие ветровалов и буреломов, формирование тематических карт повреждений и расчет предварительной ресурсной оценки по данным участкам является важной задачей, решение которой позволяет подразделениям лесного хозяйства оптимально использовать поврежденную древесину, планировать технические средства и ресурсы для выполнения мероприятий по расчистке поврежденных участков и проведению лесовосстановительных работ.

К настоящему времени на земли Государственного лесного фонда Республики Бе-

ларусь созданы цифровые векторные карты, а также выделенная, лесотаксационная база данных лесных насаждений. Это, в свою очередь, создает предпосылки для использования геоинформационных технологий и данных дистанционного зондирования для автоматизированного решения задачи по формированию тематических карт повреждений лесных насаждений, а также предварительной оценки их запасов.

Основной целью исследования являлась разработка технологии и программного комплекса определения местоположения поврежденных лесных насаждений по материалам космической съемки, создания векторных тематических карт поврежденных участков, а также материально-денежная оценка поврежденной древесины. Работы выполнялись совместно лесостроительным предприятием «Белгослес», Учреждением образования «Белорусский государственный технологический университет» и научно-инженерным предприятием «Геоинформационные системы».

Характеристика изображений сенсоров системы ALOS

Режимы	<i>PRISM</i> (панхроматический)	<i>AVNIR-2</i> (мультиспектральный)
Спектральный диапазон, мкм	0,52–0,77	голубой 0,42–0,50 зеленый 0,52–0,60 красный 0,61–0,69 Ближний ИК 0,76–0,89
Пространственное разрешение	2,5 м (в надире)	10 м (в надире)
Скорость передачи данных на наземный сегмент	960 Мбит/сек	160 Мбит/сек
Ширина полосы съемки	35 км (в надире)	70 км (в надире)
Радиометрическое разрешение	8 бит на пиксел	8 бит на пиксел
Периодичность съемки	46 дней	46 дней
Возможность получения стереопары	Да, с одного витка	Нет

Разработка программного комплекса выполнена на основе специализированного программного обеспечения:

- система обработки данных дистанционного зондирования *ENVI 4.7*;
- специализированный программный модуль автоматизации тематического дешифрирования, разработанный на платформе *ENVI 4.7*;
- геоинформационная система (ГИС) *MapInfo Professional*, предназначенная для формирования планово-картографических материалов и отчетных документов;
- специализированный программный модуль ресурсной оценки поврежденных лесных насаждений, разработанный на платформе ГИС *MapInfo Professional*;
- система управления базами данных *Ms Access*, используемая для хранения атрибутивной базы данных по выделительной характеристике лесных насаждений.

В качестве исходных данных, необходимых для выполнения ресурсной оценки поврежденных лесных насаждений, используются материалы разновременной или разовой космической съемки высокого разрешения; цифровые лесные карты в векторном формате *TAB*, содержащие слои таксационных выделов и кварталов; по выделительная база данных таксационных характеристик лесных насаждений, полученная в результате лесоустройства.

В основном для дешифрирования поврежденных лесных насаждений использовались материалы космической съемки

системы *ALOS AVNIR 2008–2010* гг. съемки. Необходимо отметить, что технические характеристики сенсора данной системы космического зондирования (табл. 1) наиболее близки к характеристикам планируемого к запуску Белорусского космического аппарата дистанционного зондирования. Это, в свою очередь, позволит использовать полученные результаты исследований применительно к материалам, планируемым к получению с отечественного спутника.

В соответствии с поставленной целью исследований предусматривалось решение следующих основных задач:

- создание базы данных эталонных участков по повреждениям лесных насаждений;
- разработка технологии тематического дешифрирования поврежденных лесных насаждений на материалах космической съемки;
- создание математических моделей товарной оценки поврежденных лесных насаждений;
- разработка вычислительного алгоритма и программного обеспечения для определения ресурсной оценки поврежденных лесных насаждений.

База данных эталонных участков создана по всем видам повреждений лесных насаждений, которые можно дешифрировать на материалах космической съемки, с целью изучения спектрально-яркостных показателей изображения и дальнейшего создания обучающих выборок классификации. При этом видами

повреждений, дешифрируемых на материалах космической съемки, являются ветровальные и буреломные повреждения, а также усыхания лесных насаждений, вызванные различными факторами. Созданная база данных включает изображение эталонного участка в векторном формате, его таксационную характеристику, полученную в результате полевых обследований, а также фотоизображение. В общей сложности обследовано и включено в базу данных 54 эталонных участка.

Важнейшей задачей в процессе выполнения ресурсной оценки поврежденных лесных насаждений является выявление и картирование поврежденных лесных участков на материалах космической съемки. Решение данной задачи возможно несколькими путями: на основе тематической классификации разовых космических снимков или на разновременных материалах космической съемки с использованием базовых алгоритмов поиска изменений (*Change detection*) [1, 2].

Тематическая классификация представляет собой процесс сортировки пикселей изображения космического снимка в конечное число классов. В настоящее время разработано достаточно большое количество методов тематической классификации, использующих различные признаки пикселей изображения, которые реализованы в большинстве на базе современных программных комплексов обработки данных дистанционного зондирования: *Erdas Imagine*, *ENVI*, *eCognition*, *ER Mapper* и др. В практике тематической обработки материалов космической съемки в настоящее время наиболее часто используются алгоритмы на основе статистической оценки спектральных яркостей с использованием эталонных участков изображения или так называемых обучающих выборок [3, 4]. С целью автоматизации работ по тематической классификации различных видов лесных земель и растительности разработан специализированный программный модуль на основе базового программного обеспечения *ENVI* [5]. Также хорошие результаты по тематическому дешифрированию поврежденных лесных насаждений получены при использовании алгоритма *Future Extraction*, реализованного на базе програм-

мно приложения *ENVI Zoom*, входящего в состав комплекса *ENVI*. Основным преимуществом метода тематической классификации является возможность выявления поврежденных лесных насаждений на основе данных одиночной съемки. Однако результаты такого дешифрирования необходимо проверять в натуре или сопоставлять с информацией из поведельной базы лесотаксационных данных, поскольку спектрально-яркостные показатели поврежденных лесных насаждений зачастую весьма схожи с другими видами земель лесного фонда (несомкнувшиеся лесные культуры, прогалины, вырубки и др.), что может привести к значительным ошибкам.

Использование алгоритма поиска изменений позволяет выделять на разновременных материалах космической съемки участки, где спектральные характеристики существенно изменились, например, лесное насаждение – ветровал. Для практической реализации данного способа необходимо наличие двух разновременных космических снимков на одну и ту же территорию лесного фонда (рис. 1). При этом качество координатной привязки данных материалов должно быть высоким и обеспечивать полное совпадение изображений. Выполнение вычислительных процедур в данном случае обеспечивается базовыми программными функциями *ENVI*.

В результате проведения тематической классификации формируется растровое изображение поврежденных лесных насаждений, которое по проведению постобработки переводится в векторный формат данных. Полученный таким образом векторный слой поврежденных участков разрезается полигональным слоем лесотаксационных выделов, созданным при проведении лесоустройства, в результате чего формируется слой выделов с границами повреждений. На последующем этапе с использованием базовых функций ГИС *MapInfo* определяются площади поврежденных участков лесных насаждений по каждому таксационному выделу.

На основе полученных данных формируется тематическая карта поврежденных лесных участков с обозначениями поврежденных лесных насаждений (рис. 2).

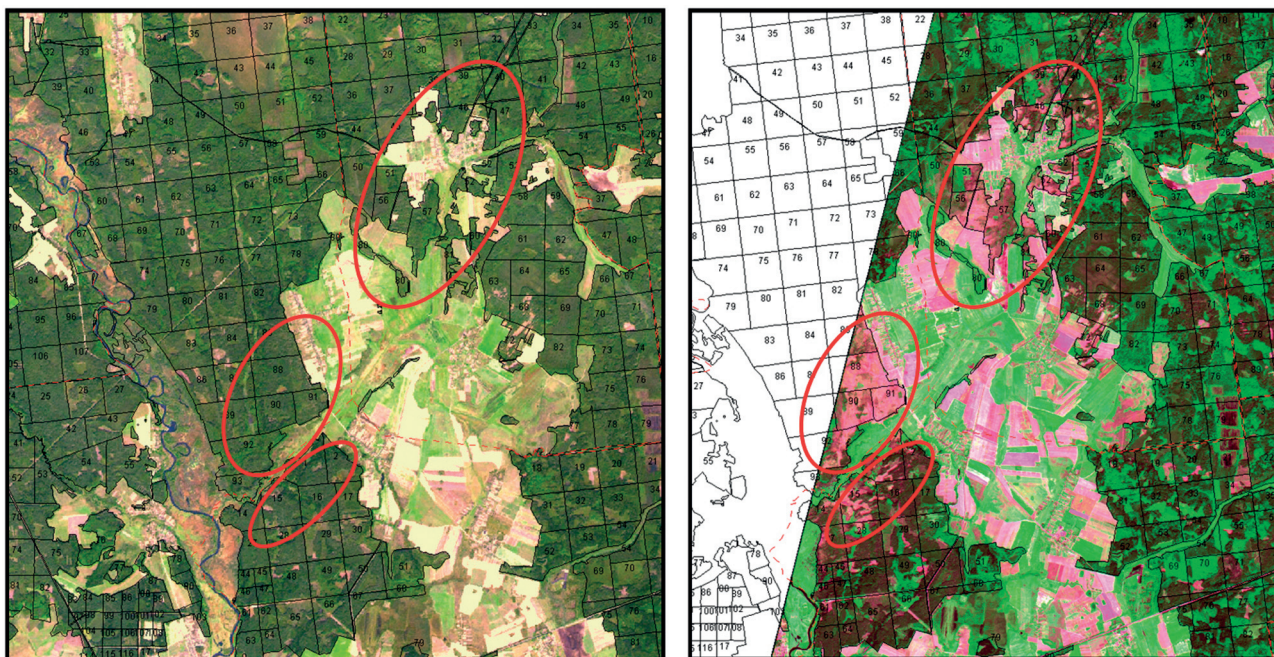


Рис. 1. Разновременные данные космической съемки до и после повреждения лесных насаждений (Березинский лесхоз): а – фрагмент снимка Terra/Aster 29.09.2007 до повреждения; б – фрагмент снимка Alos/AVNIR 14.08.2008 после повреждения ветровалом и буреломом

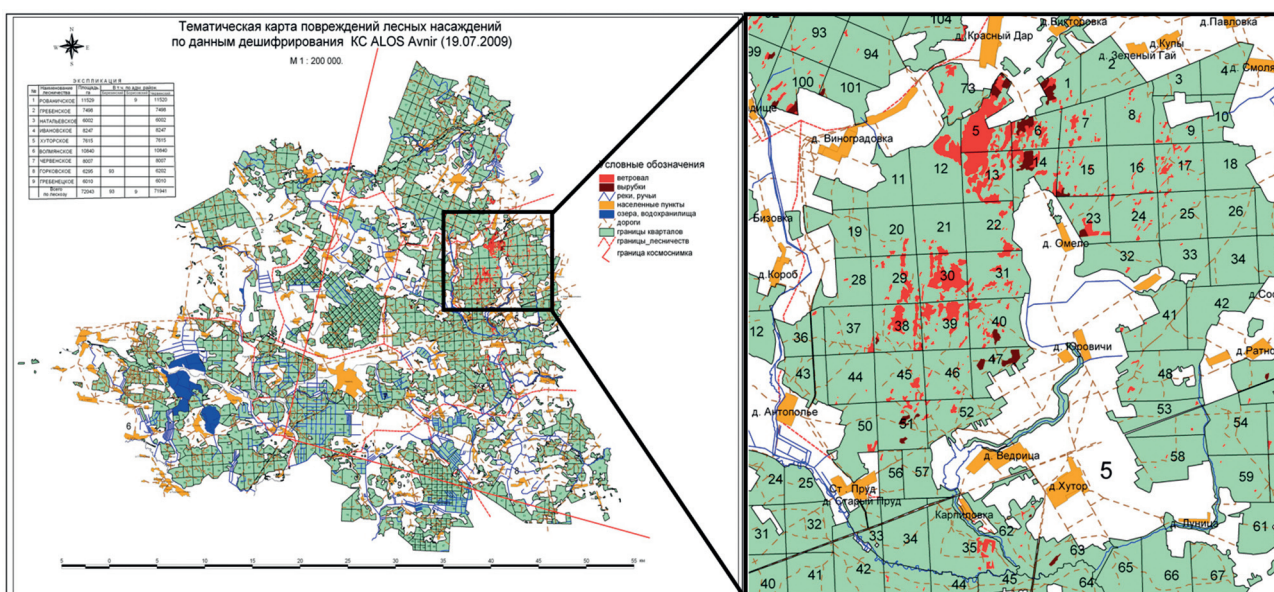


Рис. 2. Тематическая карта повреждений лесных насаждений (Червенский лесхоз)

Для автоматизированного проведения ресурсной оценки поврежденных лесных насаждений требуется наличие соответствующих математических моделей. Проведение расчетов основывается на информации, содержащейся в поведельной базе данных: произрастающих на выделе древесных видов и их коэффициентов состава, их средних диаметров и высот, запаса. Потери в выходе различных категорий крупности деловой дре-

весины определяются в зависимости от типа повреждений. Необходимость учитывать тип повреждений обуславливается различной величиной потерь деловой древесины. В результате полевых обследований целесообразным признано выделение трех основных типов повреждений лесных насаждений.

К первому типу повреждений относят сплошные ветровалы. При данном типе повреждения процент ветровальных деревьев

Средние высоты слома древесных стволов при буреломных повреждениях

Степень толщины, см	Высота слома, м	Степень толщины, см	Высота слома, м
12	4,0	40	6,0
16	4,0	44	6,0
20	5,0	48	6,0
24	5,0	52	6,0
28	5,0	56	7,0
32	6,0	60	7,0
36	6,0	64	7,0

должен составлять не менее 85 % и до 15 % могут составлять буреломные и стоящие на корню деревья. Ветровальные повреждения характеризуются значительно меньшими повреждениями по сравнению с другими видами и при своевременной уборке поваленных деревьев потери деловой древесины будут минимальны.

Ко второму типу повреждений относят сплошные буреломы. В данном случае стволы деревьев ломаются под воздействием ветра. К сплошным буреломам отнесены насаждения, не менее 85 % деревьев которых имеют сломы. Буреломные повреждения наносят наибольший ущерб, поскольку повреждается наиболее ценная нижняя часть ствола. Высота слома зависит главным образом от среднего диаметра древостоя (табл. 2).

К третьему типу относят комбинированные ветровально-буреломные повреждения лесных насаждений, где, соответственно, доля ветровальных и буреломных деревьев составляет более 15 %. Такие повреждения наиболее распространены в условиях лесного фонда Беларуси. Соотношения между ветровальным и буреломным повреждением могут быть различны, определяются в полевых условиях и учитываются в дальнейшем в программном комплексе при определении ресурсной оценки.

Расчет уменьшения выхода деловой древесины выполняется в зависимости от древесной породы, класса товарности, а также установленного типа повреждения. При ветровальных повреждениях процент потери деловой древесины зависит от среднего диаметра древостоя, древесной породы и класса товарности. Результаты полевых исследова-

ний показывают, что для хвойных насаждений 1–3 класса товарности в зависимости от среднего диаметра уменьшение выхода деловой древесины составляет 8–10 %, твердолиственных насаждений – 5–8 %, березовых насаждений – 7–10 %, осиновых и черноольховых насаждений – 6–9 %. С использованием полученных процентов потерь устанавливаются выход деловой древесины всех категорий крупности, а также корректируется выход дровяной древесины и отходов. При этом распределение полученного процента уменьшения деловой древесины по категориям крупности осуществляется пропорционально их запасу в древостое до повреждения

Ресурсная оценка насаждений, поврежденных сплошными буреломными, осуществляется на основе системы математических моделей. Разработка данных моделей выполнена на основе данных таксации буреломных лесных насаждений, результатах материально-денежной оценки, полученных лесхозами при разработке лесосек, а также с использованием имитационного моделирования повреждений насаждений (при недостаточном количестве объектов полевых исследований). При проведении лесотаксационных работ установлено, что потеря выхода деловой древесины гораздо более высока, чем при ветровальных повреждениях и для хвойных насаждений составляет 50–69 %, для твердолиственных насаждений – 51–69 %, для мягколиственных насаждений – 49–66 % в зависимости от среднего диаметра древостоя.

Известно, что товарная структура древостоя определяется главным образом его средним диаметром. В связи с этим, модели для определения уменьшения выхода деловой

вой древесины созданы в виде полиномов 3–5 степени в зависимости от среднего диаметра поврежденного древостоя

$$P(D) = b_0 + b_1 \cdot D + b_2 b_1 \cdot D^2 + b_3 b_1 \cdot D^3 + b_4 b_1 \cdot D^4 + b_5 b_1 \cdot D^5$$

где $P(D)$ – уменьшение выхода общего объема деловой древесины, %;

b_i – коэффициенты полиномиальной модели;

D – средний диаметр поврежденного древостоя, см.

Для определения процента уменьшения выхода крупной деловой древесины используется уравнение следующего вида

$$P(X) = b_0 + b_1 \cdot X + b_2 \cdot X^2 + b_3 \cdot X^3 + b_4 \cdot X^4 + b_5 \cdot X^5$$

где $P(X)$ – уменьшение выхода крупной деловой древесины, %;

b_i – коэффициенты полиномиальной модели;

X – выход крупной деловой древесины для неповрежденного насаждения, %.

Потери в выходе средней деловой древесины определяются с использованием уравнения

$$P(Z_1, Z_2) = b_0 + b_1 \cdot Z_1 + b_2 \cdot Z_2$$

где $P(Z_1, Z_2)$ – уменьшение выхода средней деловой древесины, %;

b_i – коэффициенты полиномиальной модели;

Z_1 – выход средней деловой древесины для неповрежденного древостоя, %;

Z_2 – отношение выхода мелкой деловой древесины к средней деловой древесине для неповрежденного древостоя, %;

Уменьшение выхода мелкой деловой древесины определяется через соответствующие значения потерь в выходе общего объема, крупной и средней деловой древесины по формуле

$$P(M) = P(D) - P(X) - P(Z_1, Z_2)$$

где $P(M)$ – уменьшение выхода мелкой деловой древесины, %;

$P(X)$ – уменьшение выхода крупной деловой древесины, %;

$P(Z_1, Z_2)$ – уменьшение выхода средней деловой древесины, %;

$P(D)$ – уменьшение выхода общего объема деловой древесины.

Вследствие буреломных повреждений часть деловой древесины переходит в дрова и отходы, в связи с чем объем этих категорий увеличивается. Увеличение выхода дровяной древесины определяется на основе полиномиального уравнения пятой степени в зависимости от среднего диаметра древостоя.

Увеличение выхода отходов вследствие буреломных повреждений определяется как разность между процентом уменьшения выхода всей деловой древесины и процентом увеличения выхода дровяной древесины

$$P(O) = P(D) - P(D_d)$$

где $P(O)$ – увеличение выхода отходов, %;

$P(D)$ – уменьшение выхода общего объема деловой древесины, %;

$P(D_d)$ – увеличение выхода дровяной древесины, %

Коэффициенты созданных моделей зависят от древесного вида и класса товарности.

Выход категорий крупности деловой древесины до повреждения определяется на основе данных товарных таблиц [6], также преобразованных в математические модели путем аппроксимации полиномиальными уравнениями 4–5 степени. Коэффициент детерминации при этом достаточно высок и для деловой древесины составляет 0,832–0,993.

При ресурсной оценке лесных насаждений, имеющих комбинированный ветровально-буреломный тип повреждения, определяется процентное соотношение буреломных и ветровальных повреждений на данном участке, после чего рассчитываются коэффициенты, корректирующие процент потерь деловой древесины в зависимости от степени представленности того или иного типа повреждения.

С целью автоматизации расчетов по ресурсной оценке поврежденных лесных насаждений разработан соответствующий вычислительный алгоритм и специализированный программный модуль на платформе ГИС *MapInfo Professional* с использованием специализированного языка программирования данной геоинформационной системы *MapBasic*. Для использования информации из поведельной базы данных таксационных описаний лесных насаждений в формате

MsAccess созданы соответствующие запросы. Результаты вычислений записываются в базу данных, а также могут экспортироваться в *MsExcel* для вывода на печать.

В результате работы созданного программного обеспечения формируются следующие документы:

– тематические карты поврежденных лесных участков как на уровне лесного хозяйства, так и на уровне лесничеств;

– ведомости распределения площадей и запасов поврежденных лесных участков по типам повреждений;

– поквартальные и повыдельные ведомости оценки площадей и запасов деловой древесины на поврежденных лесных участках по группам пород;

– поквартальные и повыдельные ведомости оценки площадей и запасов деловой древесины на поврежденных лесных участках с распределением по древесным породам.

Опытная проверка разработанной технологии и программного комплекса проводилась на поврежденных участках лесных насаждений Червенского и Березинского лесхозов на основе использования материалов космической съемки системы *ALOS*. Следует отметить, что отклонения по выходу отдельных категорий деловой древесины достигают 15–25 % по сравнению с данными, полученными лесхозами в результате разработок ветровальных и буреломных лесосек. Таким образом, разработанную технологию и

программный комплекс можно использовать для обнаружения ветровальных и буреломных лесных насаждений, очагов их массовых усыханий, оперативного создания планово-картографических материалов, а также проведения предварительной ресурсной оценки поврежденных лесных насаждений.

Библиографический список

1. Цай, С.С. Оценка текущих изменений в лесном фонде на основе разновременных материалов космической съемки / С.С. Цай, М.А. Ильючик, С.В. Ковалевский // Труды БГТУ. – Сер. Лесное хоз-во. – 2010. – Вып. XVIII. – С. 8–10.
2. Ильючик, М.А. Предварительная ресурсная оценка поврежденных лесных насаждений на основе данных дистанционного зондирования и ГИС-технологий / М.А. Ильючик, С.С. Цай // Труды БГТУ. – Сер. Лесн. хоз-во. – Минск, 2011. – № 1 (139) – С. 26–29.
3. Кравцов, С.Л. Обработка изображений дистанционного зондирования Земли (анализ методов) / С.Л. Кравцов. – Минск: ОИПИ НАН Беларуси, 2008. – 256 с.
4. Лурье, И.К. Теория и практика цифровой обработки изображений / И.К. Лурье, А.Г. Косиков // Дистанционное зондирование и географические информационные системы. – М.: Научный мир, 2003. – 168 с.
5. Пушкин, А.А. Автоматизация тематического дешифрирования земель лесного фонда по материалам космической съемки / А.А. Пушкин // Труды БГТУ. – Сер. Лесн. хоз-во. – Минск, 2011. – № 1 (139) – С. 48–52.
6. Нормативные материалы для таксации лесов Белорусской ССР / под общ. ред. В. Ф. Багинского. – М.: ЦБНТИ, 1984. – 308 с.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЕЛИ ПОД ПОЛОГОМ КУЛЬТУР СОСНЫ НА СУГЛИНИСТЫХ ПОЧВАХ В ЦЕНТРЕ РУССКОЙ РАВНИНЫ

М.В. РУБЦОВ, *проф.*, зав. лабораторией Института лесоведения РАН, д-р с.-х. наук,
Ю.Б. ГЛАЗУНОВ, *научный сотрудник* Института лесоведения РАН, канд. с.-х. наук,
Д.К. НИКОЛАЕВ, *научный сотрудник* Института лесоведения РАН

root@ilan.ras.ru

Создание культур сосны в типичных для ели условиях произрастания имеет давнюю историю. Такие культуры во второй половине XIX в. создавал выдающийся лесовод К.Ф. Тюрмер в Поречье (Можайской р-н, Московской обл.). Они создаются и в насто-

ящее время. Целесообразность производства культур сосны в типичных для ели условиях произрастания связана с решением ряда задач: обоснованием главной породы, состава и структуры древостоя, возможности использования естественного возобновления пород

для формирования оптимального состава насаждений. В сущности, первые две задачи были решены многолетними исследованиями культур К.Ф. Тюрмера, которые проводятся в Поречье с 1969 г. по настоящее время [1, 2]. Установлено, что в условиях C_3 по устойчивости культуры сосны превосходят культуры ели. Созданные чистые еловые культуры имели неудовлетворительное состояние к 80–100 гг., в то время как культуры с преобладанием в составе сосны сохранились до 150-летнего возраста, имеют нормальное состояние и высокую производительность, класс бонитета Ia и полноту 0,8. Оптимальный состав таких культур в 80 лет – 7–8С 2–3Е. В 120–130-летних сосново-еловых культурах со 2-м ярусом ели запас древостоя достигал $645 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ [2].

Смешанные и сложные насаждения имеют большую производительность по сравнению с чистыми одноярусными. Они более устойчивы к воздействию неблагоприятных факторов среды, для них характерно большее видовое разнообразие растительности и фауны [3, 4]. В древостоях сосны (*Pinus silvestris* L.) ель (*Picea abies* L.), формируя 2-й ярус, не только повышает общий запас, но также выполняет функцию «подгона» для сосны и способствует очищению ее от сучьев. Преимущества смешанных сосново-еловых насаждений перед чистыми настолько очевидны, что, начиная со второй половины XIX века, производились опыты по созданию подпологовых культур ели и других теневыносливых пород в чистых сосняках. Эти опыты показали, что в высокопроизводительных условиях произрастания создание 2-го яруса ели, запас которого к возрасту спелости сосняка был тем больше, чем меньше была разница в возрасте между ними [5–7], является экономически выгодным.

В высокопроизводительных условиях произрастания ель восстанавливается под пологом культур сосны. Естественное восстановление сосны не происходит. Основным лимитирующим фактором среды является свет. Конкуренцией за этот ресурс обусловлена восстановительно-возрастная динамика популяции ели в культурах сосны и последующее изменение структуры древостоя в целом. Относительно высокое плодородие почвы позво-

ляет совместно произрастать светолюбивым и теневыносливым древесным видам. Ель осваивает в основном подпологовое пространство, образуя 2-й ярус в древостое. При этом под пологом древостоя освещенность может быть очень мала [6–8]. Однако для нормального роста ели в возрасте 7–8 лет достаточно 10–15 %, а в большем возрасте – 20–30 % полной освещенности открытого пространства [5, 6, 8, 9].

Естественное возобновление ели обусловлено освещенностью, изменяющейся в фазы возрастного развития культур сосны, а также динамикой сомкнутости популяции ели в период ее формирования. Фаза смыкания культур завершается в 10-летнем возрасте. Высокая сомкнутость полога сохраняется примерно до 15–20 летнего возраста сосняка. В этот период может появляться большое количество всходов ели. Однако значительная часть их отмирает под пологом сомкнутого древостоя. В фазе изреживания культур повышается освещенность под пологом сосняка, что способствует возобновлению ели [10, 11].

Вопросу целесообразности использования естественного восстановления популяции ели для создания сосново-еловых древостоев не уделялось должного внимания. Во многом это обусловлено слабой изученностью восстановительно-возрастной динамики ели под пологом культур сосны.

Цель нашей работы – изучить естественное восстановление популяции ели под пологом культур сосны (65–85 лет) в типичных для ели условиях произрастания.

Исследования проводились в Поречском лесничестве Можайского района Московской области в культурах сосны, созданных в 1924 и 1937 гг., на 2-х постоянных пробных площадях (ПП) 1ГЛ и 2Н площадью 0,63 и 0,54 га соответственно. Культуры созданы рядовой посадкой семян сосны с расстояниями между рядами 2 м и между сеянцами 1 м. Густота посадки – 5 тыс. экз. $\cdot \text{га}^{-1}$. Почвы на объектах среднеподзолистые среднесуглинистые. Коренной тип леса – ельник кисличный, условия произрастания – C_3 . На каждой ПП были выполнены по 2 перечета с интервалом в 10 лет. Биологический возраст сосны на момент проведения этих перечетов составлял 64 и 74 г. – на ПП 2Н и 74 и

Таксационные характеристики насаждений на пробных площадях

№ ПП	А сосны, лет	Ярус	Состав, %	N, экз.·га ⁻¹	D, см	H, м	M, м ³ ·га ⁻¹	
2Н	64	1	97С	609	27,9	27,1	491	
			3Е	13	32,6	26,7	13	
			ед. Б	2	38,2	27,0	3	
		2	98Е	867	10,7	10,8	44	
			2Б	20	11,2	16,0	1	
	74	1	Пдр	100Е	1623	3,6	3,4	2
			96С	485	30,9	30,7	526	
			3Е	11	30,0	34,8	15	
		2	1Б	2	31,6	39,8	4	
			99Е	769	14,7	13,3	91	
1ГЛ	74	1	1Б	11	14,0	18,5	1	
			Пдр	100Е	463	3,8	3,9	1
			91С	539	27,9	27,4	438	
		2	9Б	34	37,3	25,6	41	
			ед. Е	3	30,4	26,3	3	
	84	1	92Е	1121	10,8	11,1	61	
			8Б	16	23,1	17,5	5	
			Пдр	100Е	816	5,1	3,9	1
		2	95С	446	35,2	31,7	543	
			5Б	16	46,4	27,0	31	
		ед. Е	2	39,8	32,2	4		
			93Е	918	13,6	15,9	125	
		Пдр	7Б	15	29,0	22,6	10	
	933					135		
			100Е	137	5,7	4,2	0	

84 г. – на ПП 1ГЛ. При перерчетах у всех деревьев измеряли диаметр, высоту, протяженность крон и картировали их взаимное расположение. Деревья ели учитывали с высоты 0,1 м, у деревьев высотой меньше 1,5 м измеряли диаметр у шейки корня. На ПП 1ГЛ при первом перерчете измеряли проекции крон, рассчитывали объемы пространства, занятого кронами деревьев. Для ретроспективного изучения восстановления еловой популяции на пробных площадях была установлена возрастная структура ели. На каждой ПП выделяли участки площадью около 0,2 га, где бурением у основания ствола (строго в сердцевину) определяли возраст каждой ели. Площадь этих участков определялась таким образом, чтобы на каждом из них было не менее 200 деревьев ели. На ПП 1ГЛ в возрасте культур 74 года были взяты среднее модельное дерево сосны и 22 модельных дерева ели для изучения хода роста.

В древостое выделены ярусы (подъярусы) с использованием нормативов высоты,

принятых в лесной таксации. Ко 2-му ярусу относили деревья, высота которых составляла 25–80 % средней высоты 1-го яруса древостоя, образованного в основном (91–97 %) сосной. К подросту относили деревья, имеющие меньшую высоту, чем деревья 2-го яруса, но не ниже 0,1 м.

Первый ярус древостоев представлен высокополнотным (0,8) сосняком Ia класса бонитета с примесью березы (*Betula pendula* Roth.) и ели (табл. 1). В составе 1-го яруса встречается (2–3 %) ель предварительной генерации. Возраст ее в год создания культур сосны был равен 2–6 годам. Во 2-м ярусе и подросте – ель, возобновившаяся под пологом сосняков. Преобладает ель, образующая 2-й ярус в древостоях. Доля ее в общей численности популяции ели составляет 62 и 87 % соответственно в 74-х и 84-летних сосняках на ПП 2Н и 1ГЛ. В культурах сосны этого возраста стволовой запас 2-го яруса ели составляет 13–22 % от запаса 1-го яруса древостоя.

Амплитуда высоты деревьев в возрастных группах ели

Возрастные группы ели, лет	ПП 2Н, возраст сосны – 74 года				ПП 1ГЛ, возраст сосны – 84 года			
	число деревьев, %	высота ели, м			число деревьев, %	высота ели, м		
		экстремальная	амплитуда	средняя		экстремальная	амплитуда	средняя
11–15	0,5	1,2	0,0	1,2	0,0			
16–20	0,5	0,8	0,0	0,8	0,5	1,2	0,0	0,2
21–25	0,0	–	–	–	0,5	2,1	0,0	2,1
26–30	1,0	0,8–2,9	2,1	1,8	2,4	1,1–2,5	1,4	2,0
31–35	3,4	1,3–4,3	3,0	2,9	1,4	1,2–3,5	2,3	2,2
36–40	2,9	1,3–15,4	14,1	6,8	1,9	3,5–6,9	3,4	5,3
41–45	8,3	2,8–16,7	13,9	6,1	2,9	1,2–16,7	15,5	7,4
46–50	15,2	2,1–20,9	18,8	9,4	8,7	4,6–17,2	12,6	9,2
51–55	23,0	4,9–20,1	15,2	11,6	22,7	6,1–20,7	14,6	13,2
56–60	19,2	4,4–18,2	13,8	12,5	31,4	7,1–23,8	16,7	14,2
61–65	12,3	6,1–20,7	14,6	14,1	20,4	7,8–24,2	16,4	15,4
66–70	8,8	9,4–22,2	12,8	15,3	5,3	13,1–21,8	8,7	16,3
71–75	3,9	16,7–21,0	4,3	19,0	1,4	12,1–18,0	5,9	14,6
76–80	(1,0)*	(18,6–25,1)	(6,5)	(21,9)	0,5	18,1	0,0	18,1
Итого	100	0,8–25,1	24,3	11,4	100	1,1–24,2	23,1	13,0

Примечание: * в скобках ель предварительной генерации

По лесоустроительным материалам прежних ревизионных периодов установлено, что в культурах сосны проводились рубки ухода: в возрасте культур 24 года – на ПП 2Н, в возрасте 39 лет – на ПП 1ГЛ, с выборкой по запасу первого яруса 15 %. Отметим, что в зоне относительно интенсивного лесного хозяйства рубки ухода проводились практически во всех лесных культурах.

В анализе возрастной структуры еловой популяции использовали распределение численности деревьев по биологическому (Ае) и относительному (А^ое) возрасту ели. Последний равен разнице между возрастом сосны (Ас) и возрастом особи ели, сохранившейся на момент учета деревьев на ПП. Показатель А^ое позволяет в ретроспективе установить возраст культур сосны, в которых появилась ель. Этот возраст (А^ое) определяет период возобновления ели (ПВ) с года создания лесных культур до появления всходов.

В 74-х и 84-летних сосняках в популяции ели преобладают особи в возрасте соответственно 46–65 лет (70 %) и 51–65 лет (75 %) (табл. 2). Период возобновления их (с года создания культур сосны) равен 9–28 и 19–23 годам. На обеих ПП ель, появившаяся в

первые 10 лет после создания культур, представлена незначительно. Также незначительно (до 10 %) представлена ель, появившаяся в культурах старше 35 лет.

В распределении численности ели по периодам возобновления четко выражен пик: в 74-летних культурах он соответствует 22 годам, а в 84-летних – 30 годам (рис. 1). В сохранившейся на момент перечета деревьев еловой популяции значительно преобладает ель, появившаяся до рубок ухода: на ПП 2Н – 75 % и 1ГЛ – 90 %. На ПП 2Н уход был проведен в 24-летних культурах, что способствовало возобновлению ели: около 25 % численности сохранившейся популяции представлено елью, появившейся после прореживания, чем обусловлено постепенное снижение численности (рис. 1). На ПП 1ГЛ прореживание было проведено в 39-летних культурах, то есть после наиболее интенсивного естественного изреживания сосняка. Ель, появившаяся после этой рубки, представлена незначительно: около 10 % в общей численности сохранившейся популяции. Отмеченные особенности возрастной структуры ели определяют очень большой диапазон ее возраста (10–80 лет), который обусловлен разным периодом возобновления

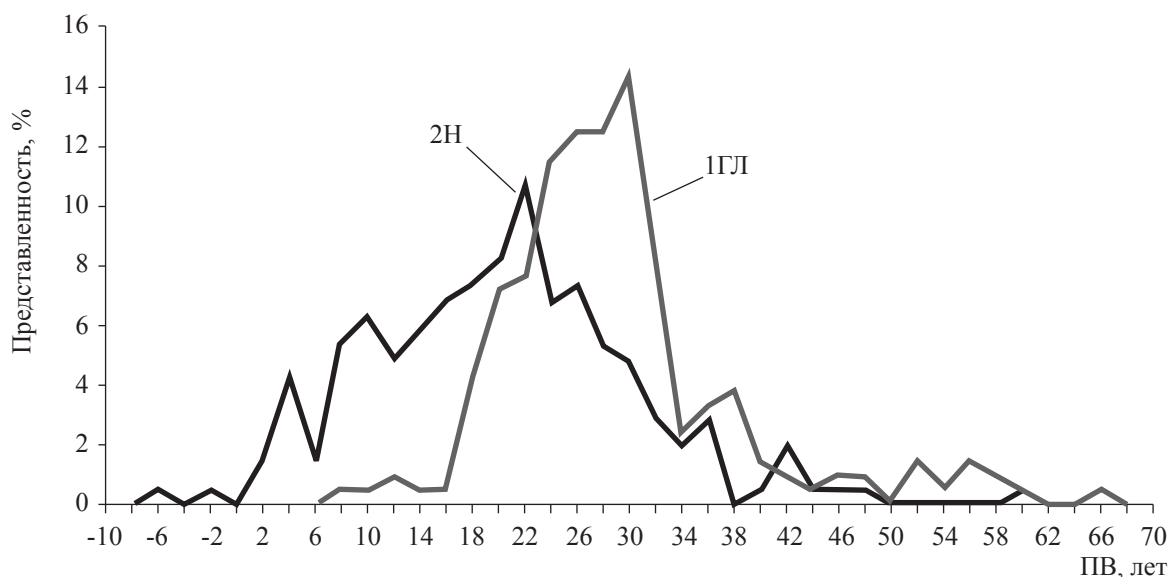


Рис. 1. Распределение численности ели по периодам возобновления (ПВ) в 74-х (ПП 2Н) и 84-летних (ПП 1ГЛ) культурах сосны. Отрицательными значениями ПВ обозначена ель предварительного возобновления

ели в процессе формирования древостоя. Это определяется пространственной и временной неравномерностью изреживания популяций сосны и ели, а также участием березы в составе древостоя. В результате локально создаются микроусловия, в которых ель находится в разных стадиях развития: возобновления, формирования подроста или второго яруса. Этим обусловлена гетерогенность пространственной и вертикальной структур древостоя.

За 10-летний период между двумя переписями на ПП отмечено значительное снижение численности ели (табл. 1). В целом отпад деревьев ели составлял 1,26 тыс.экз.·га⁻¹, или 50 % – на ПП 2Н и 0,88 тыс.экз.·га⁻¹, или 45 % – на ПП 1ГЛ. При этом значительно преобладающая часть отмерших деревьев была сосредоточена в подросте – соответственно 92 % и 77 %. Более интенсивный отпад ели за 10-летний период на ПП 2Н обусловлен большой плотностью популяции ели в начале этого периода (2,5 тыс.экз.·га⁻¹) и преобладанием в ней (65 %) подроста.

Наиболее интенсивный отпад деревьев в подросте происходит в период формирования 2-го яруса в древостое. В связи с этим был проведен анализ выживаемости ели за последний 10-летний период на ПП в зависимости от относительной высоты ее ($H_{отн}$). Она определялась отношением абсолютной высоты деревьев

к средней высоте ели во 2-м ярусе древостоя. С увеличением $H_{отн}$ выживаемость ели повышается (рис. 2). Так, при $H_{отн}$ меньше 0,4 (ей соответствовала высота 6 м – на ПП 2Н и 7,5 м – на ПП 1ГЛ) за последний 10-летний период выживаемость ели была меньше 50 %. При $H_{отн}$ больше 0,7 выживаемость ели за этот период превышала 90 %. Гибель отдельных лидирующих деревьев, как правило, была обусловлена падением (ветровалом) деревьев сосны. Некоторый всплеск выживаемости ели с относительной высотой 0,1–0,2 на ПП 1ГЛ обусловлен возобновлением ели следующей генерации, возраст которой составлял 16–35 лет. Однако выживаемость этой ели была ниже 50 %. В 70–80-летних культурах сосны создаются условия для появления ели следующей генерации. Размещение ее имеет куртинный характер.

На рост ели влияет период возобновления ее (ПВ) под пологом культур сосны. Характер этого влияния отражает ход роста модельных деревьев, взятых в 74-летних культурах сосны на ПП 1ГЛ. Модельные деревья были сгруппированы по ПВ: 5 лет, 25, 35 и 45 лет с года создания культур. Ель с ПВ 5 лет в популяции представлена незначительно. Она появилась в период смыкания культур сосны, до массового возобновления ели. Этим обусловлен наиболее интенсивный рост ели с периодом возобновления 5 лет. В 74-летнем со-

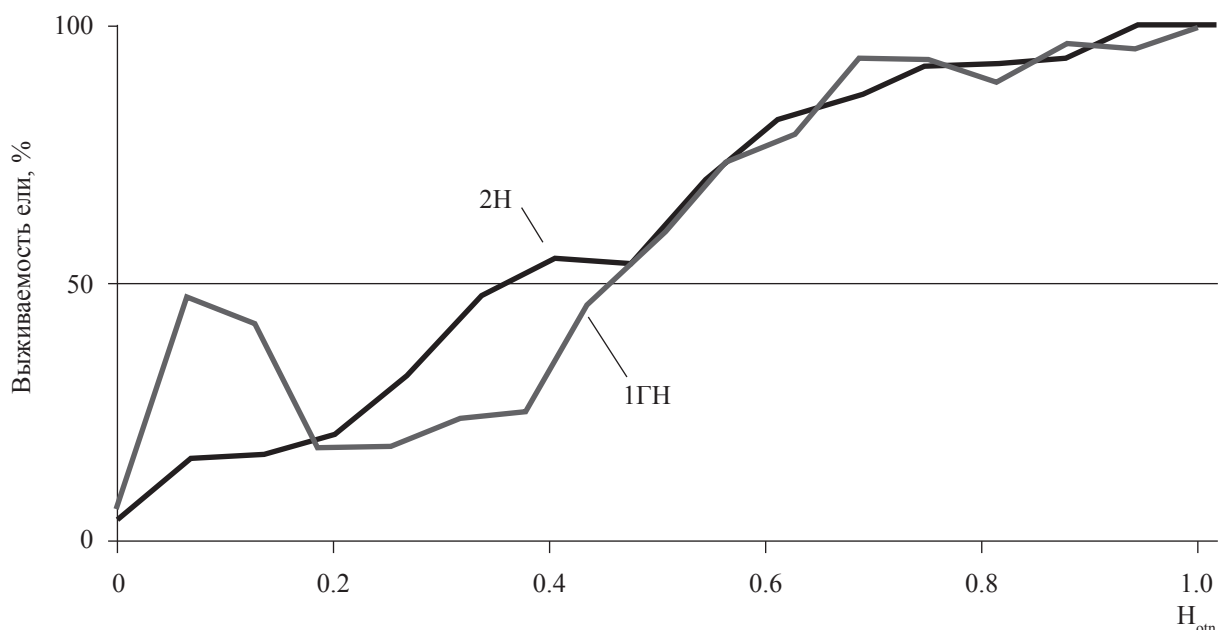


Рис. 2. Выживаемость деревьев ели за последний 10-летний период в связи с их относительной высотой (H_{om}) в 74-х (ПП 2Н) и 84-летних (ПП 1ГЛ) культурах сосны

сняке ее высота составляла 21 м и была на 6,4 м (23 %) меньше средней высоты сосны в 1-м ярусе древостоя (рис. 3). Максимальный текущий прирост у ели с ПВ 5 лет был в 45–50-летнем возрасте (табл. 3). Возраст сосны (A_c) в этот период – 50–55 лет. Ель с периодом возобновления 25 лет, как правило, лидирует во 2-м ярусе древостоя. Ее высота в 74-летнем сосняке составляла 12,7 м и была на 8,3 м (40 %) меньше высоты ели с ПВ 5 лет. Максимальный прирост в высоту ели с ПВ 25 лет был в 45–50 лет в 70–74-летнем сосняке. На рост ели с периодом возобновления 35 лет оказывает влияние полог сосны и ели, появившейся раньше. Максимальный прирост ели с ПВ 35 лет меньше и наступает раньше (в 30–35 лет), чем у ели с периодом возобновления 5 и 25 лет. В 74-летних культурах высота ели с ПВ 35 лет составляла 8,5 м, что на 4,2 м (33 %) меньше высоты ели с ПВ 25 лет. Ель, появившаяся через 45 лет после создания культур сосны, оказывается в худших световых условиях, так как затеняется многими деревьями ели, возобновившимися раньше. Этим определяется очень слабый рост ели с ПВ 45 лет в течение длительного периода. Максимальный прирост этой ели очень мал ($4 \text{ см} \cdot \text{год}^{-1}$) и наступает уже в 15–20 лет (табл. 3). Высота ее в 74-летнем сосняке достигала в среднем всего 1,2 м и была на 7,3 м

(86 %) меньше высоты ели с ПВ 35 лет (рис. 3). Отметим, что здесь мы приводим средние данные по отдельным модельным деревьям, чтобы показать характер влияния ПВ ели на ее рост. Естественно, что рост ели характеризуется одинаковым периодом возобновления, но в разных локальных условиях освещенности может изменяться. Это особенно характерно для ели, подселившейся в период наиболее интенсивного изреживания культур сосны в 20–45-летнем возрасте.

Популяция ели характеризуется значительной дифференциацией высоты деревьев. В 74-х (ПП 2Н) и 84-летних (ПП 1ГЛ) культурах сосны амплитуда высоты ели равна соответственно 24 и 23 м при средней высоте 11 и 13 м (табл. 2). Наибольшая дифференциация деревьев по высоте отмечена в возрастном диапазоне ели 35–70 лет, в котором амплитуда высоты составляла 19,5 м (ПП 2Н). Период возобновления этой ели составлял 15–40 лет. На высотное распределение ели оказало влияние изреживание, проведенное в 24-летнем сосняке, после которого подселилась ель. В 84-летних культурах, где уход был проведен с опозданием (в 39 лет), высотное распределение ели имело следующие особенности. Наибольшая дифференциация деревьев по высоте была в возрастном диапазоне 40–65 лет, в котором амплитуда высоты состав-

Текущий среднепериодический прирост в высоту (Zh) ели с разным периодом ее возобновления (ПВ) под пологом 74-летних культур сосны (по модельным деревьям)

A_c , *лет	Zh (см·год ⁻¹), при ПВ, лет				A_c , *лет	Zh (см·год ⁻¹), при ПВ, лет			
	5	25	35	45		5	25	35	45
10	4,0	–	–	–	45	31,8	18,6	6,2	–
15	4,6	–	–	–	50	34,9	22,5	13,9	2,4
20	6,9	–	–	–	55	34,7	25,6	21,1	3,6
25	10,3	–	–	–	60	31,2	28,1	25,4	4,4
30	14,8	1,1	–	–	65	25,7	30,0	25,6	4,7
35	20,4	7,7	–	–	70	19,6	31,4	25,4	3,3
40	26,5	13,7	2,0	–	74	14,1	32,3	24,0	2,5

Примечание: * A_c – возраст сосны

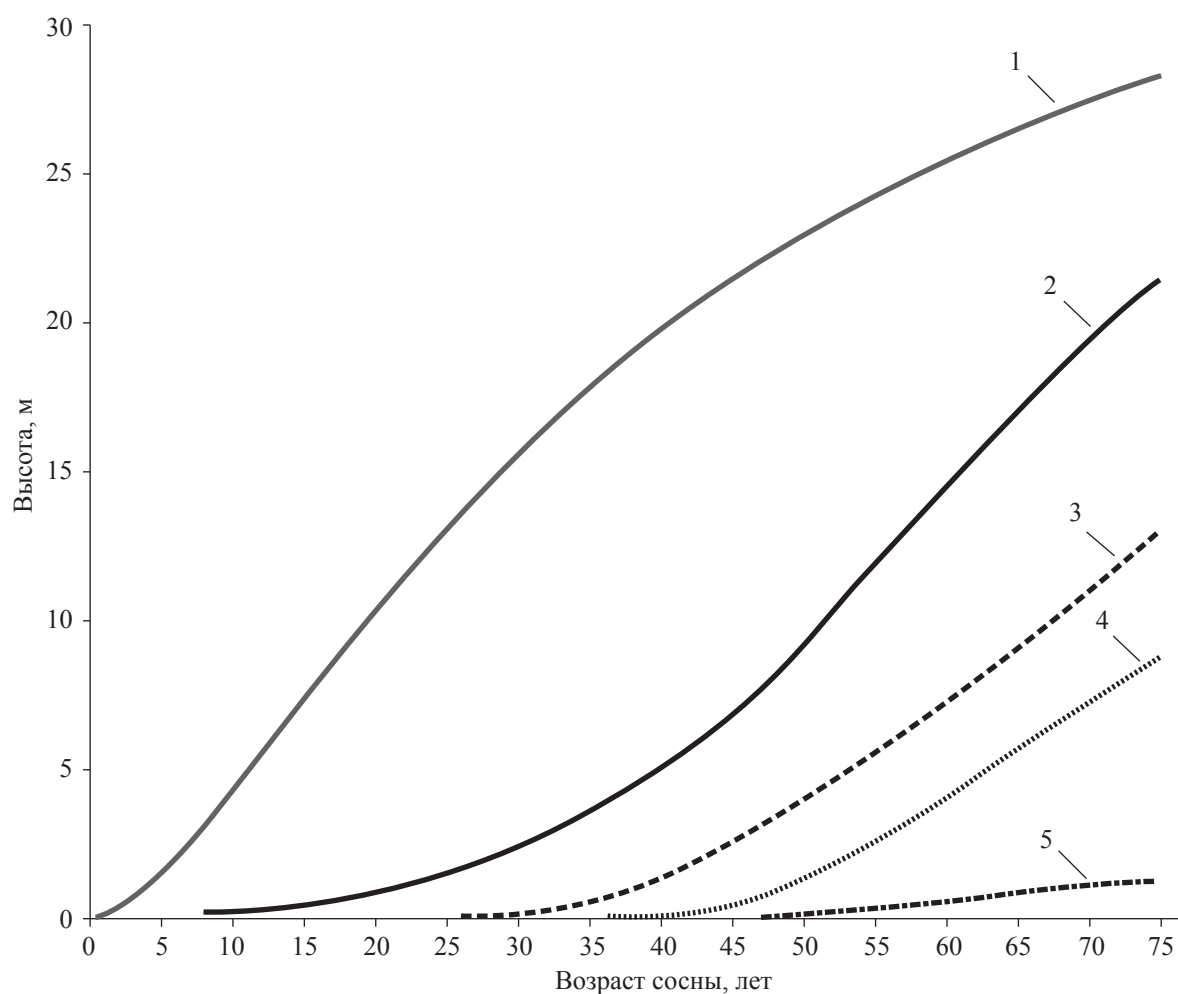


Рис. 3. Совместный рост в высоту культур сосны (1) и ели, с периодом возобновления 5 лет (2), 25 (3), 35 (4) и 45 (5) лет после создания культур (по модельным деревьям)

ляла 23 м. Период возобновления этой ели равен примерно 20–45 годам. В этот период в древостоях сосны и ели происходило интенсивное естественное изреживание. Как в 74-х, так и в 84-летних культурах сосны в высотном распределении ели по 5-летним возрастным группам

отмечена следующая закономерность (табл. 2). В широком возрастном диапазоне ели в каждой 5-летней группе имеются деревья с одинаковой высотой. Так, в 74-летних культурах сосны в возрастном диапазоне ели 35–65 лет деревья с высотой 6–15 м представлены во всех 5-летних

группах. Аналогичное отмечено и в 84-летних культурах сосны: в возрастном диапазоне ели 40–65 лет деревья с высотой 7–16 м представлены во всех 5-летних группах. При этом период возобновления ели изменялся в пределах 20–45 лет. Таким образом, ель, возобновившаяся под пологом 20–45-летних сосняков и сохранившаяся в 84-летних культурах сосны, может иметь одинаковую высоту при разном возрасте деревьев. Объясняется это тем, что рост каждой особи ели существенно определяется локальными условиями (прежде всего, световым режимом), в которых дерево произрастает. Ель, появившаяся раньше, но в худших условиях, растет медленнее, чем ель, появившаяся позже в лучших условиях. Приведенные данные объясняют относительно невысокую тесноту связи высоты с возрастом ели ($r^2 = 0,46-0,49$).

Режим затенения, создаваемый деревьями, определяется размерами и структурой их кроны. В 74-летних культурах сосны на ПП 1ГЛ был рассчитан объем пространства, занятого кронами (V_k). Расчет производили по формуле конуса, основание которого равно площади проекции кроны, а высота – ее протяженности. Значение V_k в зависимости от высоты деревьев определяется функцией $V_k = (0,815 + 0,079h^{1,5})^2$, $r^2 = 0,70$. В популяции ели наиболее представлены деревья, имеющие высоту 4–12 м. Однако максимальный суммарный объем пространства, занятого кронами, имеют деревья высотой 10–16 м. В целом, 30 % наиболее высоких деревьев ели имели суммарный V_k около 71 %. Эти деревья лучше освещены и, вместе с тем, их кроны создают максимальное затенение деревьев, имеющих меньшую высоту.

Для определения степени затенения деревьев на различной высоте был рассчитан суммарный V_k ели для слоев толщиной 1 м на различной высоте от поверхности почвы и относительный объем пространства, занятого кронами, для каждого слоя (V_k^{om} , %) равный отношению V_k к объему слоя. Под пологом 74-летних культур сосны кроны ели наиболее плотно размещены на высоте от 4 до 8 м от поверхности почвы. На этой высоте значения V_k составляют от 21 до 32 % от объема каждого слоя толщиной 1 м. В относительном выражении наибольшая представленность кроны деревьев ели наблюда-

ется на высоте, равной 0,4–0,7 средней высоты деревьев ели второго яруса (рис. 4). Здесь расположены основания кроны значительной части лидирующих деревьев ели, которые имеют наибольшие значения V_k .

Условия освещенности под пологом в значительной степени определяются наклоном падением солнечного света [12, 13]. В районе исследований максимальная высота стояния солнца над горизонтом равна $57,7^\circ$ в астрономический полдень в день летнего солнцестояния. При этом площадь тени, которую отбрасывает крона дерева, может более чем в 2 раза превышать площадь проекции кроны. На ПП 1ГЛ расчетная площадь тени составила в среднем 1,45 от площади проекции кроны деревьев при максимальной высоте стояния солнца. В другое время это соотношение увеличивается пропорционально уменьшению угла стояния солнца над горизонтом. Таким образом, на высоте, равной 0,4–0,7 средней высоты второго яруса ели, образуется экран, под который прямой солнечный свет почти не проникает. Деревья, имеющие меньшую высоту, освещаются преимущественно рассеянным и диффузным светом, прошедшим через кроны сосны и лидирующих деревьев ели. По данным Ю.Л. Цельникер, подросту ели для выживания в течение длительного периода достаточно 5–7 % освещенности от

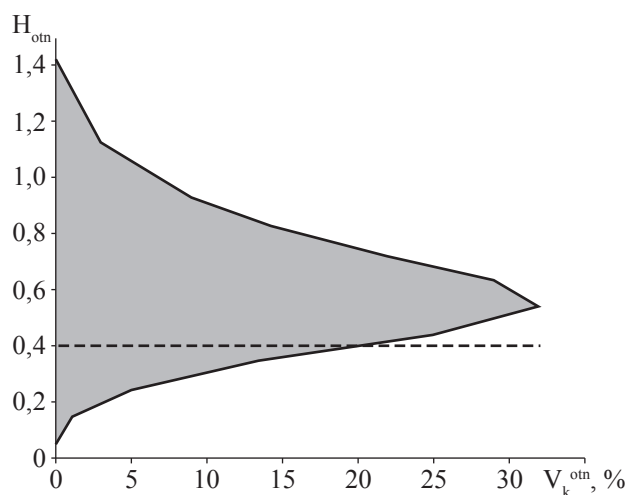


Рис. 4. Распределение объема пространства (V_k^{om}), занятого кронами ели, по относительной высоте деревьев (H_{om}) под пологом 74-летних культур сосны (ПП 1ГЛ). Линией отмечена $H_{om} 0,4$, соответствующая 50 % выживаемости ели за 10-летний период между переучетами деревьев

уровня открытого пространства. Даже при освещенности 1–2 % продолжительность жизни скелетных ветвей 1-го и 2-го порядка может достигать 13–15 лет [9, 14]. Однако такой освещенности не хватает для нормального роста дерева, вследствие чего большая часть отставших в росте елей обречена на постепенное отмирание. Вероятность выжить и вырасти для таких деревьев появляется только в результате изменения локальных условий освещенности, вызванных гибелью сосны или относительно высоких деревьев ели во 2-м ярусе древостоя.

Выводы

1. В культурах сосны, созданных в условиях C_3 , успешно восстанавливается ель. Формирование ее популяции обусловлено в основном елью, возобновившейся в период интенсивного изреживания древостоя сосны в возрасте 20–40 лет.

2. Ускорить восстановление ели можно своевременным проведением рубок ухода в культурах сосны. Их первый прием целесообразно проводить в 15–20-летних сосняках, что будет способствовать повышению роста сосны и возобновлению ели.

3. Выживаемость и рост ели определяются периодом ее возобновления с года создания культур и локальными условиями, в основном световым режимом, которые создаются в результате неоднородного изреживания полога сосны и ели.

4. Под пологом культур сосны световой режим существенно обусловлен объемом пространства, занятого кронами ели. В 70–80-летних культурах насыщенность этого пространства кронами елей особенно велика на относительной высоте, равной 0,4–0,7 средней высоты ели во втором ярусе древостоя.

5. При нормальном развитии процесса восстановления еловой популяции под пологом 80-летних культур сосны формируется 2-й еловый ярус, стволовой запас которого составляет 20–25 % от запаса 1-го яруса. В типичных для ели условиях произрастания (C_3) по устойчивости и производительности сосново-еловые насаждения превосходят чистые культуры ели.

6. Целесообразность использования естественного восстановления ели для созда-

ния сосново-еловых насаждений в условиях C_3 должна обосновываться с учетом целевого назначения лесов, установленных возрастов рубки, возможности создания культур и проведения рубок ухода в соответствии с установленными правилами.

Библиографический список

1. Рубцов, М.В. Лесные культуры К.Ф. Тюрмера / М.В. Рубцов, М.Д. Мерзленко. – М.: ЦБНТИлсхоз, 1975. – 42 с.
2. Рубцов, М.В. Уникальный лесокультурный опыт Поречья / М.В. Рубцов, Д.К. Николаев, Ю.Б. Глазунов. – М.: ВНИИЦлесресурс, 1997. – Вып. 9. – 42 с.
3. Носова, Л.М. Особенности видового и структурного разнообразия искусственных насаждений сосны на суглинистых дерново-подзолистых почвах / Л.М. Носова // Известия АН. Серия биологическая. – 2001. – № 4. – С. 492–498.
4. Тимофеев, В.П. Второй ярус как условие повышения устойчивости и продуктивности сосновых насаждений / В.П. Тимофеев // Лесное хозяйство, 1974. – № 2.
5. Великотный, А.А. Рост и формирование елового яруса под пологом сосновых древостоев / А.А. Великотный // Повышение продуктивности лесов лесоводственными приемами: кн., 1977. – С. 94–111.
6. Градецкас, А.И. Повышение продуктивности сосновых насаждений / А.И. Градецкас // Лесное хоз-во. – 1970. – № 1. – С. 22–29.
7. Градецкас, А.И. Создание второго яруса из ели и других теневыносливых пород в сосняках / А.И. Градецкас // Тр. ЛитНИИЛХ. Вильнюс, 1970. – Т. 13. – С. 5–21.
8. Алексеев, В.А. Световой режим леса / В.А. Алексеев. – Л.: Наука, 1975. – 228 с.
9. Цельникер, Ю.Л. Физиологические основы теневыносливости древесных растений / Ю.Л. Цельникер. – М.: Наука, 1978. – 215 с.
10. Николаев, Д.К. Динамика возобновления ели в культурах сосны / Д.К. Николаев, А.И. Гурцев, М.В. Рубцов // Лесоведение. – 1997. № 6. – С. 30–36.
11. Рубцов, М.В. Формирование естественных ельников под пологом культур сосны на суглинистых почвах / М.В. Рубцов, Ю.Б. Глазунов, Ю.Г. Львов // Лесоведение. – 1999. № 3. – С. 30–37.
12. Лебедев, С.В. Динамическая модель разновозрастного многовидового лесного ценоза: моделирование светового режима под пологом / С.В. Лебедев, С.И. Чумаченко // Науч. труды МГУЛ, 2002. – Вып. 318. – С. 111–118.
13. Николаев, Д.К. Влияние неоднородности верхнего полога культур сосны на пространственную структуру подроста ели / Д.К. Николаев // Лесоведение. – 2001. – № 3. – С. 31–37.
14. Цельникер, Ю.Л. Влияние интенсивности света на параметры структуры кроны ели / Ю.Л. Цельникер // Лесоведение. – 1995. – № 5. – С. 73–78.

СЕМЕНОШЕНИЕ ЕЛИ ПОД ПОЛОГОМ ЮЖНОТАЕЖНЫХ БЕРЕЗНЯКОВ

Н.А. РЫБАКОВА, *с. н. с. Института лесоведения РАН, канд. с.-х. наук,*
М.В. РУБЦОВ, *проф., зав. лабораторией Института лесоведения РАН, д-р с.-х. наук*

root@ilan.ras.ru

Семеношение хвойных пород в таежных лесах европейской части России рассматривается во многих работах. Наиболее обстоятельные ранние исследования были проведены до 1975 г. [1–5]. Обзор их дан в [6]. Выполненные исследования были направлены на оценку семеношения деревьев в хвойных древостоях для прогноза урожая семян и планирования сбора шишек. В связи с этим изучение семеношения ели под пологом производных мелколиственных древостоев не являлось задачей исследований. Постановка такой задачи актуальна при изучении восстановительной сукцессии на вырубках. Семеношение ели под пологом мелколиственных древостоев является важным фактором, влияющим на возобновление ели. Это особенно выражено в период изреживания еловой популяции.

Задача наших исследований – определить особенности семеношения ели под пологом березняков в связи с трансформацией структуры популяции ели в разные возрастные стадии древостоев березы. Такая постановка задачи не встречалась нам в опубликованных работах.

В Институте лесоведения РАН проводятся многолетние стационарные исследования совместной динамики южнотаежных производных древостоев березы и восстанавливающейся в них популяции ели (*Picea abies* L.). На серии постоянных пробных площадей в режиме мониторинга выполняется комплекс наблюдений, позволяющий выявить закономерности динамики видового состава и структуры ярусов фитоценозов за период до начала распада древостоев березы (120 лет).

Семеношение подпологовой ели изучали на 14-ти постоянных пробных площадях (ПП), заложенных в южнотаежных березняках кислочно-черничной группы типов леса. В годы учета семеношения возраст их был ра-

вен 51–105 лет [7]. Березняки возникли после рубки древостоев ели без сохранения подростка и развиваются спонтанно без влияния антропогенных и катастрофических природных факторов. На ПП проведено картирование и измерены параметры всех деревьев начиная с высоты 0,1 м, определены их возраст и принадлежность к ярусам (подъярусам) древостоя. Ко 2-му ярусу относили деревья, высота которых превышала 6 м и составляла не более 80 % высоты 1-го яруса древостоя, образованного березой. К подросту относили деревья высотой 0,1–6,0 м.

У всех елей измеряли протяженность кроны (L_k), определяли площадь ее горизонтальной проекции (S_k) и рассчитывали (по L_k и S_k) объем пространства, занятого кроной (V_k). Определяли период возобновления ели (ПВ), равный разнице между средним возрастом березы в 1-м ярусе древостоя и возрастом особи ели.

В составе 1-го яруса древостоев преобладает (86–92 %) береза (*Betula pendula* Roth.), незначительно (8–14 %) представлена осина (*Populus tremula* L.). Древостои высокопроизводительные, класс бонитета – Ia, полнота – 0,8. В возрасте 55–95 лет средняя высота березняков изменялась от 24,3 до 28,9 м, средний диаметр – от 19,3 до 30,4 см, запас стволовой древесины – от 232 до 296 м³·га⁻¹.

По возрасту березы в 1-м ярусе древостоя пробные площади были объединены в 4 возрастные группы: 1) 50–60 лет (B_{50-60}), 2) 70–75 (B_{70-75}), 3) 80–85 (B_{80-85}) и 4) 90–105 лет (B_{90-105}). Каждая группа объединяет 3 – 4 ПП. Первая и вторая группы относятся к одной стадии возрастного развития березняков (50–75 лет), особенностью которой является снижение темпов изреживания и роста древостоя березы после возраста количественной спелости березняка. Третья и четвертая группы характеризуют следующую возраст-

тную стадию березняков, основным признаком которой является слабое изреживание и рост древостоя березы. Для каждой стадии возрастного развития березняка характерна определенная структура еловой популяции, которая, как показано ниже, влияет на семеношение ели.

На каждой ПП выполнено картирование парцеллярной структуры фитоценоза. Использовались теоретические положения о горизонтальном строении лесных биогеоценозов Н.В. Дылиса [8]. Парцеллы выделяли по структурным особенностям всех ярусов фитоценоза. Основанием для выделения парцелл в древостое являлись различия в следующих признаках: ярусности (1-й или 2-й ярусы, подрост), составе (виды доминанты) и сомкнутости полога ярусов (сомкнутый – более 0,5, несомкнутый – 0,5 и меньше). По сходству строения древостоя парцеллы объединены в группы: береза в 1-м ярусе древостоя – с единичными деревьями ели под пологом (B_1), с несомкнутым (B_1-E_n) и сомкнутым (B_1-E_{cn}) еловым подростом, со 2-м ярусом ели (B_1-E_2).

На пробных площадях учитывали все семеносящие деревья ели. На каждом дереве визуально определяли число шишек по градации: 1–10 шт., 11–50, 51–100 и так далее.

Анализ семеношения подпологовой ели приводится по данным учета в августе 2007 г., который в районе исследований был урожайным (семенным). По нашим данным, в 2007 г. у отдельных деревьев ели, растущих свободно (без влияния верхнего полога древостоя), насчитывалось до 350 шишек. По шкале А.А. Молчанова такое семеношение деревьев ели оценивается высшим баллом [2]. В анализе приводится сравнение семеношения подпологовой ели в урожайный 2007 г. с 2011 г. Последний можно назвать годом с умеренным семеношением ели. В 2011 г. у отдельных деревьев ели, растущих свободно, насчитывалось до 200 шишек.

Анализ семеношения ели приводится по возрастным группам березняков с учетом представленности в них групп парцелл.

Рассмотрим особенности семеношения ели в связи со структурой еловой популяции в березняках разного возраста.

Образование первого поколения ели происходит в период интенсивного изреживания 10–50-летнего березняка. Неоднородность изреживания древостоя березы определяет гетерогенность экологических условий (в основном светового режима) и, как следствие, разный период возобновления ели и особенности формирования структуры ее популяции. Этим объясняется широкий спектр парцелл в 50–60-летних березняках (табл. 1). В них преобладает подрост ели. В урожайный 2007 г. в подросте ель не семеновала. Вместе с тем в парцеллах с преобладанием сомкнутого подроста (B_1-E_{cn}) начинается дифференциация деревьев. Лидирующие по высоте деревья «выходят» во 2-й ярус древостоя, на более высокие из них начинают семеносить. Этим обусловлено семеношение отдельных деревьев в парцеллах B_1-E_{cn} . Естественно, что в парцеллах со 2-м ярусом ели (B_1-E_2) семеносящих деревьев всегда больше, чем в B_1-E_{cn} . Однако начало и темпы формирования 2-го елового яруса различны, что влияет на структуру популяции ели и соответственно на семеношение деревьев. Так, на двух ПП (3 и 8) в 2007 г. ель не семеновала, в то время как на ПП 13 были семеносящие деревья. Последнее объясняется тем, что на ПП 13 дифференциация деревьев началась раньше, чем на ПП 3 и 8. Это способствовало образованию одной парцеллы B_1-E_2 и выходу ели, лидирующей в сомкнутом подросте, во 2-й ярус. Преобладающая часть (61 %) семеносящих деревьев была в парцелле B_1-E_2 (табл. 1).

В целом на ПП в 50–60-летних березняках численность семеносящих елей в 2007 г. была очень мала, в среднем 18 экз. · га⁻¹, или 2 % от общего количества деревьев 2-го яруса (табл. 2). Отметим, что по сравнению с урожайным 2007 г., в 2011 г. представленность семеносящих елей в общей численности деревьев 2-го яруса была меньше 1 %. Возрастной диапазон семеносящих деревьев составлял 41–70 лет при среднем возрасте их 55 лет. В числе семеносящих деревьев преобладает ель, возобновившаяся в первые 15 лет после заселения вырубкой березой. Ранний период возобновления ели определяет вероятность лидерства ее в популяции и соответс-

Представленность групп парцелл и распределение по ним числа семеносящих деревьев в березняках разного возраста (2007 г.)

B _A , лет*	Группы парцелл**			
	B ₁	B ₁ -E _{II}	B ₁ -E _{СП}	B ₁ -E ₂
B ₅₁₋₆₀	$\frac{20}{0}$	$\frac{32}{0}$	$\frac{27}{39}$	$\frac{21}{61}$
B ₇₁₋₇₅	$\frac{2}{4}$	$\frac{19}{4}$	$\frac{23}{13}$	$\frac{56}{79}$
B ₈₁₋₈₅	–	–	–	$\frac{100}{100}$
B ₉₁₋₁₀₅	$\frac{2}{0}$	$\frac{2}{0}$	–	$\frac{96}{100}$

Примечание: * B_A – возрастная группа березняков, ** числитель – представленность групп парцелл в площади ПП, %; знаменатель – распределение числа семеносящих деревьев ели по группам парцелл, %

Количество и возраст семеносящих деревьев ели под пологом березняков (2007 г.)

№ ПП	Возраст березы, лет	Ярус	Количество деревьев ели, экз·га ⁻¹	в том числе количество семеносящих деревьев ели								средний возраст, лет
				итого		в возрасте, лет (%)						
				экз·га ⁻¹	%	41–50	51–60	61–70	71–80	81–90	91–100	
Березняки в возрасте 50–60 лет (B ₅₀₋₆₀)												
3	51	2	576	0	–	–	–	–	–	–	–	–
13	55	2	998	56	5,6	1,1	3,4	(1,1)	–	–	–	55
8	60	2	960	0	–	–	–	–	–	–	–	–
Средн.	55	2	845	18	2,1	0,4	1,3	(0,4)	–	–	–	55
Березняки в возрасте 70–75 лет (B ₇₀₋₇₅)												
24	75	2	1010	55	5,4	–	3,7	1,7	–	–	–	58
5	72	2	1328	48	3,6	–	–	1,2	(1,2)*	(1,2)*	–	77
6	75	2	1088	160	14,7	4,4	1,5	2,9	5,9	–	–	62
2	75	2	800	144	18,0	–	6,0	6,0	6,0	–	–	69
Средн.	74	2	1056	102	9,6	1,1	2,4	2,7	2,6 (0,4)*	(0,4)*	–	66
Березняки в возрасте 80–85 лет (B ₈₀₋₈₅)												
7	81	2	1232	64	5,2	–	–	–	3,9	(1,3)*	–	79
10	86	2	1555	32	2,0	–	–	–	2,0	–	–	77
11	83	2	1316	64	4,8	–	–	–	2,4	2,4	–	80
12	86	2	1288	96	7,4	–	–	–	1,2	6,2	–	84
Средн.	84	2	1348	64	4,7	–	–	–	2,4	2,0 (0,3)*	–	80
Березняки в возрасте 90–105 лет (B ₉₀₋₁₀₅)												
19	91	2	801	216	27,0	–	–	–	16,5	10,5	–	79
18	91	2	906	183	20,2	–	–	–	5,4	14,8	–	85
17	105	1	54	54	100,0	–	–	–	11,1	66,7	22,2	90
		2	580	170	29,3	–	–	–	10,5	16,2	2,6	84
Средн.	96	1	18	18	100,0	–	–	–	11,1	66,7	22,2	90
		2	762	190	24,9	–	–	–	10,6	13,6	0,7	83

Примечание: * в скобках – ель предварительной генерации, случайно сохранившаяся после рубки ельников

Количество шишек на деревьях ели разного возраста в урожайный 2007 г.

Возраст ели, лет	Количество шишек, итого*	в т.ч. на деревьях с числом шишек, шт.				
		1–10	11–50	51–100	101–150	151–200
Березняки в возрасте 50–60 лет (Б _{50–60})						
41–50	0,02 / 7	0,02 / 7	–	–	–	–
51–60	0,08 / 7	0,08 / 7	–	–	–	–
61–70	(0,03 / 7)**	(0,03 / 7)**	–	–	–	–
Итого	0,13 / 7	0,13 / 7	–	–	–	–
Березняки в возрасте 70–75 лет (Б _{70–75})						
41–50	0,11 / 9	0,03 / 10	0,08 / 9	–	–	–
51–60	0,31 / 12	0,15 / 12	0,11 / 12	0,05 / 12	–	–
61–70	0,32 / 11	0,19 / 11	0,13 / 11	–	–	–
71–80	0,29 / 9	0,25 / 9	0,04 / 10	–	–	–
81–90	(0,07 / 18)**	(0,07 / 18)**	–	–	–	–
Итого	1,10 / 11	0,69 / 11	0,36 / 10	0,05 / 12	–	–
Березняки в возрасте 80–85 лет (Б _{80–85})						
71–80	0,33 / 10	0,11 / 10	0,22 / 10	–	–	–
81–90	0,33 / 10	0,29 / 10	0,04 / 10	–	–	–
Итого	0,66 / 10	0,40 / 10	0,26 / 10	–	–	–
Березняки в возрасте 80–85 лет (Б _{90–105})						
71–80	1,49 / 18	0,82 / 18	0,67 / 18	–	–	–
81–90	2,08 / 18	1,09 / 18	0,83 / 18	0,07 / 18	0,07 / 18	0,02 / 20
91–100	0,15 / 17	–	0,15 / 17	–	–	–
Итого	3,72 / 18	1,91 / 18	1,65 / 18	0,07 / 18	0,07 / 18	0,02 / 20

Примечание: * количество шишек: числитель – тыс. шт·га⁻¹, знаменатель – в среднем на одном дереве, шт., ** в скобках – ель предварительной генерации

твенно начало семеношения. Вместе с тем на пробных площадях в 50–60-летних березняках семеношение ели в урожайный в регионе 2007 г. было очень слабым: число шишек составляло в среднем 0,13 тыс.·га⁻¹, или всего 7 шишек на одном дереве на га, независимо от возраста ели (табл. 3). Это обусловлено тем, что в 50–60-летних березняках только начинается формирование 2-го яруса и семеношение ели.

В 70–75-летних березняках преобладают (56 %) парцеллы со 2-м ярусом ели, что определяет сосредоточение в них около 80 % семеносящих деревьев (табл. 1). Однако формирование 2-го елового яруса в древостое еще не завершилось, и группа парцелл Б₁–Е₂ на этих пробных площадях представлена различно. Это определяет разное количество семеносящих елей на ПП, которое в урожайный 2007 г. изменялось в пределах 48–160 экз.·га⁻¹ при средней численности 102 экз.·га⁻¹ (табл. 2). Представленность семеносящих деревьев ели в общей численности 2-го яруса на

ПП была различной (3,6 – 18 %) и в среднем составляла 9,6 %. Для сравнения отметим, что в 2011 г. доля семеносящих елей в общем количестве деревьев 2-го яруса в среднем составляла 2 %, то есть была почти в 5 раз меньше, чем в урожайный 2007 г. В 70–75-летних березняках по сравнению с 50–60-летними значительно (в среднем в 5,5 раз) больше численность семеносящих елей и доля их во 2-м ярусе древостоя. В целом на ПП семеносящие деревья представлены в основном елью последующей генерации (99 %), возобновившейся под пологом березняков. Исключением является ПП 5, где в общей (сравнительно малой) численности семеносящих деревьев преобладала ель предварительной генерации. Возрастной диапазон семеносящей ели очень широкий (41–85 лет) при среднем возрасте 66 лет (табл.2). Преобладает (80 %) ель последующей генерации в возрасте 51–75 лет, возобновившаяся в первые 25 лет после заселения вырубке березой. На ПП в 70–75 летних березняках в урожайный 2007 г. на деревьях ели

Средние характеристики семеносящих деревьев ели в березняках разного возраста (числитель – семеносящие, знаменатель – несеменосящие деревья ели)

Возрастные группы березняков	Ярус	Возраст ели, лет	Высота ели		Параметры крон ели					
			H, м	K _h *	протяженность		площадь горизонтальной проекции		объем пространства с кроной	
					L _k , м	Kl _k **	S _k , м ²	Ks _k **	V _k , м ³	Kv _k **
Б ₅₀₋₆₀	2	$\frac{55}{45}$	$\frac{11,5}{7,8}$	1,5	$\frac{7,9}{4,9}$	1,6	$\frac{10,4}{5,6}$	1,8	$\frac{27,4}{10,8}$	2,5
Б ₇₀₋₇₅	2	$\frac{66}{54}$	$\frac{15,2}{10,5}$	1,4	$\frac{11,0}{6,1}$	1,8	$\frac{12,7}{6,0}$	2,1	$\frac{46,8}{12,4}$	3,8
Б ₈₀₋₈₅	2	$\frac{80}{67}$	$\frac{15,4}{11,4}$	1,4	$\frac{8,3}{5,4}$	1,5	$\frac{7,3}{4,4}$	1,6	$\frac{20,4}{9,1}$	2,2
Б ₉₀₋₁₀₅	1	$\frac{90}{0}$	$\frac{23,8}{-}$	-	$\frac{14,2}{-}$	-	$\frac{10,6}{-}$	-	$\frac{50,4}{-}$	-
	2	$\frac{84}{73}$	$\frac{17,2}{12,9}$	1,3	$\frac{9,4}{6,2}$	1,5	$\frac{6,6}{4,4}$	1,5	$\frac{23,0}{10,2}$	2,2

Примечание: * K_h – коэффициент отношения высоты семеносящих деревьев к высоте несеменосящих деревьев ели; ** Kl_k, Ks_k, Kv_k – соответственно коэффициенты отношений протяженности, площади горизонтальной проекции и объема крон семеносящих деревьев к соответствующим параметрам несеменосящих деревьев ели

2-го яруса было в среднем 1,1 тыс. шишек на 1 га (табл.3).

Однако на значительной части (63 %) этих деревьев число шишек не превышало 10 шт. У 41–80-летних елей число шишек на одном дереве изменялось незначительно: от 9 до 12 шт. Лишь у 81–90-летних елей предварительной генерации было в среднем 18 шт. шишек в среднем на одном дереве. В 70–75-летних березняках по сравнению с 50–60-летними в 2007 г. число шишек на 1 га было в 8,5 раза больше. Однако это обусловлено не повышением урожайности деревьев, а увеличением числа семеносящих елей. В целом семеношение ели было слабым. Шишки размещались в наиболее освещенной части крон, у вершины деревьев.

В 80–85-летних березняках завершается формирование 2-го яруса ели в древостое. Густота его достигает максимального значения – в среднем 1,35 тыс.экз.га⁻¹. Горизонтальная структура фитоценоза определяется только группой парцелл Б₁–Е₂ (табл. 1). Большая густота (плотность) 2-го елового яруса обуславливает снижение семеношения ели. На пробных площадях в 80–85-летних березняках по сравнению с 70–75-летними численность семеносящих елей в 2007 г. была в 1,5 раза меньше: 64 экз.га⁻¹, или только около 5 % от общего количества деревьев ели 2-го яруса (табл.2).

Возрастной диапазон семеносящих деревьев ели был также меньше: 71–85 лет, при среднем возрасте 80 лет. Семеновала ель с ранним периодом возобновления от 6 до 15 лет после заселения вырубке березой. В урожайный для (региона) 2007 г. семеношение ели под пологом 80–85-летних березняков было слабым. На ПП количество шишек составляло в среднем 0,66 тыс.экз.га⁻¹ или только 10 шт.на одном дереве (табл.3). В 80–85-летних березняках в подпологовой популяции ели складываются напряженные конкурентные отношения. Основным лимитирующим фактором является световой режим. Причиной тому – слабое изреживание древостоя березы и большая густота 2-го яруса ели. Это предопределяет изреживание популяции ели.

В 90–105-летних березняках происходит интенсивное изреживание 2-го яруса ели. Численность деревьев в нем уменьшается в среднем примерно на 40 % до 0,76 тыс. экз. га⁻¹ по сравнению с соответствующим показателем в 80–85-летних березняках (табл.2). В березняках старше 100 лет ель, лидирующая во 2 ярусе, «выходит» в первый ярус древостоя березы. Численность ее мала и на ПП 17 составляла примерно 50 экз. га⁻¹, или 8,5 % от общего количества деревьев ели в 1-м и 2-м ярусах. В 2007 г. вся ель в 1-м ярусе семеноси-

ла. Во 2-м ярусе древостоя численность семеносящих елей в среднем (на ПП) составляла 190 экз. га⁻¹, или 25 % (табл.2). Для сравнения отметим, что в 2011 г. доля семеносящих елей в общем количестве деревьев 1-го и 2-го ярусов уменьшилась до 5 %. Изреживание еловой популяции активизировало семеношение ели. В 90–105-летних березняках по сравнению с 80–85-летними в 2007 г. численность семеносящих елей в среднем была в 3 раза больше. Возрастной диапазон семеносящих елей составлял 71–100 лет при среднем возрасте их в 1-м ярусе 90 лет и во 2-м – 83 года. Преобладает ель в возрасте 71–90 лет, возобновившаяся в первые 20 лет после заселения вырубке березой. В 90–105-летних березняках по сравнению с 80–85-летними в 2007 г. численность шишек ели была в 5,5 раз больше и в среднем на ПП составляла 3,7 тыс. экз. га⁻¹ (табл.3). Однако средняя численность шишек на дереве составляла всего 18 шт. и не зависела от возраста ели. По шкале А.А. Молчанова [2], при таком среднем количестве шишек на дереве семеношение ели оценивается низшим баллом. В 90–105-летних березняках, как и в 80–85-летних, общая численность шишек в подпологовой популяции ели обусловлена не повышением урожайности деревьев, а увеличением количества семеносящих елей.

В популяции семеносят деревья, лидирующие во 2-м ярусе древостоя, находящиеся в лучших условиях освещенности. Возраст их превышает возраст несемеющих деревьев в среднем на 10–13 лет (табл. 4). Семеносящая ель, как правило, имеет более ранний период возобновления. По средней высоте они в 1,3–1,5 раза превосходят несемеющие деревья. Разница между высотами семеносящих елей в 1-м и 2-м ярусах древостоя в среднем составляет 6,6 м, или 28 %. У семеносящих елей лучше развиты кроны. По средним параметрам крон они значительно превосходят несемеющие деревья ели (табл.4). Эти различия особенно заметны в период формирования 2-го яруса ели в березняках в возрасте до 75 лет.

Выводы

1. Под пологом южнотаежных березняков (кислично-черничных), спонтанно

формирующихся на вырубках, семеносит ель в возрасте старше 40 лет, лидирующая во 2-м ярусе древостоя.

2. Семеношение ели обусловлено особенностями формирования 2-го елового яруса в березняках разного возраста. В парцеллах с сомкнутым подростом ели семеносят отдельные деревья, «вышедшие» во 2-й ярус. Количество семеносящих елей значительно возрастает в парцеллах со 2-м еловым ярусом. Представленность этих парцелл в березняках определяет численность и амплитуду возраста семеносящих деревьев ели. В 70–75-летних березняках отмечен наиболее широкий возрастной диапазон семеносящих елей последующей (подпологовой) генерации: 41–75 лет, при среднем возрасте 65 лет. В них еще есть парцеллы с сомкнутым еловым подростом. В 80–105-летних березняках представлены парцеллы со 2-м еловым ярусом. Монопарцеллярность обуславливает сравнительно небольшую амплитуду возраста семеносящей ели (20 лет). Семеносит ель, возобновившаяся в первые 20 лет после заселения вырубке березой. Относительно ранний период возобновления ели определяет высокую вероятность ее лидерства в популяции и начало семеношения.

3. Семеношение ели в значительной мере определяется густотой 2-го елового яруса, изменяющейся в березняках разного возраста. В процессе формирования 2-го яруса в 50–75-летних березняках численность семеносящих елей и общее количество шишек на них увеличиваются. При этом урожайность деревьев остается низкой. В семенной (в регионе) 2007 г. среднее количество шишек на дереве не превышало 11 шт. В 80–85-летних березняках формирование 2-го яруса завершается образованием густого древостоя ели. Последнее обуславливает снижение показателей семеношения ели. Интенсивное изреживание 2-го елового яруса в 90–105-летних березняках активизирует семеношение ели. В этот период численность семеносящих елей и общее количество шишек на них значительно увеличивается. Вместе с тем урожайность деревьев остается низкой. В 2007 г. в среднем на дереве было 18 шишек независимо от воз-

раста семеносящих елей. Общая численность шишек в подпологовой популяции ели обусловлена не повышением урожайности деревьев, а увеличением количества семеносящих елей.

4. В урожайный (в регионе) год семеношение ели под пологом березняков слабое. В неурожайные годы оно значительно снижается и не может существенно влиять на возобновление ели в березняках.

Библиографический список

1. Алексеев, С.В. Плодоношение сосновых и еловых насаждений Севера / С.В. Алексеев, А.А. Молчанов // Лесное хозяйство. – 1938. – № 2.
2. Молчанов, А.А. География плодоношения главных древесных пород СССР / А.А. Молчанов. – М.: Наука, 1967. – 103 с.
3. Усков, С.П. К вопросу плодоношения еловых древостоев / С.П. Усков // Труды Ин-та леса. – М.-Л., 1962. – Т. 53. – С.3–25.
4. Пастухова, П.Н. Плодоношение сосны и ели в лесах Архангельской области / П.Н. Пастухова // Вопросы таежного лесоводства на Европейском Севере, 1967. – С.87–100.
5. Барабин, А.И. Прогнозирование и учет урожая семян в ельниках Архангельской области: дисс... канд. с.-х. наук / А.И. Барабин. – Архангельск: АЛТИ, 1974. – 20 с.
6. Львов, П.Н. Лесообразовательные процессы и их регулирование на Европейском Севере / П.Н. Львов, Л.Ф. Ипатов, АА. Плохов. – М.: Лесная пром-ть, 1980. – 112 с.
7. Рубцов, М.В. Восстановительно-возрастная динамика популяции ели под пологом южно-таежных березняков при демулационном процессе. / М.В.Рубцов, А.А. Дерюгин // Продукционный процесс и структура лесных биогеоценозов: теория и эксперимент (Памяти А.И.Уткина). – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2009. – С. 206–228.
8. Дылис, Н.В. Структура лесного биогеоценоза / Н.В. Дылис // Комаровские чтения. – М.: Наука, 1969. – XXI. – 55 с.

КАЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЕКОРАТИВНОЙ ДРЕВЕСИНЫ КЛЕНА-ЯВОРА (*ACER PSEUDOPLATANUS L.*) И ЯСЕНЯ ОБЫКНОВЕННОГО (*FRAXINUS EXCELSIOR L.*)

И.Н. СОПУШИНСКИЙ, доц. каф. ботаники, древесиноведения и недревесных ресурсов леса НЛТУ Украины, канд. с.-х. наук,

П.Г. МЕЛЬНИК, доц. каф. лесоводства и подсочки леса МГУЛ, канд. с.-х. наук

sopushynskyy@yahoo.com, melnik_petr@bk.ru

В последние десятилетия теоретические и практические вопросы повышения продуктивности лесов в контексте непрерывного и комплексного использования потенциала лесосырьевых ресурсов остаются актуальными для лесохозяйственного комплекса [1–4, 9, 14]. При этом определяющим является переход интенсивного лесопользования к сохранению биоразнообразия. Исследования в этих направлениях в основном связаны с вопросами, которые касаются повышения общей производительности древостоев. В то же время лесоводственные свойства древесных пород с декоративной стволовой древесиной и их квалиметрия практически не изучались. Это специфическое направление исследований древесного сырья предусматривает разработку критериев оценки качества аномальной

стволовой древесины, которые комплексно охватывают все характеристики дерева и влияют на цепочку образования стоимости изделий из древесины. Под качеством древесного сырья целесообразно понимать его технические и экономические характеристики [5–8, 12, 13]. Использование правильных лесоводственных методов при целевом выращивании древесины обеспечивает повышение технических показателей качества древесины и значительный экономический эффект.

Актуальность оценивания качества декоративной древесины и ее диагностирования обусловлена требованиями современного международного рынка древесины. Возрастающий спрос на декоративную древесину в мире является вызовом для лесного хозяйства в плане эффективного использования декора-

Лесотаксационные показатели пробных площадей

ПП	Квартал/ выдел	ТЛУ, индекс типа леса	Высота н.у.м.	Возраст, лет	Состав насаждения	Средние		Бонитет/ полнота	Запас, м ³ ·га ⁻¹
						Н, м	Д, см		
«Великобerezнянское лесное хозяйство», Лютянское лесничество									
1	30/3	C ₃ -явБк	1120	190	7Бк(190)2Бк(100)1Яв	27	48	II / 0,60	330
2	20/2	C ₃ -явБк	1050	190	6Бк(190)2Бк(110)2Яв	27	52	II / 0,50	270
3	19/1	C ₃ -явБк	1050	200	6Бк(200)2Бк(100)2Яв+П	29	52	II / 0,60	320
4	19/33	D ₃ -пихБк	930	190	7Бк(190)1П1Бк(100)1Яв	31	52	I / 0,50	300
5	15/25 ^с	D ₃ -ел-пихБк	900	100	6Бк3Яв1П	30	32	I ^a / 0,70	350
6	15/36	D ₃ -ел-бкП	850	170	4Бк(170)3Яв2Бк(80)1П	32	56	I / 0,60	320
7	10/7	C ₃ -явБк	1000	170	5Бк(170)2Бк(100)3Яв	27	52	II / 0,70	380
«Винницкое лесное хозяйство», Вороновецкое лесничество									
8	6/3.1	D ₂ -гД	301	82	4Я5Г1Яв+Лп+Кл	28	36	I / 0,70	307
9	86/2	D ₂ -гД	286	87	5Я1Лп1Г1Кл1Яв	29	40	I / 0,71	344
10	4/5.2	D ₂ -гД	295	92	4Я3Г2Бп1Яв	29	42	I / 0,70	315

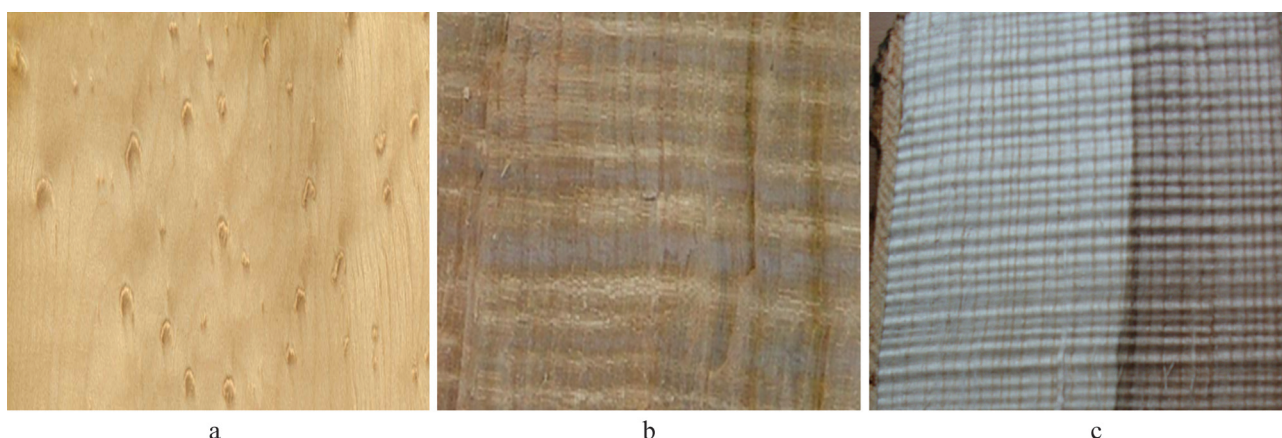


Рис. 1. Морфологические признаки ксилемы ствола клена-явора формы «птичий глаз» (а), клена-явора (b) и ясеня (с) формы «волнисто-свилеватый»

тивной стволовой древесины [2, 4, 10, 11, 15]. Знание ее свойств является определяющим для технологических процессов обработки древесины и производства из нее высококачественных изделий. В частности, декоративную древесину клена-явора формы «птичий глаз», клена-явора и ясеня обыкновенного формы «волнисто-свилеватый» используют для отделки интерьеров помещений, изготовления эксклюзивной мебели, деревянных декоративных вставок для салонов автомобилей, художественных изделий, сувениров. Также чрезвычайно важно традиционное использование волнисто-свилеватой древесины клена-явора для производства музыкальных инструментов. Лесовыращивание ценного декоративного древесного сырья позволит максимально использовать экологический потенциал лесных участков и удовлетворит

рыночный спрос, что обеспечит стабильные финансовые поступления в лесной комплекс [2, 4, 6, 11, 14]. Изучение базовых аспектов оценивания качества декоративной древесины клена-явора (*Acer pseudoplatanus* L.) и ясеня обыкновенного (*Fraxinus excelsior* L.) имеет практическое значение при ведении лесного хозяйства.

Исследования качества декоративной стволовой древесины клена-явора и ясеня проводились в естественных и искусственных насаждениях Карпат и Лесостепи (Украина). Диагностирование деревьев с декоративной стволовой древесиной производилось по морфологическим признакам коры и ксилемы ствола (рис. 1).

Текстура декоративной древесины клена-явора формы «птичий глаз», клена-явора и ясеня формы «волнисто-свилеватой» уни-

Параметрические отличия деревьев с декоративной древесиной, м

Показатели	Минимальное значение	Среднее арифметическое и его ошибка	Максимальное значение	Коэффициент вариации, %	Точность измерений, %
Клен-явор формы «птичий глаз» ¹					
$h'_{жив.вет.}$	6	$10^{\pm 0,22}$	15	20,3	2,1
$h_{жив.вет.}$ (контроль)	10	$15^{\pm 0,16}$	18	10,3	1,1
$l_{дек.древ.}$	4	$9^{\pm 0,31}$	15	32,3	3,4
Клен-явор формы «волнисто-свилеватый» ²					
$h'_{жив.вет.}$	8	$13^{\pm 0,45}$	18	22,1	3,6
$h_{жив.вет.}$ (контроль)	14	$17^{\pm 0,31}$	20	11,0	1,8
$l_{дек.древ.}$	3	$5^{\pm 0,32}$	12	41,1	6,7
Ясень формы «волнисто-свилеватый» ³					
$h'_{жив.вет.}$	8	$12^{\pm 0,41}$	16	19,4	3,4
$h_{жив.вет.}$ (контроль)	15	$17^{\pm 0,23}$	20	7,6	1,3
$l_{дек.древ.}$	0,5	$1,2^{\pm 0,08}$	2,2	41,5	7,2

Примечание: количество проведенных измерений: 1 – 91; 2 – 38; 3 – 33

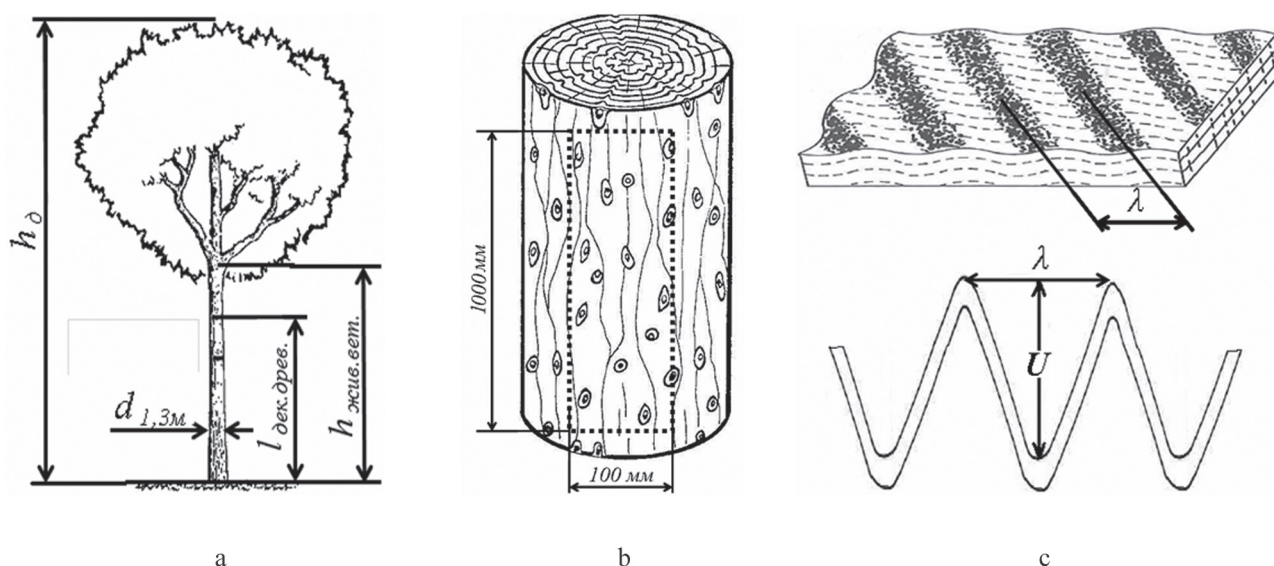


Рис. 2. Биометрические параметры (а) и характеристики ксилемы деревьев с декоративной древесиной ствола клена-явора формы «птичий глаз»(b) и клена-явора и ясеня формы «волнисто-свилеватый» (с)

кальна и практически не поддается искусственному художественному воспроизведению, что существенно определяет ее эстетическую ценность и рыночную стоимость (рис.1). Лесоводственные особенности исследуемых древесных пород свидетельствуют о том, что их качественные свойства древесины, сформированные естественным путем в растущих деревьях, характеризуются широкой палитрой декоративных отличий. При этом изучение влияния комплекса лесохозяйственных и технологических факторов как единого целого на формирование качества декоративной

древесины является чрезвычайно важным в контексте рационального использования и выращивания древесины с заданными свойствами. К основным отличиям исследуемых лесных древесных пород с декоративной древесиной, которые комплексно диагностируют их структуру, внешний вид и физические свойства, целесообразно отнести лесотаксационные показатели насаждений (табл. 1).

Изучением морфологических и биометрических характеристик деревьев клена-явора и ясеня с декоративной и с прямолокнистой (контроль) древесиной охвачены

такие диагностические признаки, как возраст дерева (A), диаметр ствола на высоте 1,3 м ($d_{1,3м}$), диаметр глазка ($d_{гл.}$), высота дерева (h_d), высота ствола до первой живой ветви кроны с декоративной древесиной ($h'_{жив.вет.}$), высота ствола до первой живой ветви кроны с прямоволокнистой древесиной ($h_{жив.вет.}$), длина стволовой декоративной древесины ($l_{дек.древ.}$), количество глазков в $0,1 \text{ м}^2$ ($N_{гл.}$). Для характеристики макроструктуры волнисто-свилеватой древесины клена-явора и ясеня среднюю ширину (λ) и глубину (U) волны древесных волокон определяли на образцах размером 100×100 мм, изготовленных путем раскалывания или распиливания и шлифования в радиальной плоскости (рис. 2).

Изучение морфологических отличий деревьев проводилось для двух его частей – ствола и кроны. Исследования количества глазков на единицу площади на ксилеме ствола клена-явора проводились с четырех сторон света на высоте 1,3 м. Для этого снимали мертвую кору площадью $0,1 \text{ м}^2$ (рис. 2). Снятие мертвой корки проводили осторожно, чтобы не повредить живой луб. На его фоне видны черные включения в местах, где в древесине размещены аномальные сердцевинные лучи, образующие глазки.

Основными морфологическими признаками лесных деревьев являются высота, диаметр и длина бессучковой зоны ствола, определяющие количество товарной древесины и ценных сортиментов. Возникновение новых морфологических признаков у древесных растений связано с дифференциацией деревьев в лесу, естественным изреживанием и естественным отбором, что является проявлением положительной селекции в лесных экосистемах. Изменчивость морфологических признаков или свойств древесины у деревьев с аномальным ростом проявляется в определенных экологических нишах. Биометрические исследования клена-явора формы «птичий глаз», клена-явора и ясеня формы «волнисто-свилеватый» в разновозрастных древостоях показывают, что существует четкое различие высоты ствола до первой живой ветви кроны между деревьями с декоративной и с прямоволокнистой структурой древесины (контроль) (табл. 2).

Цифровые данные табл. 2 свидетельствуют о том, что высота стволов до первой живой ветви кроны у клена-явора формы «птичий глаз» меньше на 17–40 % по сравнению с деревьями с прямоволокнистой древесиной. Длина стволовой декоративной древесины варьируется от 4 до 15 м. Заметим, что для деревьев клена-явора «птичий глаз» характерно уменьшение биометрических характеристик по сравнению с деревьями с прямоволокнистой древесиной (контроль). Учитывая вышесказанное, особого внимания заслуживают аналогичные показатели клена-явора формы «волнисто-свилеватый». Результаты исследований свидетельствуют о том, что волнистые образования встречаются на всем протяжении ствола, до скелетных ветвей кроны. Длина стволовой волнисто-свилеватой древесины в деревьях клена-явора варьируется от 3 до 12 м. Следует отметить, что такая длина декоративной древесины соответствует основным требованиям отечественных и международных стандартов относительно номинальной длины кряжей для строгания [12]. Высота ствола до первой живой ветви кроны клена-явора формы «волнисто-свилеватый» на 10–43 % меньше по сравнению с деревьями клена-явора с прямоволокнистой древесиной. Другим примером является ясень с декоративной древесиной, высоты ствола до первой живой ветви кроны на 20–47 % меньше по сравнению с деревьями с прямоволокнистой древесиной. Длина стволовой декоративной древесины лежит в диапазоне от 0,5 до 2,2 м. Таким образом, необходимо отметить, что клен-явор и ясень с декоративной древесиной характеризуются аналогичной параметрической тенденцией по уменьшению высоты ствола до первой живой ветви кроны и достаточной длиной ствола для заготовки кряжей для строгания.

Особого внимания заслуживает аналитический селективный отбор, позволяющий путем интенсивного отбора деревьев с декоративной древесиной выделить их в отдельные экотипы и размножить с целью сохранения формового разнообразия. Изучение взаимосвязей изменения одних признаков одновременно с изменением других свидетельс-

Характеристика аномальных образований

Показатели	Количество измерений	Минимальное значение	Среднее арифметическое и его ошибка	Максимальное значение	Коэффициент вариации, %	Точность измерений, %
Клен-явор формы «птичий глаз»						
$d_{пл.}$, мм	612	3,01	5,60±0,06	8,88	25,8	1,0
$N_{пл.}$, шт.·0,1м ²	40	6	29±2,63	72	58,2	10,9
Клен-явор формы «волнисто-свилеватый»						
λ , мм	300	2,90	7,59±0,10	11,11	23,8	1,4
U , мм	300	0,35	1,87±0,04	3,64	39,1	2,3
Ясень формы «волнисто-свилеватый»						
λ , мм	450	3,25	6,52±0,09	10,83	28,4	1,3
U , мм	300	0,37	1,06±0,02	1,74	30,6	1,8

твует о существовании коррелятивной изменчивости. Параметрические морфологические отличия деревьев с декоративной древесиной являются лесохозяйственным инструментом их селективного отбора с целью выращивания лесных древесных пород с заданными свойствами древесины. Прямым морфологическим признаком ксилемы ствола клена-явора и ясеня с декоративной древесиной является количественная и размерная характеристика аномальных образований (табл. 3).

Характерные углубления на внутренней стороне пластинок коры и ксилемы ствола напоминают конусные образования, диаметр ($d_{пл.}$, мм) которых колеблется от 3 до 9 мм (табл. 3). Иногда эти углубления имеют вид мелких вмятин. Количество глазков на 0,1 м² варьируется от 6 до 72 шт. Необходимо отметить, что преимущественно их количество больше с южной стороны. Как показывают данные табл. 3, среднее значение ширины волнистых образований древесных волокон клена-явора формы «волнисто-свилеватый» составляет 7,59±0,10 мм, а их глубина – 1,87±0,04 мм. Аналогичные показатели для древесины ясеня формы «волнисто-свилеватый» характеризуются меньшими средними значениями – $\lambda = 6,52 \pm 0,09$ мм, а $U = 1,06 \pm 0,02$ мм. Однако заметим, что амплитуда колебания абсолютных значений ширины волны древесных волокон находится примерно в одинаковых пределах, от 3 до 11 мм. Идентичность изучаемых показателей свидетельствует о том, что аномальный рост и развитие древесных видов имеют общую природу происхождения.

Выводы

1. Клен-явор с декоративной древесиной характеризуется меньшей на 10–43 % высотой ствола до первой живой ветви кроны по сравнению с деревьями контроля (прямостволовая древесина). Длина стволовой декоративной древесины клена-явора формы «птичий глаз» колеблется от 4 до 15 м, а у клена-явора формы «волнисто-свилеватой» – от 3 до 12 м. Ясень формы «волнисто-свилеватой» характеризуется на 20–47 % меньшей высотой ствола до первой живой ветви кроны по сравнению с деревьями с прямостволовой древесиной. Максимальная длина стволовой декоративной древесины составляет 2,2 м.

2. Прямыми морфологическим признакам ксилемы стволов клена-явора формы «птичий глаз» являются конусные углубления на внутренней стороне пластинок коры и ксилеме ствола, диаметр которых колеблется от 3 до 9 мм. Среднее количество глазков на 0,1 м² равно 29 шт. Среднее значение ширины волнистых образований древесных волокон клена-явора формы «волнисто-свилеватый» составляет 7,59 мм, а средняя глубина – 1,87 мм; аналогичные показатели для древесины ясеня формы «волнисто-свилеватый» составляют 6,52 мм и 1,06 мм.

3. Морфологические признаки клена-явора и ясеня с декоративной древесиной подчиняются закономерностям, которые являются общими по отношению к рассматриваемым древесным растениям с аномальным

ростом. В их основе лежит единый природный механизм аномальных изменений ствола древесных растений, который проявляется как результат неспецифической ответной реакции отдельных особей в определенных экологических нишах.

Библиографический список

1. Алексеев, И.А. Оценка качества продукции лесной промышленности / И.А. Алексеев, О.И. Полубояринов. – Йошкар-Ола: МарГУ, 1986. – 107 с.
2. Коровин, В.В. Структурные аномалии стебля древесных растений – 3-е изд.: монография / В.В. Коровин, Л.Л. Новицкая, Г.А. Курносов. – М.: МГУЛ, 2003. – 280 с.
3. Корчагов, С.А. Повышение качественной продуктивности насаждений на лесоводственной основе: дисс. ... д-ра с.-х. наук: 06.03.01, 06.03.02 / С.А. Корчагов. – Архангельск, 2010. – 339 с.
4. Любавская, А.Я. Лесная селекция и генетика / А.Я. Любавская. – М.: Лесная пром-сть, 1982. – 288 с.
5. Полубояринов, О.И. Квалиметрия древесного сырья в процессе лесовыращивания: дисс. ... д-ра с.-х. наук: спец. 06.03.03 «Лесоводство» / О.И. Полубояринов. – Л., 1978. – 46 с.
6. Пчелин, В.И. Биологические основы выращивания высококачественной древесины целевого назначения: дисс. ... д-ра с.-х. наук: спец. 06.03.03 «Лесоводение и лесоводство; лесные пожары и борьба с ними» / В.И. Пчелин. – Киев, 1990. – 38 с.
7. Уголев, Б.Н. Древесиноведение и лесное товароведение: учебн. для сред. проф. образов. / Б.Н. Уголев. – 2-е изд., стер. – М.: Изд. центр «Академия», 2006. – 272 с.
8. Barnett, J. Wood quality and its biological basis / J. Barnett, G. Jeronimidis. – Oxford: Blackwell, 2003. – 226 p.
9. Growing valuable broadleaved tree species: COST E42 [Final Report] / Edited by G. Hemery, H. Spiecker, E. Aldinger [et al.]. – Freiburg im Br.: Uni-Freiburg, 2008. – 40 p.
10. Harris, J. M. Spiral Grain and Wave Phenomena in Wood Formation / J. M. Harris // New York: Springer, 1989. – 214 p.
11. Kohl, F. Furnier – Tradition mir Netzwerk und Perspektiven / F. Kohl // Furnier Magazin. – 2009. – P. 32–49.
12. Normen für Holz: DIN-Taschenbuch 31. – [8^{te} Aufl.]. – Berlin: Beuth, 2009. – 604 S.
13. Quality Control for Wood and Wood Products: The first conference COST E 53, 15th -17th October 2007, Warsaw / Edited by M. Grzeškiewicz. – Warsaw: University of Life Sciences, 2007. – 173 p.
14. Valuable broadleaved forests in Europe / H. Spiecker, S. Hein, K. Makkonen-Spiecker, M. Thies. – Leiden: Martinus Nijhoff Publisher, 2009. – 256 p.
15. Zobel, B. J. Wood variation, its causes and control / B. J. Zobel, J.P. van Buijtenen. – New York: Springer, 1989. – 363 p.

СЕМЕННАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ГИБРИДОВ КЕДРА СИБИРСКОГО И КЕДРОВОГО СТЛАНИКА НА СЕВЕРНОМ МАКРОСКЛОНЕ ХРЕБТА ХАМАР-ДАБАН

Г.В. ВАСИЛЬЕВА, научн. сотр. Института мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, канд. биол. наук

galina_biology@mail.ru

Виды р. *Pinus* по-разному проявляют себя в отношении гибридизации. С одной стороны, многие довольно отдаленные виды свободно скрещиваются и образуют фертильные гибриды, с другой стороны, существует много близкородственных пар видов, между которыми существуют непреодолимые барьеры, препятствующие межвидовым скрещиваниям [20]. Кедр сибирский (*Pinus sibirica* Du Tour) и кедровый стланик (*P. pumila* (Pall.) Regel) отличаются высокой генетической изменчивостью и способностью к гибридизации с другими видами сосен. Кедр сибирский успешно скрещивается с филогенетически близким видом, кедром европейским [15]. При контролируемых скрещиваниях можно получить гибридное потомство кедра сибирского и кедра корейского [16, 23]. Кедровый стланик гибридизирует с сосной мелозветковой (*P. parviflora* Sieb. & Zuc.) в Японии [24]. Кроме того, ареал кедрового стланика перекрывается ареалом кедра корейского, и теоретически между этими двумя близкородственными видами также возможна гибридизация с образованием вполне жизнеспособных гибридов [7, 12]. Однако в природе гибридизация между этими видами не наблюдается, в частности, из-за фенологической изоляции [4].

Одна из основных задач в исследовании гибридизации каких-либо видов растений – определить, случайна и спонтанна гибридизация или она имеет определенные эволюционные перспективы. Очевидно, что способность гибридов оставить потомство повышает их шансы оказать влияние на эволюционный процесс. В связи с этим необходимо изучать плодоношение и семенную продуктивность межвидовых гибридов. Естественные гибриды кедра сибирского и кедрового стланика фертильны, их семенная продуктивность была исследована в север-

ном Прибайкалье в дельте Верхней Ангары и в Баргузинском заповеднике [10, 2]. Цель данной работы – провести сравнительный анализ семенной продуктивности гибридов кедра сибирского и кедрового стланика с их родительскими видами, произрастающими на северном макросклоне хребта Хамар-Дабан, а также сравнить полученные данные с ранее опубликованными результатами [19].

Материал для исследований был собран в августе 2011 г. в южном Прибайкалье, северный макросклон хребта Хамар-Дабан (51°29' с. ш. 103°35' в. д., 1728 м над ур. м.). Участок располагался вблизи перевала Чертовы Ворота, около Чертова озера. Исследованные деревья произрастали в небольшом понижении около озера и в некоторой степени были защищены от сильных ветров окружающими горами. В насаждении доминировал кедровый стланик, кедра сибирского было немного меньше. Отличительной особенностью данной смешанной популяции была высокая частота встречаемости гибридов, которые по численности не уступали кедру сибирскому. Гибриды в полевых условиях определялись по комбинации двух признаков. Первый – габитус. У гибридов не было вертикального ствола, как у кедра сибирского, а в комлевой части ствол часто был изогнут. Но гибриды не были стелющимися деревьями, как кедровый стланик. Вторым определяющим признаком – цвет созревающих шишек. У гибридов шишки фиолетовые, почти такие же, как у кедра сибирского. Такие промежуточные по морфологии гибридные деревья предположительно относятся к первому поколению.

Число исследованных деревьев кедра сибирского, кедрового стланика и гибридов составляло 18, 22 и 35 шт. соответственно.

С каждого дерева измерялось по 5–10 шишек. Для анализа структуры шишек измерялась их длина, диаметр, подсчитывалось число фертильных и стерильных чешуй, число развитых (нормального размера) и недоразвитых (явно меньшего размера) семян. Число семяпочек высчитывалось как удвоенное число семенных чешуй в медиальной фертильной зоне шишки. Качество развитых семян определялось рентгенографическим методом. Сравнение полученных данных проводилось с данными семеношения видов и гибридов в 1998 г, опубликованными ранее [19]. Однако все исследованные деревья, как гибриды, так и виды, в 1998 г. и в 2011 г. были разными. Полученные данные обрабатывались методами статистики. В таблицах даны средние значения, в табл. 1 также приведено стандартное отклонение. Чтобы показать различия между выборками, был проведен однофакторный дисперсионный анализ и тест Манна-Уитни. Критический уровень значимости приняли равным 0.05. Если отличий не было, то в таблицах рядом со средними значениями указывали одинаковые буквы. Разные буквы указывают на статистически значимые различия.

Шишки видов и гибридов имеют одинаковую структуру, но отличаются размерами, наиболее крупные шишки характерны для кедр сибирского, самые мелкие для кедрового стланика (табл. 1). Шишки гибридов характеризовались промежуточными размерами в сравнении с шишками родительских видов. Число чешуй в шишках гибридов также было промежуточным относительно родительских видов.

Рассчитанное число семяпочек было максимальным у кедр сибирского, минимальным у кедрового стланика и промежуточ-

ным у гибридов. Признаки в табл. 2 показывают развитие семяпочки в полноценное семя. Признаки, измеренные в абсолютных единицах (шт.), показывают динамику сохранности семяпочек и семян на каждом этапе развития. Такие признаки чередуются с относительными признаками (%), характеризующими потери репродуктивных структур. В этой же таблице для сравнения приведены данные, полученные в 1998 г. У видов и гибридов неполная семификация была почти одинаковой и составляла примерно пятую часть семяпочек. Доля недоразвитых семян у гибридов была более чем в 2 раза выше, чем у родительских видов. Пустых семян у гибридов также было в 2 раза больше. Это привело к снижению числа семян с эндоспермом у гибридов, и оно было таким же, как у кедрового стланика. На дальнейших этапах развития семени у гибридов продолжают наблюдаться большие потери. Так, у них выше, чем у родительских видов, доля семян с недоразвитым эндоспермом и доля семян без зародыша. Как у видов, так и у гибридов было очень много семян со слабо развитым зародышем, особенно у кедрового стланика. У этого вида только пятая часть семян с зародышем имела хорошо развитый дифференцированный зародыш. В итоге полноценных семян в шишке было не так много, у кедр сибирского примерно 24, у гибридов – 7, у кедрового стланика – 4. Таким образом, гибриды в исследованном районе характеризовались низкой семенной продуктивностью, только 8,1 % их семяпочек развивались в полноценные семена. Почти половина гибридов имела менее 5 % семян с дифференцированным зародышем (от числа семяпочек), однако немногие отдельные гибридные особи отличались относительно высокой семенной продуктивностью, 20–25 %. Следовательно, крупные особи гибридов, имеющие несколько десятков шишек, могут дать сотни полноценных семян, способных к нормальному прорастанию.

В разные годы исследования наблюдалась одна общая тенденция в семенной продуктивности видов и гибридов. Гибриды характеризовались наименьшей семенной продуктивностью, а из двух родительских

Т а б л и ц а 1

Характеристика шишек видов и гибридов

Признак	Кедр	Гибриды	Стланик
Длина, см	6,6 ± 0,6 a	5,4 ± 0,6 b	3,9 ± 0,4 c
Диаметр, см	5,0 ± 0,4 a	3,6 ± 0,3 b	2,6 ± 0,2 c
Длина/ Диаметр	1,31 ± 0,10 a	1,51 ± 0,12 b	1,49 ± 0,10 b
Число чешуй, шт.	81,3 ± 6,5 a	62,0 ± 15,0 b	40,3 ± 4,4 c

Динамика развития семяпочки в полноценное семя у кедра сибирского (К), кедрового стланика (С) и их гибридов (Г)

Признак	1998*			2011		
	К	Г	С	К	Г	С
Число семяпочек, шт.	68,3 a	57,0 ab	35,9 b	109,3 a	77,0 b	52,0 c
Неполная семификация, %	15,5 a	32,2 b	43,9 b	20,1 a	19,5 a	17,9 a
Число семян, шт.	58,3 a	38,6 b	20,7 c	87,1 a	62,0 b	42,9 c
Доля недоразвитых семян, %	14,6 a	52,0 b	27,9 b	7,2 a	23,0 b	10,9 a
Число развитых семян, шт.	49,5 a	19,6 b	14,1 b	80,7 a	47,9 b	38,7 c
Доля пустых семян, %	3,2 a	24,6 b	5,3 a	13,2 a	22,7 b	7,9 c
Число семян с эндоспермом, шт.	48,0 a	14,9 b	13,5 b	70,0 a	36,9 b	34,9 b
Доля семян с недоразвитым эндоспермом, %	32,3 a	79,2 b	63,0 b	21,0 a	41,0 b	15,9 c
Число семян с развитым эндоспермом, шт.	32,5 a	3,6 b	5,0 b	54,8 a	21,6 b	30,0 c
Доля семян без зародыша, %	0,2 a	48,5 b	5,9 a	19,3 a	30,6 b	23,5 c
Число семян с зародышем, шт.	32,4 a	1,6 b	4,7 c	44,9 a	15,3 b	22,9 c
Доля семян с недифференцированным зародышем, %	5,8 a	35,3 b	17,8 ab	47,4 a	62,6 b	81,6 c
Число семян с дифференцированным зародышем, шт.	30,5 a	1,0 b	3,9 c	23,6 a	6,5 b	4,2 b
Доля семян с дифференцированным зародышем, % от числа семяпочек	44,7 a	1,8 b	10,9 c	21,2 a	8,1 b	8,3 b

Примечание: * по Goroshkevich, 2004.

видов наилучшее качество семян наблюдалось у кедр сибирского. Вместе с тем, были и значительные отличия. Наибольшие потери у видов в 2011 г. наблюдались за счет высокого содержания семян без зародыша и семян с недифференцированным зародышем. Снижение семенной продуктивности у видов в 1998 г. обусловлено главным образом большой долей недоразвитых семян (в 2 раза выше по сравнению с 2011 г.) и семян с недоразвитым эндоспермом. Качество семян кедр сибирского в 2011 г. существенно уступало таковому в 1998 г., тогда как кедровый стланник характеризовался практически одинаковой семенной продуктивностью в оба года исследований. У обоих видов в 2011 г. наблюдалось существенно больше семян без зародыша и семян со слаборазвитым зародышем, чем в 1998 г. Интересно отметить, что у гибридов в 2011 г. наблюдалась относительно хорошая семенная продуктивность в сравнении с 1998 г. за счет меньшего (примерно в 2 раза) содержания недоразвитых семян и семян с недоразвитым эндоспермом.

Известно, что развитие семяпочки в полноценное семя представляет собой сложный и длительный процесс, в ходе которого есть достаточно много критических моментов. Основной фактор, определяющий уро-

жай – опыление [9, 18]. Семяпочки, оставшиеся без пыльцы или имеющие пыльцевые зерна, неспособные к прорастанию, в итоге приведут к потерям из-за неполной семификации. Кроме того, семяпочки, недостаточно развившиеся для того, чтобы быть опыленными, также погибнут, не начав развиваться в семя [22]. Наше исследование показало, что опыление прошло примерно с одинаковым успехом как у видов, так и у гибридов.

Недоразвитые семена представляют собой разросшиеся под действием пыльце-

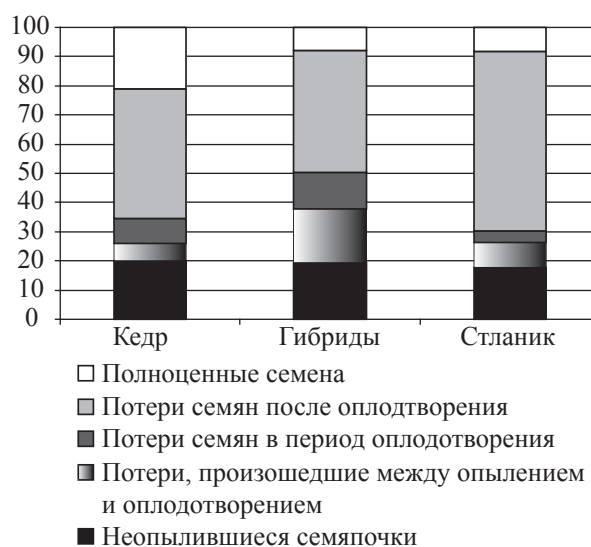


Рисунок. Соотношение (%) различных категорий семяпочек у видов и гибридов

вых зерен семяпочки, развитие которых остановилось еще до оплодотворения [1, 8, 9]. Проведенный анализ показал, что данные потери в структуре семенной продуктивности ярко выражены у гибридов.

Следующий важный этап в развитии семени – оплодотворение, которое происходит в течение нескольких часов [22]. После сингамии, уже на стадии образования проэмбрио, начинают накапливаться белки, крахмал, липиды [17, 21]. Остановка развития семени на этом этапе приводит к образованию пустых семян, содержащих сохшийся остаток абортированного гаметофита.

Чем дальше продвинулось развитие зародыша, тем больше будет накоплено питательных веществ в гаметофите, и в случае гибели последнего в зрелом семени наблюдается недоразвитый эндосперм. Особый интерес представляют семена с нормальным эндоспермом, но без зародыша – такие семена образуются довольно редко, обычно на поздних стадиях эмбриогенеза. Однако такие семена могут сформироваться без оплодотворения, как было показано на аномальных особях кедрового сибирского с 1-летним циклом развития женской шишки [17].

Семена, имеющие недифференцированный зародыш, служат примером нарушения взаимодействия зародыша и питающего его эндосперма [9]. Такие семена либо вообще не прорастут, так как факторы, приведшие к недоразвитию зародыша, в конечном итоге приведут к его гибели, либо прорастут гораздо позднее других семян, возможно, и на следующий год, при условии некоторой возможности для зародыша питаться за счет эндосперма.

Таким образом, все потери репродуктивных структур, связанные с развитием семяпочки в полноценное семя, можно разделить на четыре категории в зависимости от времени прерывания развития. Эти категории следующие:

- отсутствие семян, семяпочки остались неопыленными (неполная семификация),
- потери семян, произошедшие между опылением и оплодотворением (недоразвитые семена),

- потери семян в период оплодотворения (пустые семена),

- потери, произошедшие после оплодотворения (семена с недоразвитым эндоспермом, пустым каналом и недифференцированным зародышем).

Анализ различных категорий семяпочек показал, что гибриды отличаются от видов большей (более чем в 2 раза) потерей семяпочек в период от опыления до оплодотворения включительно (рисунок).

Итак, естественные гибриды кедрового сибирского и кедрового стланика в большем или меньшем количестве образуют полноценные семена, но вопрос об их реальном участии в процессе естественного возобновления остается открытым. Известно, что для возобновления кедровых сосен большое значение имеет кедровка как основной распространитель семян [3]. Представляют ли интерес гибридные деревья с единичными семенами в шишке в качестве кормового ресурса для кедровки – предмет отдельного исследования. Кроме того, успешность возобновления зависит от степени развития травянистой растительности, конкуренции с другими лесобразующими породами и других биотических факторов [5, 14, 11]. В природе далеко не все семена прорастают, и только единичные всходы доживают до репродуктивного возраста. Например, у ели сибирской в горных условиях доля проростков не превышает 6 % от общего числа жизнеспособных семян [6]. У сосны обыкновенной возраста спелости достигает лишь 0,1 % появившихся сеянцев [13]. Даже при таком развитии событий гибриды имеют потенциальную возможность оставить потомство, следовательно, гибридизация кедрового сибирского и кедрового стланика может привести к их интрогрессии. Однако на сегодняшний день описаны только гибриды, предположительно относящиеся к первому поколению. Чтобы подтвердить, имеет ли место интрогрессия этих двух видов, необходимо найти и идентифицировать бэккроссы.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 12-04-31340) и СО РАН (интеграционный проект № 140).

Библиографический список

1. Белостоцкая, С.Х. Особенности развития мужского и женского гаметофитов сосны обыкновенной при внутри- и межвидовой гибридизации / С.Х. Белостоцкая // Лесоведение. – 1979. – № 5. – С. 61–72.
2. Васильева, Г.В. Семеношение и рост потомства гибридов между кедром сибирским и кедровым стлаником в сравнении с родительскими видами / Г.В. Васильева, С.Н. Горошкевич // Хвойные бореальной зоны. – 2012. – Т. 30, № 1–2. – С. 28–32.
3. Воробьев, В.Н. Кедровка и ее взаимосвязь с кедром сибирским / В.Н. Воробьев. – Новосибирск: Наука, 1982. – 132 с.
4. Горошкевич, С.Н. Эколого-географическая дифференциация и интеграционные процессы в группе близкородственных видов с трансконтинентальным ареалом (на примере 5-хвойных сосен северной и восточной Азии) / С.Н. Горошкевич, Е.А. Петрова, Д.В. Политов, А.П. Зотикова и др. // Хвойные бореальной зоны. – 2007. – Т. 24, № 2–3. – С. 167–173.
5. Конев, Г.И. Естественное возобновление на вырубках в кедровниках / Г.И. Конев // Лесн. хоз-во. – 1952. – № 6. – С. 57–60.
6. Кошкина, Н.Б. Начальные этапы возобновления древесных видов на верхнем пределе их произрастания в горах Урала : дисс. ... канд. биол. наук / Н.Б. Кошкина. – Екатеринбург: 2008. – 28 с.
7. Крутовский, К.В. Межвидовая генетическая дифференциация кедровых сосен Евразии по изоферментным локусам / К.В. Крутовский, Д.В. Политов, Ю.П. Алтухов // Генетика. – 1990. – Т. 26. – № 4. – С. 694–707.
8. Кузнецова, Н.Ф. Развитие женского гаметофита сосны обыкновенной при самоопылении и свободном опылении / Н.Ф. Кузнецова // Лесоведение. – 1991. – № 3. – С. 27–33.
9. Некрасова, Т.П. Биологические основы семеношения кедра сибирского / Т.П. Некрасова. – Новосибирск: Наука, 1972. – 276 с.
10. Петрова, Е.А. Семенная продуктивность и генетическая структура популяций в зоне естественной гибридизации кедра сибирского и кедрового стланика / Е.А. Петрова, С.Н. Горошкевич, Д.В. Политов, М.М. Белокоп и др. // Хвойные бореальной зоны. – 2007. – Т. 24. – № 2–3. – С. 329–335.
11. Поликарпов, Н.П. Особенности возобновления кедровых лесов / Н.П. Поликарпов // Кедровые леса Сибири. – Новосибирск: Наука, 1985. – С. 49–60.
12. Потенко, В.В. Полиморфизм изоферментов и филогенетические взаимоотношения хвойных видов Дальнего Востока России: дисс. ... д-ра биол. наук / В.В. Потенко. – Владивосток, 2004. – 38 с.
13. Семириков, Л.Ф. О генетико-селекционном аспекте сохранения и улучшения лесов России / Л.Ф. Семириков, Ю.Н. Исаков, Н.В. Глотов, В.В. Тараканов, В.Л. Семириков // Лесохоз. инф. науч.-техн. информ. сб. М.: ВНИИЦлесресурс. – 1998. – № 9–10. – С. 3–40.
14. Смирнов, А.В. Возобновление кедра в Восточной Сибири / А.В. Смирнов // Лесн. хоз-во. – 1956. – № 4. – С. 17–20.
15. Титов, Е.В. Опыт скрещивания кедра сибирского с другими соснами в условиях северо-восточного Алтая / Е.В. Титов // Лесоведение. – 1977. – № 4. – С. 81–87.
16. Титов, Е.В. Роль биоэкологических факторов при гибридизации кедра сибирского // Селекция и семеноводство хвойных / Е.В. Титов. – Воронеж: ЦНИИЛГиС, 1987. – С. 48–54.
17. Третьякова, И.Н. Эмбриология хвойных: физиологические аспекты / И.Н. Третьякова. – Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 1990. – 157 с.
18. Brown, I. R. Flowering and seed production in grafted clones of Scots pine [Текст] / I.R. Brown // Silvae Genetica. – 1971. – V. 20, N. 4. – P. 121–132.
19. Goroshkevich, S. N. Natural hybridization between Russian stone pine (*Pinus sibirica*) and Japanese stone pine (*Pinus pumila*) [Текст] / S. N. Goroshkevich // Breeding and genetic resources of five-needle pines: growth, adaptability, and pest resistance. Proceedings of the IUFRO Five-Needle Pines Working Party Conference, July 23-27, 2001, Medford, Oregon, USA – 2004. – P. 169–171.
20. Mirov, N. T. The genus *Pinus* [Текст] / N. T. Mirov – N.-Y.: The Ronald Press Company, 1967. – 602 p.
21. Owens, J. N. The ultrastructural, histochemical and biochemical development of the post-fertilization megagametophyte and the zygotic embryo of *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco. [Текст] / J. N. Owens, S. J. Morris, S. Misra // Can. J. For. Res. – 1993. – V. 23. – P. 816–827.
22. Owens, J. N. Whitebark pine (*Pinus albicaulis* Engelm.) seed production in natural stands [Текст] / J. N. Owens, K. Thanong, M. F. Mahalovich // Forest Ecology and Management. – 2008. – V. 255. – P. 803–809.
23. Politov, D. V. Phylogenetics, genogeography and hybridization of five-needle pines in Russia and neighboring countries [Текст] / D. V. Politov, K. V. Krutovskii // Breeding and genetic resources of five-needle pines: growth, adaptability, and pest resistance. Proceedings of the IUFRO Five-Needle Pines Working Party Conference, July 23-27, 2001, Medford, Oregon, USA. – 2004. – P. 85–97.
24. Watano, Y. Spatial distribution of CpDNA and MtDNA haplotypes in a hybrid zone between *Pinus pumila* and *P. parviflora* var. *pentaphylla* (Pinaceae) [Текст] / Y. Watano, M. Imazu, T. Shimizu // J. Plant Res. – 1996. – V. 109. – P. 403–408.

ПРИМЕНЕНИЕ ХОЛОДНОГО ПЛАЗМЕННОГО СПРЕЯ ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

К.В. ГОСТЕВ, *асп. каф. технологии и оборудования лесного комплекса лесоинженерного факультета ПетрГУ,*

О.И. ГАВРИЛОВА, *доц. каф. лесного хозяйства лесоинженерного факультета ПетрГУ, д-р с.-х. наук,*

В.А. ГОСТЕВ, *канд. физ.-мат. наук, доц. каф. электроники и электроэнергетики физико-технического факультета ПетрГУ*

kgostev@petrsu.ru; ogavril@petrsu.ru; v gostev@petrsu.ru

Многоцелевое и неистощимое природопользование является одной из необходимых составляющих современных требований устойчивого развития человечества. В Республике Карелия, где естественное возобновление леса не всегда обеспечивает восстановление на площади вырубок хозяйственно ценных пород, требуется проведение мероприятий по искусственному лесовосстановлению. Создание лесных культур на территории республики по существующим руководствам [1] должно проводиться на площади не менее 30 % от всех вырубленных площадей. Сбор семян хвойных пород, который проводится в урожайные годы (в условиях Карелии один раз в 5–8 лет), их переработка являются трудозатратными, ресурсоемкими и в результате дорогими мероприятиями. На сегодняшний день закупочная стоимость 1 кг семян сосны достигает 14–16 тыс. руб. [2].

С учетом высокой пожароопасности последних лет потребность в посадочном материале огромна, однако его выращивание сопряжено с существенными сложностями. Так, при прорастании семян с высокими показателями технической всхожести грунтовая всхожесть заранее закладывается в пределах 50 %. Фактическая же зачастую еще меньше, поскольку при прорастании наблюдается гибель от биотических и абиотических факторов: инфекционных болезней, воздействия высоких и низких температур, низкой влажности [3].

В Петрозаводском государственном университете в рамках комплексных исследований в области интенсификации лесопользования [4–6] и плазменных технологий [7, 8] ведется поиск путей использования холодно-

го плазменного спрея для активации процессов развития растений хвойных пород.

Перспективы использования низкотемпературного («холодного») водяного плазменного спрея (далее ХПС) связаны с двумя основными факторами: наличием воды, необходимой для активации зародыша семени, и ультрафиолета, позволяющего воздействовать на патогенные организмы на оболочке семени для их дезактивации.

В конце 2010–начале 2011 гг. авторами был проведен ряд исследовательских работ по проверке влияния холодного плазменного спрея на развитие семян сельскохозяйственных (кормовые травы) и лесных (сосна) культур. Результаты экспериментов были повторно проверены в середине 2011 г. и подтвердили положительный эффект от воздействия.

Проведенный патентный поиск и анализ научной литературы показал, что на сегодняшний день обработка семян плазмой применяется в основном в цветоводстве и для сельскохозяйственных культур. В лесном хозяйстве подобные виды предпосевной подготовки семян не применяются.

Целью работы являлись обработка посевного материала сосны обыкновенной холодным водяным плазменным спреем и исследование результатов обработки для существенного повышения процента всхожести семян хвойных пород, ускорения роста на начальном этапе развития. Интерес к холодно-плазменному диспергированию вызван тем, что холодная плазма нестационарного разряда способна осуществлять комплексное воздействие на жидкость (заряженные частицы, электромагнитное излучение, механическое давление), не испаряя и не разрушая ее.

В ходе работы было проведено исследование физических характеристик генерируемого плазменного потока [9], создаваемого генератором ХПС [10], способных оказывать воздействие на диспергируемую жидкость. Была снята вольт-амперная характеристика разряда в области изменения тока 20–40 мА и напряжения 950–1100 В.

Измерение среднемассовой температуры вдоль плазменного потока проводилось при температуре окружающей среды $T_{\text{комн.}} = 23 \text{ }^\circ\text{C}$, напряжении горения разряда $U = 1000 \text{ В}$, токе разряда $I = 30 \text{ мА}$ и показало, что температура на границе плазменного образования составляла $35 \text{ }^\circ\text{C}$.

Исследование спектрального состава плазменного потока проводилось с помощью многоканального высокоскоростного триггерного спектрометра AvaSpec-2048FT. Анализ спектра излучения ХПС показал

1. Высокую степень разложения воды.
2. Наличие линий OH , H , O , O_2 , O_3 , H_2 .
3. При обработке данных было получено следующее распределение интенсивности излучения по спектральным областям:

190–310 нм – 42 %; 310–450 нм – 10 %; 450–630 нм – 13 %; 630–690 нм – 35 %.

Результаты позволяют судить о том, что наиболее интенсивными линиями в диапазоне 190–690 нм, являются линия водорода H_α (656,3 нм), а также молекулярные полосы в ультрафиолетовой области спектра (190–310 нм).

В ходе работы проведены эксперименты по определению уровня рН воды, прошедшей через плазменный поток. Уровень рН вырос с 5 до 8 единиц, что говорит об изменении химической активности воды, прошедшей через генератор ХПС.

Технические характеристики генератора ХПС:

- среднемассовая температура плазменного потока – $35\text{--}60 \text{ }^\circ\text{C}$;
- плотность мощности плазменного потока – $2,5 \text{ Вт/см}^2$;
- напряжение горения разряда – 1100–950 В;
- ток разряда – 20–40 мА;
- рабочее вещество вода;

– объемный расход воды – 3 мл/мин.

Эксперимент по применению холодного плазменного спрея для обработки посевного материала сосны обыкновенной должен был прояснить вопрос о возможности проведения не только активации и стимулирования роста зародыша с соответствующим сокращением сроков прорастания, но и возможности их совмещения с обработкой против болезней и вредителей.

Для опытных работ были взяты семена сосны обыкновенной (*Pinus silvestris*), местного происхождения, заготовленные в феврале 2012 г. на территории Прионежского центрального лесничества Республики Карелия. Семена 1 класса качества, всхожесть техническая 96 %.

Для эксперимента было отобрано 7 групп семян по 500 шт. общим количеством 3500. Группы впоследствии были разбиты на три серии.

Обработка семян холодным плазменным спреем была проведена в лаборатории микроплазменной техники научно-образовательного центра «Плазма» ПетрГУ с разным временем воздействия на семена: 5, 7, 9 и 10 мин. (рисунок).

В этот же день часть семян намачивали в холодной, отстоявшейся воде при комнатной температуре в течение 24 часов. Часть семян, обработанных холодным плазменным спреем в течение 5 мин, также подвергли намачиванию. Для контроля были обработаны семена в 0,5 %-ом растворе KMnO_4 в течение 2 ч.



Рисунок. Обработка семян сосны обыкновенной холодным плазменным спреем

В результате проведенной обработки были получены 7 различных вариантов простой и комплексной обработки семян сосны, в том числе варианты, которые применяются в производственных условиях:

1. Обработка ХПС 5 мин.
2. Обработка ХПС 7 мин.
3. Обработка ХПС 9 мин.
4. Обработка ХПС 10 мин.
5. Обработка ХПС 5 мин + намачивание в течение 24 ч.
6. Намачивание в течение 24 ч + обработка KMnO_4 2 ч (традиционная технология).
7. Обработка KMnO_4 2 ч (контроль).

Подсушенные семена высевали в теплицах комплекса «Вилга». Посев обработанных семян сосны обыкновенной осуществлялся в стандартные кассеты по 2 семени в ячейку. Объем кассеты 80 ячеек. Для обеспечения корректности эксперимента серии обработанных семян были размещены в произвольном порядке.

В течение сезона выращивания полив проводился ежедневно утром и вечером. На 5, 7, 10, 12, 14, 17 и 25 день проводился учет всхожести. После учета всхожести на 25 день было проведено удаление лишних проростков, чтобы на 1 посевном месте осталось одно растение для оптимизации световых и питательных режимов выращивания в дальнейшем.

Для визуального учета роста проростков проводился фотоотчет по каждому из вариантов. Для каждого варианта делали 2–3 фотоснимка: один – общий вид сверху, один или два – более близкий план с ясно видимыми проростками.

После окончания сезона выращивания растения выкапывали, корневая система тщательно отмывалась. Из каждого ящика было выкопано по 30 шт. сеянцев, остальные были оставлены на доращивание. Общее количество выкопанных растений составило 630 штук. Были замерены следующие биометрические показатели: высота стволика; длина главного корня; длина корней первого порядка; число хвоинок. После проведения линейных измерений сеянцы делили на хвою, стволик, корни

и высушивали до абсолютно сухого состояния при температуре $+105\text{ }^\circ\text{C}$, а затем взвешивали с точностью до 0,01 г по 10 штук.

Анализ грунтовой всхожести семян в теплице, с предпосевной обработкой по разным технологиям, показал различие в энергии прорастания и окончательной всхожести. Так, на 5 день начали появляться сеянцы, но всхожесть более 20 % имели семена, обработанные спреем в течение 9 и 10 мин. (табл. 1). Для всех остальных вариантов посевов всхожесть была не более 6–8 %.

На 7 день всхожесть 56–70 % наблюдали у растений, семена которых были обработаны спреем в течение 7, 9, 10 мин.; 5 мин. и намочены в воде в течение 24 ч, а затем протравлены в перманганате калия. Минимальную всхожесть имели сеянцы, обработанные спреем в течение 5 мин., а также обработанные только в перманганате калия.

Начиная с десятого дня после посева семян в условиях теплиц всхожесть составляла более 70 % от всех посеянных семян почти для всех вариантов, и только для варианта обработки марганцевокислым калием она была менее 60 %.

Таким образом, к двадцать пятому дню после посева всхожесть более 80 % имели все растения, семена которых обрабатывали влажным плазменным спреем (до 90 %). Для сеянцев, семена которых обрабатывали не спреем, а традиционными способами, всхожесть составила 77 и 74 %, что указывает на достаточно высокое качество семян и оптимальные условия увлажнения и температуры в тепличных условиях.

Отмечено, что после появления всходов в ряде вариантов на ранних этапах их всхожесть характеризуется более низкими показателями. Это связано с гибелью ряда проростков от гусениц бабочек. Несмотря на отсутствие специфических массовых вредителей, объедание небольшого количества растений наблюдалось, в том числе и на опытных растениях, обработанных спреем в течение 7, 9 и 10 мин., намоченных в воде и протравленных в марганцовке.

Массовое появление всходов отмечено для семян, обработанных спреем на 7 день,

Всхожесть семян в теплице, обработанных разными способами по дням после посева, проценты

Вариант обработки семян	День после посева						
	5	7	10	12	14	17	25
ХПС 5 мин.	8	22	68	77	81	85	86
ХПС 7 мин.	6	70	91	90	88	90	90
ХПС 9 мин.	23	56	79	78	84	89	89
ХПС 10 мин.	38	64	83	82	83	87	88
ХПС 5 мин. + намачивание 24 ч	8	68	81	79	60	81	82
Намачивание 24 ч + $KmnO_4$ 2 ч	8	63	78	69	72	73	74
$KmnO_4$ 2 ч (контроль)	7	24	56	75	69	77	77

Т а б л и ц а 2

Биометрические показатели роста надземной части однолетних сеянцев сосны обыкновенной, выращенных в теплице

Вариант обработки семян	Высота стволика, мм	Прирост первого года, мм	Число хвои, шт.
ХПС 5 мин.	49±1	17±1	76±2
ХПС 7 мин.	47±1	15±1	80±3
ХПС 9 мин.	48±1	16±1	77±1
ХПС 10 мин.	55±1	23±1	84±2
ХПС 5 мин. + намачивание 24 ч	56±1	24±1	93±2
Намачивание 24 ч + $KmnO_4$ 2 ч	49±1	16±1	76±2
$KmnO_4$ 2 ч (контроль)	45±1	12±1	78±2

а обработанных по традиционным технологиям только на 10–12. В период прорастания всходов важен каждый день, когда идет формирование всходов, раскрываются первичные семядоли и растение переходит на автотрофный способ питания.

После замеров показателей и их обработки с помощью методов вариационной статистики были получены усредненные показатели для сеянцев разных вариантов (табл. 2).

Высота стволика сеянца – основной показатель, который определяет его стандартность наряду с диаметром. Точность исследований средних высот стволика составила от 1 до 3 %, числа хвои 2–3 %, что укладывается в пределы заданной точности 5 %. Изменчивость средняя, не превышает 30 %. В качестве контрольного варианта были выбраны сеянцы, семена которых обрабатывали $KMnO_4$ в течение 2 часов.

Разница абсолютных значений по высоте стволика между контрольным вариантом и вариантами семян, обработанных спреем в течение 10 мин. и обработанных спреем в те-

чение 5 мин. + намачивание 24 часа составила 24–25 %.

По количеству хвои разница абсолютных значений составила 19–15 % для контроля и вариантов семян, обработанных спреем в течение 10 мин. и обработанных спреем в течение 5 мин. + намачивание 24 часа.

По высоте стволика различия достоверны на однопроцентном уровне значимости для вариантов семян, обработанных спреем в течение 5 и 10 мин. и обработанных спреем в течение 5 мин. с намачиванием в воде и обработкой марганцевокислым калием. Для вариантов обработки спреем в течение 7 и 9 мин. различия оказались недостоверны.

После статистической обработки материалов измерений основных показателей роста подземной части растений было выяснено, что точность этих исследований несколько ниже, чем для надземной части. Так, точность исследований средней длины главного корня, общей протяженности корней 3–5 % при сильной изменчивости (29–44 %).

Биометрические показатели роста подземной части однолетних сеянцев сосны обыкновенной, выращенных в теплице

Вариант обработки семян	Длина главного корня, мм	Число корней 1-го порядка, шт.	Длина корней 1-го порядка, мм	Средняя длина корней 1-го порядка, мм	Число корней 2-го порядка, шт.
ХПС 5 мин.	185±8	11±1	650±21	59±1	24±1
ХПС 7 мин.	127±5	10±1	646±30	65±2	15±1
ХПС 9 мин.	183±7	12±1	608±25	51±2	23±1
ХПС 10 мин.	158±5	12±1	745±29	62±4	23±1
ХПС 5 мин. + намачивание 24 часа	209±8	12±1	680±22	57±2	20±1
Намачивание 24 часа + КМnO ₄ 2 часа	209±10	13±1	797±28	61±2	29±2
КМnO ₄ 2 часа (контроль)	200±7	11±1	653±23	59±2	24±1

Средние показатели развития корневой системы приведены в табл. 3. Обработка спреем практически не оказала влияния на развитие корней. Так, максимальную длину главного корня 209 мм наблюдали у сеянцев, семена которых обрабатывали холодным плазменным спреем в течение 5 мин. и намачивали в воде 24 часа. Статистически недостоверны различия между контрольным и другими вариантами обработки семян, кроме первого (обработка спреем в течение 7 мин). Таким образом, большого различия по длине главного корня между обработкой семян спреем и другими вариантами не выявлено. Видимо, здесь влияние в большей степени оказывают такие факторы, как интенсивность и частота полива, размеры ячейки выращивания, рыхлость субстрата и обеспеченность питательными веществами.

Максимальная длина корней первого порядка, число корней первого и второго порядка также наблюдалась у растений, семена которых обрабатывали холодным плазменным спреем в течение 5 мин. и намачивали в воде 24 часа. По этим показателям статистически достоверные различия наблюдали между контрольным и растениями данного варианта.

Несмотря на некоторые различия между растениями контрольного варианта и обработанными по традиционным технологиям, данные статистически недостоверны, кроме различий по части показателей роста корневых систем контроля и варианта с обработкой спреем в течение 10 мин.

Существенного различия в вариантах с обработкой холодным плазменным спреем и последующим намачиванием семян водой также не выявили.

Весовые показатели имеют для роста сеянцев большее значение, чем линейные, несмотря на то, что стандартность сеянца определяется линейными размерами. Распределение массы сеянцев по отдельным частям (табл. 4) показало, что максимальной массой корней обладали сеянцы, семена которых перед посевом обрабатывали холодным плазменным спреем и затем намачивали в воде 24 часа. Превышение относительно контрольного варианта составило 16 %, различия оказались достоверными на пятипроцентном уровне значимости ($t_{St} = 2,0$). Максимальная масса стволиков оказалась у того же варианта, и различие с контролем составило 33 % от контроля. Различия достоверны на однопроцентном уровне значимости ($t_{St} = 2,6$). По массе хвои различие существенно ($t_{St} = 3,065 > 3$) и превышает массу хвои контрольного варианта на 29 %. Общее превышение массы сеянца рассматриваемого варианта над контрольными составило 24 % от контрольного.

Обработка семян холодным плазменным спреем в течение 10 мин. привела к почти одинаковому эффекту по сравнению с комплексной обработкой семян, когда семена стимулировали к прорастанию спреем в течение 5 мин. и намачивали в воде. Так, общая масса растений этого варианта отличалась от контрольных на 14 %, масса хвои на 16 %.

Распределение абсолютно сухого веса семян сосны обыкновенной при разных вариантах обработки семян перед посевом

Вариант обработки семян	Абсолютно сухой вес 10 шт. семян, г			
	Хвоя	Стволики	Корни	Общий вес
ХПС 5 мин	1,49±0,08	0,21±0,01	0,62±0,04	2,32
ХПС 7 мин	1,53±0,15	0,18±0,02	0,50±0,05	2,21
ХПС 9 мин	1,48±0,09	0,21±0,02	0,51±0,03	2,20
ХПС 10 мин	1,73±0,06	0,27±0,02	0,63±0,02	2,63
ХПС 5 мин + намачивание 24 часа	1,87±0,07	0,28±0,02	0,72±0,04	2,87
Намачивание 24 часа + $KMnO_4$ 2 часа	1,51±0,09	0,19±0,02	0,62±0,03	2,32
$KmnO_4$ 2 часа	1,49±0,08	0,21±0,02	0,62±0,03	2,32

Масса семян остальных вариантов обработки семян не отличалась от массы семян контрольного варианта.

Наибольшее значение при развитии семян первого года жизни имеет соотношение массы надземной и подземной его частей. Следует отметить максимальную массу корней (10 % от общей массы) у семян, семена которых обрабатывали холодным плазменным спреем в течение 9, 10 мин. и 5 мин. с последующим намачиванием в воде в течение 24 часов.

Для однолетних семян такой процент массы корней является достаточно существенной величиной, поскольку корни представлены в основном тонкими сосущими окончаниями. Большой массы одревесневших проводящих корней пока не сформировалось.

Основные выводы и рекомендации

1. Доказано, что обработка семян холодным плазменным спреем привела к существенному повышению всхожести семян сосны обыкновенной в первые 3–10 дней после посева, что особенно важно при выращивании семян ПМЗК в условиях теплиц. Это позволяет проросткам появляться на неделю раньше относительно семян, семена которых прошли обработку по традиционным технологиям.

2. Установлено, что высота семян из семян, обработанных холодным плазменным спреем, на семьдесят третий день после посева оказалась на 24–25 % выше семян контрольного варианта. Близкие результаты были

получены при обработке семян спреем с последующим намачиванием их в воде.

3. Не выявлено большого различия в развитии линейных размеров корневых систем семян сосны обыкновенной, семена которых прошли обработку разными способами.

4. Выявлено, что масса корней семян, имеющая решающее значение при пересадке их на лесокультурную площадь, значительно выше у растений, семена которых прошли обработку холодным плазменным спреем в течение 9 и 10 мин., а также 5 мин. с последующим 24-часовым намачиванием в воде.

5. Установлено, что общая масса семян сосны, семена которой обрабатывали спреем в течение 10 мин., больше контрольных на 13 %. Масса растений, с обработкой в течение 5 мин. с последующим намачиванием в воде выше контрольных растений на 24 %.

6. Не выявлено морфологических изменений стволика и видоизменения хвои у всех вариантов обработки.

7. Обработка семян холодным плазменным спреем может быть рекомендована для апробирования результатов в опытно-производственных условиях. Для ускоренного роста семян сосны в условиях Республики Карелия следует рекомендовать посев в теплице в более ранние сроки.

8. Рекомендовать к применению на производстве обработку семян холодным плазменным спреем в течение 5 мин. с последующим намачиванием в воде. При необходимости срочной обработки рекомендуется повысить время обработки спреем до 10 мин.

Библиографический список

1. Гаврилова, О.И. Лесовосстановление вырубок и продуктивность лесных культур хвойных пород республики Карелия: дисс... д-ра с.-х. наук: 06.03.01. / О.И. Гаврилова. – Архангельск: С(А)ФУ, 2012. – 46 с.
2. Гостев, К.В. Особенности и режимы работы генератора холодного плазменного спрея для активации процессов жизненного роста семян хвойных пород / К.В. Гостев // Глобальный научный потенциал. – 2013. – № 2(23). – С. 58–60.
3. Гостев, К.В. Перспективы применения холодной плазмы промышленности в сфере живых систем / Е.А. Тихонов, К.В. Гостев // Наука и бизнес: пути развития. – 2012. – № 3(09). – С. 75–78.
4. Морозова, И.В. Закономерности роста культур сосны в течение первых пяти лет после посева семян и посадки сеянцев на вырубках южной Карелии / И.В. Морозова, О.И. Гаврилова // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. Серия: естественные и технические науки, 2011. – № 2. – С. 49–51.
5. Указания по лесному семеноводству в Российской Федерации. – М.: ГК по лесу РФ, 2000. – 206 с.
6. Шегельман, И.Р. Функционально-технологический анализ: метод формирования инновационных технических решений для лесной промышленности / И.Р. Шегельман – Петрозаводск: ПетрГУ, 2012. – 96 с.
7. Шегельман, И.Р., К обоснованию методологии формирования инновационных процессов заготовки и воспроизводства лесных ресурсов / И.Р. Шегельман, П.В. Шукин // Перспективы науки. – 2012. – № 9(36). – С. 101–103.
8. Шегельман И.Р. Трансформация системы лесосырьевой и технологической подготовки в организации лесопользования / И.Р. Шегельман, В.М. Лукашевич // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 3(3). – С. 739–743.
9. Gostev, V. Cold Plasma In Biological Investigations / V. Gostev, V. Ignakhin, E. Popova, O. Ostashkov // NATO: advanced study institute. Plasma Assisted Decontamination of Biological and Chemical Agents. 16–26.09.2007, Turkey: Çeşme. – 2007. – P.54 – 56.
10. RU 2455798 C1 H05H 1/00. Жидкостной микроплазмотрон / Гостев В. А., Гостев К. В., Приходченко Р. В. – № 2010150130/07, Заявл. 08.12.2010 // Изобретения.

ГЕНОТИПИЧЕСКАЯ ВАРИАНСА РАДИАЛЬНОГО ПРИРОСТА И ЕГО ИЗМЕНЧИВОСТИ В ЛИСТВЕННИЧНИКАХ СЕВЕРО-ВОСТОКА ЕВРАЗИИ

Е.Ю. ГРЮНТАЛЬ, доц. каф. селекции, генетики и дендрологии МГУЛ, канд. с.-х. наук

kzk@list.ru

При исследовании такого длительного и изменчивого признака, как радиальный прирост деревьев, сложно обойтись без дисперсионного анализа. Основным ограничением по его применению является отсутствие нормального распределения значений прироста. Проблему можно решать двумя путями: преобразовать исходный массив данных или применить другие математические способы.

В качестве альтернативного приема применен амплитудный анализ Роне, где дисперсия признака заменена на его диапазон. Схема расчета такая

$$e^2 = \lim_{cl} / \lim_p,$$

тогда

$$H^2 = 1 - e^2 = 1 - \lim_{cl} / \lim_p.$$

Роне использовала этот метод при анализе клонов (cl) за один год: в числителе – ам-

плитуда признака в клоне (в одном дереве), в знаменателе – то же для популяции (ПП, биогруппы из 10 деревьев) в целом. Если при анализе однолетних параметров особей одного клона их различия можно отнести на счет микроусловий произрастания каждого растения, то различия мерных признаков одного растения в течение ряда лет объясняются погодными флуктуациями, т.е. опять-таки экологическими причинами. Различия между клонами у Роне и между деревьями в нашем случае за один и тот же календарный период обусловлены причинами генотипическими.

В анализе участвовали дендрограммы в абсолютных значениях и средние за периоды по 11 лет шести пробных площадей (биогруппы по 10 деревьев) в Хабаровском крае (ПП1-6), семи – в Магаданской области (Ир1-2, Як1-3, Маг1-2) в насаждениях лиственни-

Т а б л и ц а 1

Протяженность анализируемого периода, 11-летий

ПП	ПП1	ПП2	ПП3	ПП4	ПП5	ПП6	Ель	Пихта
Условный возраст	10	25	11	13	11	14	9	9
ПП	Ир1	Ир2	Як1	Як2	Як3		Маг1	Маг2
Условный возраст	11	18	10	9	11		7	12

Т а б л и ц а 2

Генотипическая вариация несглаженного прироста, вычисленная по методу Роне (средняя за весь период)

ПП	ПП1	ПП2	ПП3	ПП4	ПП5	ПП6	Ель	Пихта
H ²	0,61	0,62	0,59	0,61	0,59	0,64	0,66	0,60
Полнота	0,6	0,5	0,6	0,6	0,75	0,6	0,7	0,6
Ст/откл	0,063	0,070	0,062	0,066	0,041	0,063	0,074	0,043
ПП	Ир1	Ир2	Як1	Як2	Як3		Маг1	Маг2
H ²	0,62	0,64	0,63	0,63	0,59		0,48	0,57
Полнота	0,89	0,4	0,1	0,2	0,2		0,35	0,6
Ст/откл	0,058	0,050	0,065	0,092	0,049		0,043	0,059

Т а б л и ц а 3

Генотипическая вариация сглаженного по 11 лет прироста, вычисленная по методу Роне (средняя за весь период)

ПП	ПП1	ПП2	ПП3	ПП4	ПП5	ПП6	Ель	Пихта
H ²	0,76	0,77	0,75	0,74	0,78	0,73	0,87	0,74
Ст/откл	0,084	0,060	0,075	0,082	0,065	0,063	0,053	0,053
ПП	Ир1	Ир2	Як1	Як2	Як3		Маг1	Маг2
H ²	0,78	0,80	0,78	0,78	0,77		0,77	0,80
Ст/откл	0,068	0,064	0,084	0,097	0,067		0,053	0,061

Т а б л и ц а 4

Генотипическая вариация скользящего коэффициента вариации прироста, вычисленная по методу Роне

ПП	ПП1	ПП2	ПП3	ПП4	ПП5	ПП6	Ель	Пихта
H ²	0,55	0,59	0,55	0,59	0,65	0,60	0,59	0,62
Ст/откл	0,073	0,096	0,094	0,081	0,110	0,080	0,088	0,076
ПП	Ир1	Ир2	Як1	Як2	Як3		Маг1	Маг2
H ²	0,63	0,64	0,61	0,60	0,54		0,60	0,66
Ст/откл	0,107	0,054	0,055	0,076	0,098		0,056	0,053

цы, а также двух участков в Коми (ель и пихта). Протяженность анализируемого периода, выраженная в 11-летках, представлена в табл. 1. Весь массив данных каждой ПП был разбит на матрицы 10 деревьев * 11 лет, для которых и вычислены H² и e².

По методу Роне были проанализированы следующие динамические показатели радиального прироста (табл. 2–4). Имея в виду приблизительность полученных этим способом значений геновариансы, стоит все же

сказать, что после вычисления аналогичным способом эковариансы сумма обеих оказалась близкой к единице (отдельные максимальные отклонения 10 %). Надо отметить, что в однолетних экспериментах с клонами прямое вычисление эковариансы невозможно, т.к. характеристики микроразличий условий внутри клона неизвестны. В нашем же случае все растения био группы находятся в параллельно изменяющихся погодных условиях. Возможно, есть смысл нормализовать оба параметра

Генотипическая вариация отклонений (в долях от индивидуального сглаженного прироста в этом году) от генеральной траектории прироста ПП и уровень согласованности индивидуальных сглаженных приростов (коэффициент конкордации)

ПП	ПП1	ПП2	ПП3	ПП4	ПП5	ПП6	Ель	Пихта
H ²	0,82	0,84	0,77	0,78	0,79	0,79	0,78	0,78
Ст/откл	0,075	0,049	0,061	0,047	0,063	0,072	0,054	0,056
К. конк.	0,89	0,95	0,61	0,89		0,54	0,81	
ПП	Ир1	Ир2	Як1	Як2	Як3		Маг1	Маг2
H ²	0,77	0,79	0,80	0,84	0,77		0,77	0,85
Ст/откл	0,088	0,056	0,041	0,092	0,100		0,076	0,029
К. конк.	0,94	0,89	0,83	0,69	0,83		0,76	0,84

(табл. 1), исходя из их теоретической суммы (единица: выразить каждую в процентах от их суммы), однако корректность такой операции нуждается в специальном обосновании. Тем не менее, вряд ли возможно, чтобы статистически более строгие методы привели к противоположным результатам и эковарианса оказалась больше геновариансы.

Окраска ячеек соответствует полноте древостоев. Стандартное отклонение вычислено при усреднении значений H² за весь анализируемый период (другими словами, полученные значения практически константны внутри ПП).

H² для несглаженного прироста больше 0,5, т.е. от внешних условий его колебания зависят меньше, чем от индивидуальных особенностей генотипа. Кроме того, надо упомянуть отсутствие даже минимальной согласованности индивидуальных колебаний, что практически исключает значимость синоптических колебаний (1).

Обращает на себя внимание стабильность генотипической вариации сглаженного прироста независимо от породы (кроме ели), а также возраста и величины прироста. Увеличение генотипической вариации сглаженного прироста по сравнению с несглаженным выглядит вполне ожидаемо, т.к. скользящее усреднение прироста одновременно сглаживает и межгодовые колебания внешних условий – как погодных, так и внутригенотипических.

Генетическая обусловленность данного параметра ниже, чем в предыдущем случае; косвенно на этом основании можно сделать вывод, что на внешние воздействия

дерево (по крайней мере в условиях северной тайги) несколько в большей степени отзывается ростом вариабельности прироста, чем его величиной.

Для некоторых параметров оказалось возможно применить стандартный метод дисперсионного анализа.

«Генеральная траектория прироста» – усредненная сглаженная динамика всех деревьев биогруппы за периоды по 11 лет (одна линия); корректность усреднения обусловлена хорошей согласованностью сглаженных индивидуальных динамик (1). Принимая эту траекторию за нулевую, считаем, что индивидуальные относительные отклонения от нее, массив которых дает распределение, близкое к нормальному, обусловлены генотипом дерева, что находит подтверждение в таблице.

В диагностическом плане интерес представляют не столько конкретные величины параметра, сколько его последовательные изменения, причем относительные (процентные). Шаблон анализа на этом этапе аналогичен предыдущим, но вместо значений прироста каждому году соответствует изменение анализируемого показателя относительно предыдущего года, выраженное в процентах от этого предыдущего значения. Оказалось, что массивы таких данных для сглаженного прироста и для коэффициента вариации прироста имеют распределение, близкое к нормальному, что позволило применить стандартный двухфакторный дисперсионный анализ. Для примера приведены диаграммы для одной пробной площади ПП 2, рис. 1. Говорить о каких-либо четких закономерностях в проявлении внут-

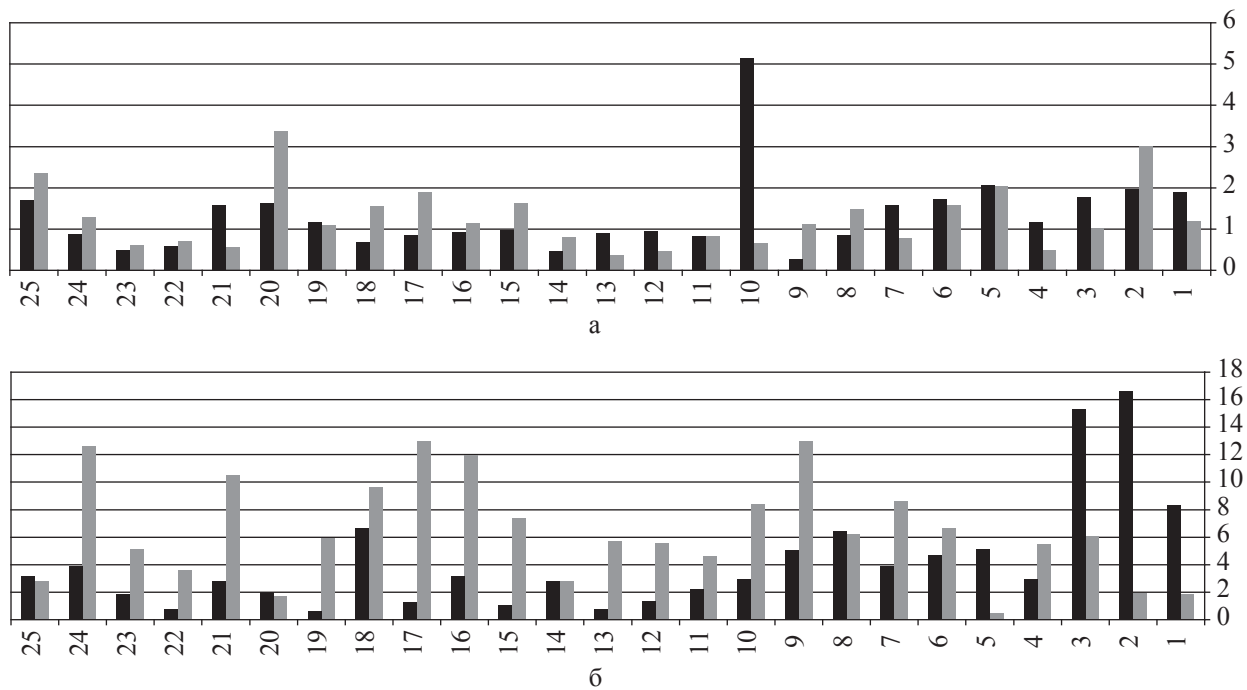


Рис. 1. Фактор дерева (серые столбцы) и фактор года (черные столбцы) в дисперсии последовательных приращений: а) коэффициента вариации прироста; б) сглаженного прироста на ПП 2. 1–25 – 11-летия в обратном порядке, т.е. 1 – позднее

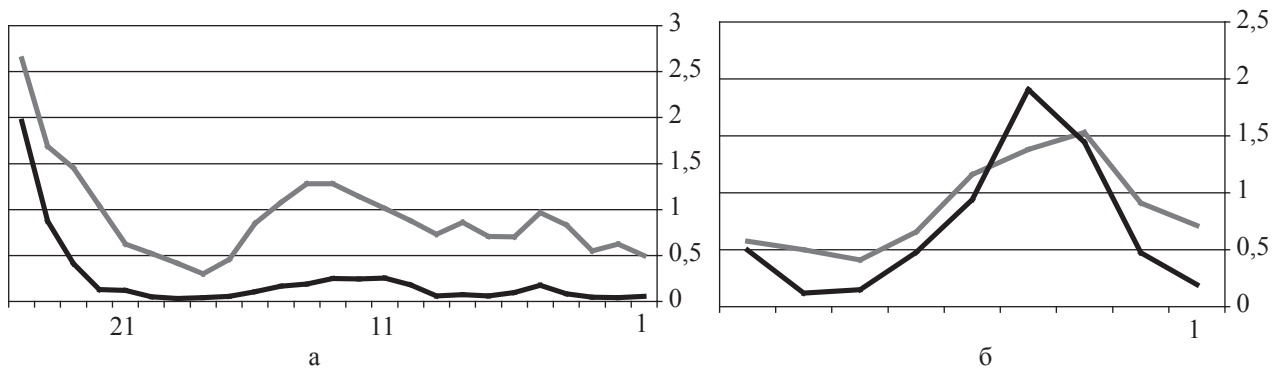


Рис. 2. Сглаженный прирост (серая линия) и остаточная дисперсия его приращений (черная линия) а) на ПП2; б) на ПП 1

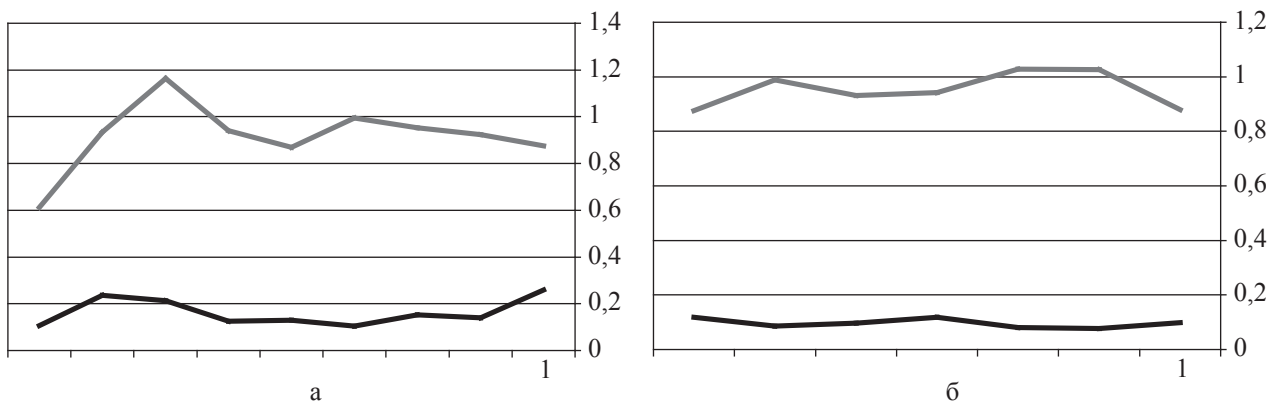


Рис. 3. Сглаженный прирост (серая линия) и остаточная дисперсия его приращений (черная линия) а) на ПП Ель; б) на ПП Маг 1.

**Корреляция динамики сглаженного прироста на ПП
и остаточной дисперсии его приращений**

ПП	ПП1	ПП2	ПП3	ПП4	ПП5	ПП6	Ель	Пихта
r	0,91	0,83	0,89	0,83	0,93	0,98	0,34	0,87
ПП	Ир1	Ир2	Як1	Як2	Як3		Маг1	Маг2
r	0,78	0,81	0,67	0,56	0,74		-0,8	0,75

ренних (генотипических) и внешних (экологических) факторов по полученным результатам невозможно. Можно заметить некоторую тенденцию: фактор года (красные столбцы) чаще преобладает в динамике изменчивости прироста, а фактор дерева (синие столбцы) – в динамике самого прироста (критические значения дисперсий для анализируемых матриц 10 деревьев за 11 лет равны порядка 2,5), что соответствует приведенным выше результатам. Однако приуроченности резких всплесков к каким-либо возрастным этапам или этапам состояния древостоя (типа процветание/угнетение), косвенно отраженным в размере прироста, не наблюдается.

Как известно, при двухфакторном дисперсионном анализе наряду с исследуемыми факторами проявляются и неучтенные или вызванные их взаимодействием, обычно в виде остаточной дисперсии. В наших результатах обнаружилась несколько неожиданная закономерность, а именно – высокая положительная корреляция прироста и остаточной дисперсии приращений сглаженного прироста (табл. 6).

Чисто гипотетически возможна следующая трактовка этого явления. Увеличение прироста обусловлено улучшением светового режима, проще говоря – изреживанием. То, что в более редком пологом пестрота (разность в разных точках, гетерогенность) светообеспеченности выше, чем в сомкнутом – почти аксиома. Световой режим – параметр, который может разнонаправленно меняться у смежных моделей, в отличие от синоптических условий. Другими словами, увеличение прироста, связанное с улучшением светового режима, параллельно сопровождается ростом гетерогенности освещенности, что и проявляется в увеличении остаточной дисперсии. Для примера приведены графики соответствия прироста (масштабированного, чтобы поместить оба параметра на

один график) и остаточной дисперсии для двух пробных площадей (рис. 2).

В тех случаях, когда значения r выбиваются из общей закономерности, рельеф обеих кривых слабо выражен (ПП Ель и Маг1, рис. 3).

Результаты дисперсионного и амплитудного анализа динамики и изменчивости радиального прироста свидетельствуют в пользу значительного и стабильного преобладания генотипической составляющей в их изменениях год от года. Поскольку генотипическая вариация сглаженного прироста практически на всех ПП равна 0,7–0,8 с небольшими отклонениями внутри ПП (вычислена средняя за столько 11-летних, сколько существуют все анализируемые модели), хочется предположить, что данная величина является фоновой для ненарушенных древостоев. Интересно, что с возрастом вклад генотипической составляющей в размер прироста и в его варьирование никак не связан, даже при наличии выраженного тренда темпов прироста данные величины (H^2) проявляют незначительные флуктуации в обе стороны от средней многолетней. Замечена несколько большая зависимость от внешних факторов у изменчивости прироста по сравнению с самим приростом, но, по нашим данным, это не более чем тенденция.

Выявлена высокая положительная корреляция сглаженного прироста и остаточной дисперсии его приращений. Однако корректность применения данной зависимости в диагностических целях нуждается в специальном математическом обосновании.

Библиографический список

1. Грюнталь, Е. Ю. Динамика рангов в процессе роста по диаметру в лиственничниках северо-восточной Евразии / Е. Ю. Грюнталь // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2011. – № 4. – С. 214–220.

РОСТ КЛОНОВ КЕДРА СИБИРСКОГО РАЗЛИЧНОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ НА ЮГЕ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.А. ЖУК, н. с. Института мониторинга климатических и экологических систем СО РАН,
канд. биол. наук

eazhuk@yandex.ru

Виды, обладающие обширными ареалами, как правило, характеризуются определенной внутривидовой изменчивостью. Эта изменчивость связана с адаптацией растений из различных климатических зон к комплексу условий среды в районе произрастания и проявляется в соответствующих морфологических и физиологических особенностях организмов. Основным методом исследования эколого-географической дифференциации вида на экотипы и популяции является выращивание из потомства *ex situ* в одинаковых условиях и наблюдения за ним.

Кедр сибирский (*Pinus sibirica* Du Tour) занимает огромный ареал около 5 млн км² и во многих его частях является эдификатором растительного покрова. Большая часть работ, касающихся внутривидовой изменчивости кедра сибирского, была проведена в географическом клоновом архиве, созданном Н.Ф. Колеговой [4] методом прививки на сосну обыкновенную (*Pinus sylvestris* L.). Клоновый архив кедра сибирского на юге Томс-

кой области был создан с целью исследования его внутривидовой дифференциации С.Н. Горошкевичем вместе с коллегами методом прививки на саженцы кедра сибирского местного происхождения, что позволило минимизировать явление несовместимости привоя и подвоя, которое может снижать надежность полученных результатов. Архив включает клоны более чем из 50 районов произрастания кедра сибирского, охватывающих большую часть его ареала. С 2003 г. здесь проводятся наблюдения за фенологией роста и развития женских шишек, а также исследования структуры побегов и кроны у различных экотипов кедра сибирского. Цель данной работы – на основании наблюдений за ростом и развитием клонов различного широтного, долготного и высотного происхождения выявить закономерности внутривидовой изменчивости кедра сибирского.

Работа проводилась в клоновом архиве на научном стационаре «Кедр» ИМКЭС СО РАН (56°29' с.ш., 84°57' в.д.) на клонах кедра

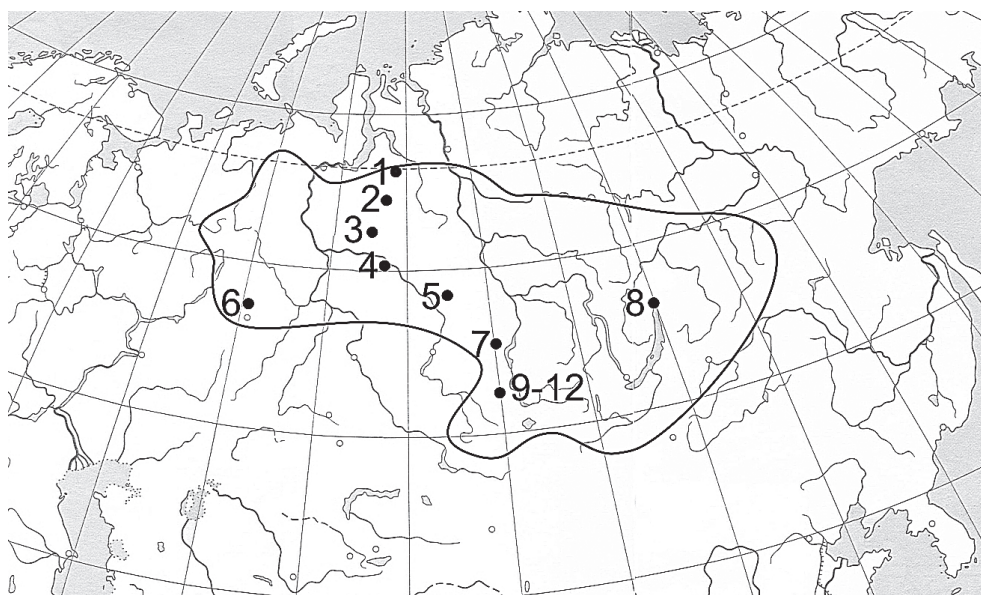


Рис. 1. Ареал кедра сибирского и экотипы, включенные в исследование

Координаты районов произрастания материнских деревьев

Номер экотипа	Название экотипа	Широта	Долгота	Высота над уровнем моря, м
Широтные экотипы				
1	Уренгой	65°50' с.ш.	78°10' в.д.	40
2	Тарко-Сале	64°40' с.ш.	77°41' в.д.	40
3	Ноябрьск	63°10' с.ш.	75°20' в.д.	110
4	Стрежевой	60°45' с.ш.	77°30' в.д.	40
5	Виссарионов бор	58°13' с.ш.	84°32' в.д.	110
Долготные экотипы				
6	Невьянск	57°15' с.ш.	60°10' в.д.	300
7	Тайшет	55°50' с.ш.	98°00' в.д.	350
8	Северобайкальск	55°40' с.ш.	109°25' в.д.	700
Высотные экотипы				
9	Абаза	52°30' с.ш.	90°05' в.д.	350
10	Большой Он	52°05' с.ш.	89°45' в.д.	1100
11	Долина Она	51°50' с.ш.	89°50' в.д.	1400
12	Он – граница леса	51°47' с.ш.	89°55' в.д.	1900

сибирского, районы происхождения которых составляют широтный, долготный и высотный профили (рис. 1) из различных районов ареала (табл. 1). В исследование были включены одновозрастные клоны, созданные в 1996 г. и выращенные с размещением 3×6 м. Каждый экотип включал 10–24 клонов, а каждый клон, в свою очередь, включал 7–10 гамет.

С 2004 по 2012 г. в клоновом архиве проводились исследования фенологии роста и морфоструктуры побега у экотипов трех профилей. Фенологические наблюдения велись в течение всего периода роста, измерение длины побегов производилось каждые 7 дней. Рост побега считался завершенным, когда побег достигал более 95 % окончательной длины. В качестве результата приведены усредненные данные за 2004–2012 г. Длина годовых побегов была измерена за 2000–2012 гг. и, таким образом, была восстановлена погодичная динамика роста побегов за данный период. На всех побегах было подсчитано число структур, отвечающих за ветвление (ауксибласты, спящие почки) и за удлинение побега (стерильные катафиллы, брахибласты). В случае опадения этих структур их число восстанавливали по следам на коре побегов с помощью ретроспективного анализа [2, 11].

Диаметр ствола под прививкой был примерно равен диаметру ствола над местом прививки у всех экотипов, что означает отсутствие явной несовместимости между привоем и подвоем. Наблюдения за динамикой роста привоев в течение 13 лет показали, что, в основном, удлинение ствола происходило равномерно у всех экотипов (рис. 2, 3).

Высота привоев в 2012 г. у экотипов широтного профиля постепенно увеличивалась от самого северного экотипа Уренгой (206 см) до самого южного экотипа Виссарионов бор (273,7 см), остальные экотипы занимали промежуточное положение. Между долготными экотипами различия также были существенны, однако никакой заметной связи с долготой обнаружено не было. Наименьшей высотой обладали клоны из самого восточного экотипа Северобайкальск (241 см), наибольшей – клоны из экотипа Тайшет (339,3 см), а самый западный экотип Невьянск занимал промежуточное положение по этому признаку (306,4 см). У высотных экотипов наиболее высоким был низкогорный экотип Абаза (356,2 см), с увеличением высоты происхождения экотипа высота привоя уменьшалась до 251,1 см у высокогорного экотипа Он – граница леса. Уровень изменчивости по высоте привоя внутри большинства экотипов был довольно высоким ($C_v = 24–60\%$).

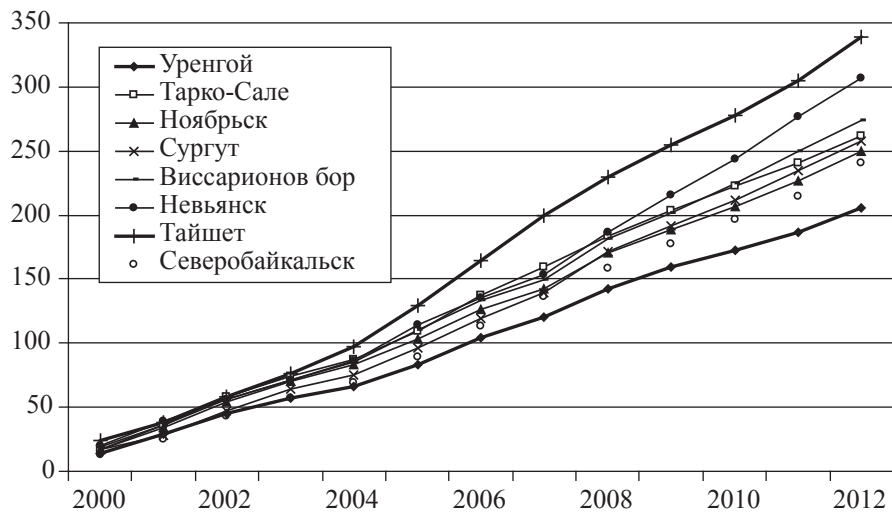


Рис. 2. Динамика роста клонов из широтных и долготных экотипов

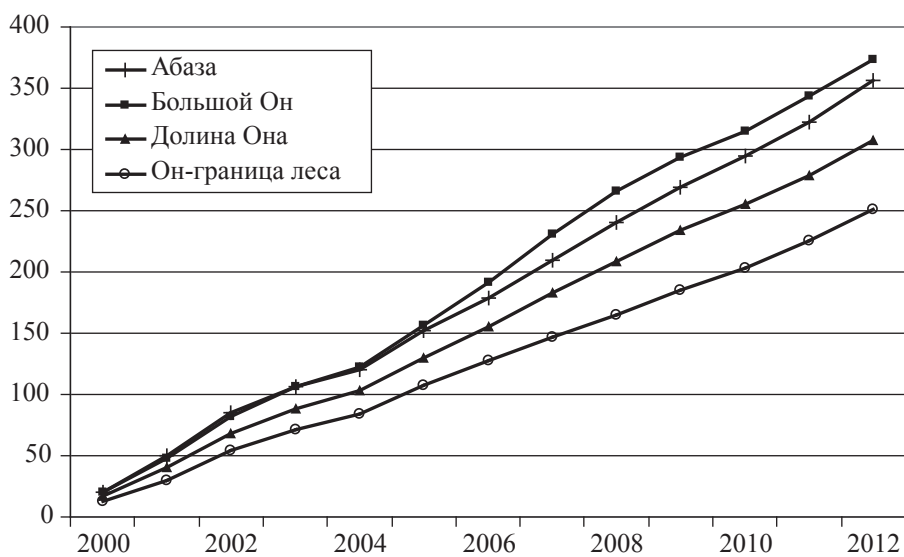


Рис. 3. Динамика роста клонов из высотных экотипов

Длина годового побега, а также длина хвои на весеннем и летнем побегах значительно варьировались от экотипа к экотипу (табл. 6). По мере увеличения широты произрастания материнских деревьев длина годового побега у клонов уменьшалась в 1,4 раза, а по мере увеличения высоты – в 1,5 раз. Самый восточный экотип имел в 1,4–1,5 раз меньшую длину, чем два западных.

Время начала и окончания сезонного роста побегов, равно как и общая продолжительность роста побегов, имели определенные закономерности у экотипов из разных профилей (табл. 2). Максимальные различия наблюдались между экотипами высотного профиля – у высокогорных экотипов рост побега начинался на 5 дней раньше, чем у низ-

когорных. У северных экотипов рост побега начинался всего на 2 дня раньше, чем у южных, а у долготных экотипов различия составили всего 1 день. Даты прекращения роста годового побега различались немного более существенно у экотипов широтного и высотного профилей. Северный и высокогорный экотипы заканчивали рост на 5 дней раньше, чем южный и низкогорный. Различия по дате окончания роста у долготных экотипов не имели четкой связи с координатами района происхождения клонов. Промежуточный по происхождению экотип заканчивал рост на 5–7 дней позже, чем западный и восточный.

Значительные различия по длине побегов между экотипами при слабых различиях по срокам роста говорят о том, что больший

Сроки роста и структура годичного побега

Экотипы	Средняя дата начала роста побега	Средняя дата окончания роста побега	Средняя длина побега, см	Число метамеров, отвечающих за ветвление	Число метамеров, отвечающих за удлинение побега
Широтные экотипы					
Уренгой	30.04	13.06	15,6 а*	12	69 а
Тарко-Сале	02.05	17.06	19,3 аб	11	82 аб
Ноябрьск	03.05	15.06	18,5 аб	11	83 б
Стрежевой	03.05	15.06	19,5 б	10	88 б
Виссарионов бор	03.05	17.06	21,4 б	9	97 б
Долготные экотипы					
Невьянск	04.05	17.06	21,8 б	9	92 аб
Тайшет	04.05	22.06	24,4 б	13	102 б
Северобайкальск	02.05	15.06.	16,1 а	10	78 а
Высотные экотипы					
Абаза	07.05	17.06	27,1 б	8	102 б
Большой Он	06.05	18.06	27,2 б	10	102 б
Долина Она	04.05	14.06	21,9 аб	9	89 аб
Он–граница леса	02.05	13.06	17,6 а	10	80 а

Примечание. * – наличие одинаковой буквы у двух и более экотипов означает отсутствие различий между ними при $P = 0,95$. Сравнение проводилось между экотипами каждой группы отдельно

вклад в различия экотипов по длине побега вносят различия по скорости роста, а не по его продолжительности.

Общее число метамеров в составе годичного побега значительно уменьшалось от южных экотипов к северным и от низкогорных к высокогорным. У долготных экотипов по числу метамеров лидировал географически промежуточный экотип Тайшет. Отношение числа метамеров, отвечающих за ветвление, к числу метамеров, отвечающих за удлинение побега, постепенно изменялось от 1/10 до 1/5 от южных экотипов к северным и от 1/12 до 1/8 от низкогорных экотипов к высокогорным. От западного экотипа к восточному это отношение составляло 1/10, 1/12 и 1/8.

В морфогенезе побегов у экотипов широтного и высотного профиля встречались аномалии, у экотипов долготного профиля они не были найдены. Все аномалии морфогенеза были связаны с нарушением очередности заложения пазушных структур: наличие дополнительной зоны спящих почек или ауксибластов в проксимальной части побега, отсутствие зоны стерильных катафиллов в проксимальной части побега, нестандартный порядок заложения пазушных структур

в дистальной части побега. Доля деревьев, имеющих побеги с какой-либо аномалией развития, в целом была невелика и различалась от экотипа к экотипу. Наибольшее число аномалий было обнаружено у самого северного и высокогорного экотипа (25 и 30 % клонов соответственно), а 2 самых южных и 2 низкогорных экотипа не имели их вообще. Из промежуточных по географическому и высотному происхождению экотипов около 10 % клонов имели побеги с аномальным морфогенезом.

Таким образом, от южных экотипов к северным и от низкогорных к высокогорным происходит все более раннее завершение роста, но различия не столь велики, как у других видов р. *Pinus* в подобных исследованиях [7, 8, 10]. Различия по срокам роста у *Pinus contorta*, *Pinus ponderosa* и *Pinus sylvestris*, доходящие до 10–35 дней в нашем исследовании, достигали лишь 5 дней у наиболее контрастных по происхождению экотипов, хотя очередность завершения роста у широтных и высотных экотипов согласуется с предшествующими исследованиями роста и развития привоев различного широтного и высотного происхождения в условиях прививочной

плантации у бореальных видов хвойных [1, 3–5].

С сокращением продолжительности и теплообеспеченности вегетационного периода в районах происхождения экотипов снижалась интенсивность роста их вегетативного потомства, в составе годичного побега увеличивалось число метамеров, отвечающих за ветвление, уменьшалось число метамеров, отвечающих за удлинение побега, возрастала доля побегов, имеющих аномалии в морфогенезе. Подобные закономерности в отношении роста и числа метамеров у семенного потомства или клонов, перемещенных в однородные условия, характерны и для других видов хвойных [1, 6, 9]. Выявленная закономерность демонстрирует преимущественно климатическую обусловленность внутривидовой изменчивости кедра сибирского по признакам роста и структуры побега.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 13-04-01649 а и интеграционного проекта СО РАН № 140.

Библиографический список

1. Авров, Ф.Д. Экология и селекция лиственницы / Ф.Д. Авров // Проблемы региональной экологии. – 1996. – Вып. 7. – 214 с.
2. Воробьев, В.Н. Рост и пол кедра сибирского / В.Н. Воробьев, Н.А. Воробьева, С.Н. Горшкевич. – Новосибирск, 1989. – 167 с.
3. Ирошников, А.И. Географические культуры хвойных в Сибири / А.И. Ирошников. // Географические культуры и плантации хвойных в Сибири, 1977. – С. 3–110.
4. Колегова, Н.Ф. Географические прививочные плантации кедра и сосны / Н.Ф. Колегова // Географические культуры и плантации хвойных в Сибири, 1977. – С. 154–166.
5. Кузнецова, Г.В. Особенности роста и развития кедровых сосен на лесосеменных объектах Средней Сибири: дисс. ... канд. биол. наук: 03.00.05 / Г.В. Кузнецова. – Красноярск, 2001. – 25 с.
6. Chuine, I. Height growth determinants and adaptation to temperature in pines: a case study of *Pinus contorta* and *Pinus monticola* / I. Chuine, G. E. Rehfeldt, S. N. Aitken // *Canad. J. For. Res.* – 2006. – № 36. – P. 1059–1066.
7. Cannell, M.C.R. Heights of provenances and progenies of *Pinus contorta* in Britain correlated with seedling phenology and the duration of bud development / M.C.R. Cannell, S. Thompson, R. Lines // *Silvae Genetica.* – 1981. – Vol. 30, № 6. – P. 166–173.
8. Oleksyn, J. Growth and biomass partitioning of populations of European *Pinus sylvestris* L. under simulated 50 and 60°N daylengths: evidence for photo periodic ecotypes / J. Oleksyn, M.G. Tjoelker, P.B. Reich // *New Phytol.* – 1992. – № 120. – P. 561–574.
9. Oleksyn, J. Biogeographic differences in shoot elongation pattern among European Scots pine populations / J. Oleksyn [et al.] // *For. Ecol. Manag.* – 2001. – Vol. 148. – P. 207–220.
10. Rehfeldt, G. E. Genetic differentiation among populations of *Pinus ponderosa* from Upper Colorado river basin // *Bot. Gaz.* – 1990. – Vol. 151, № 1. – P. 125–137.
11. Vorobjev, V. N. Method of retrospective study of seminference dynamics in Pinaceae / V. N. Vorobjev, S. N. Goroshkevich, D. A. Savchuk // *Proc. international workshop on subalpine stone pines and their environment: the status of our knowledge.* – Ogden, 1994. – P. 201–204.

ЗИМОСТОЙКОСТЬ И МОРОЗОУСТОЙЧИВОСТЬ ИНТРОДУЦЕНТОВ

О.С. ЗАЛЫВСКАЯ, доц. каф. лесных культур и ландшафтного строительства С(А)ФУ, канд. с.-х. наук,

Н.А. БАБИЧ, проф. каф. лесных культур и ландшафтного строительства С(А)ФУ, д-р с.-х. наук

o--s@yandex.ru, les@agtu.ru

Ассортимент древесной и кустарниковой флоры северных регионов ограничивает количество пород, пригодных для зеленого строительства. В то же время внедрение в озеленение все новых родов, видов и форм приводит к увеличению числа интродуцентов, входящих в состав городских сообществ. В итоге увеличивается видовое

разнообразие северных урбозкосистем, что оптимизирует городскую среду для населения. Результаты оценки зимостойкости растений дают основание судить о перспективности растений для введения в зеленые насаждения города.

Основные исследования проводились в г. Северодвинске Архангельской области. В

настоящее время дендрофлора города представлена 26 видами:

– деревья: береза повислая, береза пушистая, ель колючая, кедр сибирский (сосна кедровая сибирская), липа мелколистная, лиственница Сукачева, ольха черная, рябина обыкновенная, тополь дрожащий (осина), тополь бальзамический, черемуха обыкновенная, яблоня ягодная (сибирская).

– кустарники: арония черноплодная (рябина черноплодная), боярышник кроваво-красный (сибирский), бузина красная (костистая), дерен белый (сибирский), жимолость татарская, ива козья, ирга обильноцветущая, калина обыкновенная, карагана древовидная (акация желтая), кизильник блестящий, роза иглистая, роза морщинистая, сирень венгерская, смородина золотистая.

Из них интродуцентами региона являются 16 видов из 9 семейств: арония черноплодная, боярышник кроваво-красный, бузина красная, дерен белый, ель колючая, жимолость татарская, ирга обильноцветущая, карагана древовидная, кедр сибирский, кизильник блестящий, липа мелколистная, роза морщинистая, сирень венгерская, смородина золотистая, тополь бальзамический, яблоня ягодная.

Зимостойкость является одним из основных биологических признаков, определяющих возможность интродукции растений на Север. Для климата Архангельской области характерна частая смена воздушных масс. Вторжение арктического холодного воздуха в летние месяцы вызывает обычно заморозки в период вегетации, при этом от заморозков не застрахован ни один летний месяц [1].

Под зимостойкостью понимают устойчивость растений к длительным отрицательным температурам, а под морозоустойчивостью – способность переносить резкие понижения температуры ниже -25°C .

Зимостойкость оценивалась по 7-балльной шкале Главного ботанического сада Академии наук (ГБС АН):

I – растения не обмерзают;

II – обмерзает не более 50 % длины однолетних побегов;

III – обмерзает от 50 до 100 % длины однолетних побегов;

IV – обмерзают не только однолетние, но и более старые побеги;

V – обмерзает надземная часть до снегового покрова;

VI – обмерзает вся надземная часть;

VII – растение вымерзает целиком.

Для исследования морозоустойчивости древесных растений использовалась следующая шкала (ГБС АН):

0 – растение не обмерзает;

0,1–0,9 – растение слабо обмерзает;

1,0–7,9 – растение умеренно обмерзает;

8,0–69,9 – растение значительно обмерзает;

70,0–100,0 – растение полностью вымерзает.

Здесь 0–100,0 есть значения индекса обмерзания, %.

Индекс обмерзания

$$И = 100 \cdot L \cdot c / H \cdot C,$$

где L – длина обмерзшей части ветки, м;

c – диаметр у основания обмерзшей части ветки, м;

H – высота растения, м;

C – диаметр ствола (ниже первой ветки), м.

После окончания поздневесенних заморозков, в результате которых могут повредиться начавшие расти побеги, производилась оценка зимостойкости наблюдаемых деревьев и кустарников и сравнивались данные показатели с опубликованными (табл. 1.)

Наиболее зимостойкие, по нашим исследованиям, аборигены – лиственница Сукачева, рябина обыкновенная, тополь дрожащий, черемуха обыкновенная; хвойные интродуценты – кедр сибирский, ель колючая и инорайонный кустарник смородина золотистая (обмерзает не более 10 % длины однолетних побегов). Арония черноплодная, ирга обильноцветущая, роза морщинистая, тополь бальзамический по зимостойкости также не уступают аборигенам и обмерзают не более чем на 30 % длины однолетних побегов. Процент обмерзания липы мелколистной, бузины красной, караганы древовидной варьируется от 40 до 70 %. У сирени венгерской, кизильника блестящего, жимолости татарской,

Зимостойкость деревьев и кустарников

Порода	Балл зимостойкости	
	г. Северодвинск (наши данные)	Дендросад АГТУ [2]
Арония черноплодная*	II (обмерзает 15 % длины однолетних побегов)	I
Береза повислая	IV (обмерзают не только однолетние, но и более старые побеги)	–
Береза пушистая	IV (обмерзают не только однолетние, но и более старые побеги)	–
Боярышник кроваво-красный	IV (обмерзают не только однолетние, но и более старые побеги)	I
Бузина красная	III (обмерзает от 50 до 100 % длины однолетних побегов)	I
Дерен белый	IV (обмерзают не только однолетние, но и более старые побеги)	–
Ель колючая	II (обмерзает 10 % длины однолетних побегов)	I
Жимолость татарская	IV (обмерзают не только однолетние, но и более старые побеги)	I
Ива белая	II (обмерзает 20 % длины однолетних побегов)	I
Ирга обильноцветущая	II (обмерзает 30 % длины однолетних побегов)	I
Калина обыкновенная	II (обмерзает 30 % длины однолетних побегов)	I
Карагана древовидная	III (обмерзает от 50 до 100 % длины однолетних побегов)	I
Кедр сибирский	II (обмерзает 8 % длины однолетних побегов)	–
Кизильник блестящий	IV (обмерзают не только однолетние, но и более старые побеги)	I
Липа мелколистная	II (обмерзает 40 % длины однолетних побегов)	I
Лиственница Сукачева	II (обмерзает 5 % длины однолетних побегов)	I
Ольха серая	II (обмерзает 15 % длины однолетних побегов)	I
Роза иглистая	II (обмерзает 30 % длины однолетних побегов)	–
Роза морщинистая	III (обмерзает 30 % длины однолетних побегов)	II–I
Рябина обыкновенная	II (обмерзает 10 % длины однолетних побегов)	I
Сирень венгерская	IV (обмерзают не только однолетние, но и более старые побеги)	I
Смородина золотистая	I	I–II
Тополь бальзамический	II (обмерзает 15 % длины однолетних побегов)	I
Тополь дрожащий	II (обмерзает 10 % длины однолетних побегов)	I
Черемуха обыкновенная	II (обмерзает 10 % длины однолетних побегов)	I

Примечание: * жирным шрифтом выделены виды-интродуценты

дерна белого, боярышника кроваво-красного обмерзают однолетние и более старые побеги, но эти виды обладают высокой побеговоспроизводительной способностью.

Как показывает анализ таблицы, большинство растений дендросада более зимостойки, так как деревья находятся в более благоприятных условиях (уход, микроклимат).

Как отмечают некоторые авторы [2, 3], зимостойкость древесных растений в отдельные годы зависит от целого ряда причин и может сдвигаться в ту или другую сторону.

Зимостойкость является результатом как исторического, так и онтогенетического развития растений в определенных условиях внешней среды. Она не является постоянным свойством, зависит от целого ряда условий, и попытка объяснить ее каким-либо одним фактором или свойством растения обычно не

имеет успеха. Зимостойкость растений одного и того же вида зависит от географического происхождения семян, а также варьируется среди разно- и разновозрастных насаждений. В первые годы жизни у большинства интродуцированных древесных растений подмерзают однолетние и двулетние побеги, в дальнейшем их зимостойкость поднимается. Она также повышается в последующих поколениях репродукторов. Результаты оценки зимостойкости растений дают основание судить о перспективности растений для введения в зеленые насаждения города [4].

Важнейшим показателем устойчивости растений к неблагоприятным зимним условиям является содержание углеводов. Причем, в повышении зимостойкости существенную роль играет превращение крахмала. В процессе исследования древесных

Морозоустойчивость дендрофлоры г. Северодвинска

Порода	Индекс обмерзания, %	Характеристика обмерзания
Арония черноплодная	0,5	Слабо
Береза повислая	2	Умеренно
Береза пушистая	2,4	Умеренно
Боярышник кроваво-красный	0,4	Слабо
Бузина красная	0,1	Слабо
Дерен белый	8,3	Значительно
Ель колючая	0,4	Слабо
Жимолость татарская	4,3	Умеренно
Ива белая	0,6	Слабо
Ирга обильноцветущая	0,6	Слабо
Калина обыкновенная	4,2	Умеренно
Карагана древовидная	4,0	Умеренно
Кедр сибирский	0,1	Слабо
Кизильник блестящий	5,4	Умеренно
Липа мелколистная	0,2	Слабо
Лиственница Сукачева	0,1	Слабо
Ольха серая	2,9	Умеренно
Роза иглистая	6	Умеренно
Роза морщинистая	10	Значительно
Рябина обыкновенная	1,0	Умеренно
Сирень венгерская	2,0	Умеренно
Смородина золотистая	0,0	Не обмерзает
Тополь бальзамический	0,04	Не обмерзает
Тополь дрожащий	0,5	Слабо
Черемуха обыкновенная	0,2	Слабо

пород в дендрарии АГТУ установлено, что максимальное содержание крахмала приходится на сентябрь (осенний максимум), затем количество крахмала уменьшается. Общее содержание крахмала в зимний период у черемухи обыкновенной и ирги обильноцветущей выше, чем у клена татарского и крушины слабительной. Полное исчезновение крахмала в зимние месяцы наблюдается у липы мелколистной. Осенью растение накапливает крахмал, который в период закалки постепенно переходит в сахар или масло. Зимой оно постепенно расходует запасные вещества. У растений, сохраняющих в течение всего зимнего периода крахмал, запасы сахара и масла за счет его пополняются. У растений, не имеющих зимой крахмала, источник сахара и масла расходуется раньше, и растение утрачивает зимостойкость. Наиболее зимостойкой из инорайонных пород является ирга обильноцветущая, наименее устойчивы к морозам клен татарский и крушина слабительная,

липа мелколистная занимает промежуточное положение. Таким образом, наличие крахмала в побегах растений в зимний период может служить некоторым критерием оценки морозоустойчивости древесных пород [5].

На зимовке растений неблагоприятно сказываются дожди в конце лета после прекращения роста побегов. В этом случае могут распускаться почки, трогаться в рост побеги, что приводит к побиванию морозами. Растения с поздними сроками сезонного развития страдают от воздействия коротких поздних осенних заморозков: средних ($-4...-5$ °C) и слабых (до -3 °C). Виды растений с ранним началом вегетации получают повреждения в результате средних и сильных (ниже -5 °C) заморозков [3]. Оценка морозоустойчивости изучаемых видов приведена в табл. 2.

Подготовленность деревьев и кустарников к зиме. Возможность произрастания новых видов древесных растений на Европейском Севере лимитируется сложным ком-

Подготовленность растений к зиме

Порода	Срок наступления полной готовности						Группа
	04.09	11.09	18.09	27.09	04.10	11.10	
Арония черноплодная	+						1
Береза повислая	+						1
Береза пушистая	+						1
Боярышник кроваво-красный	+–	+–	+				2
Бузина красная	–	–	+–	+			2
Дерен белый	–	+–	+–	+			2
Ель колочая	+–	+					2
Жимолость татарская	+						1
Ива белая	–	+–	+–	+–	+–	+	2
Ирга обильноцветущая	–	+					2
Калина обыкновенная	–	–	+–	+–	+–	+	2
Карагана древовидная	+–	+					2
Кедр сибирский	+–	+					2
Кизильник блестящий	+						1
Липа мелколистная	–	–	+–	+–	+		2
Лиственница Сукачева	+–	+–	+–	+			2
Ольха серая	+						1
Роза иглистая	+–	+–	+–	+–	+		2
Роза морщинистая	+–	+–	+–	+–	+		2
Рябина обыкновенная	+						1
Сирень венгерская	+–	+					2
Смородина золотистая	+						1
Тополь бальзамический	+–	+					2
Тополь дрожащий	+						1
Черемуха обыкновенная	+						1

Примечание. «+» – побеги одревеснели полностью; «–» – побеги не одревеснели; «+–» – побеги частично одревеснели

плексом внешних условий в зимнее время. Успешность перезимовки интродуцентов в условиях Архангельской области определяется не только условиями зимы, но и подготовленностью к ней растений, прежде всего, их общим состоянием, степенью завершенности ростовых процессов, полнотой прохождения осенних фенофаз сезонного развития и снижением физиологической активности в связи с переходом в состояние зимнего покоя. Все это, в свою очередь, зависит как от погодных условий предшествующего зимовке вегетационного периода, так и от генетически обусловленных экологических особенностей вида.

Вызревание побегов, обеспечивающее высокую морозостойкость, связано с лигнификацией клеточных оболочек древесины. Чем раньше приостанавливается камбиаль-

ная деятельность и на срезах обнаруживается граница между камбием и древесиной, тем выше морозостойкость растений. Своевременное завершение процесса одревеснения является одним из признаков зимостойкости растений [6].

Проведенные нами исследования показали, что к началу сентября все растения заканчивают рост и их побеги приступают к одревеснению (табл. 3).

У зимостойких видов сезонное развитие протекает в более короткие сроки и, как правило, завершается в период с температурой выше +5 °С, (арония, жимолость, кизильник, смородина). По жизненной форме это кустарники, что подтверждает их лучшую приспособляемость к условиям Севера. Срок наступления полной готовности к зиме у перечисленных видов совпадает с местны-

ми. У липы, дерна, розы, бузины сезонное развитие занимает более длительный период. Остальные породы занимают промежуточное положение.

Все аборигенные виды и зимостойкие инорайонные интродуценты относятся к поздно начинающим и рано заканчивающим вегетацию. В процессе роста и развития они приспособились к экстремальным условиям климата благодаря короткому, бурному периоду роста, способности вовремя завершать процессы закаливания и своевременному вступлению в период покоя и выхода из него в оптимальные сроки. Незимостойкие инорайонные интродуценты достаточно консервативны, не меняют ритма своего развития, не успевают завершить ростовые процессы и сильно повреждаются морозом [1, 6].

Библиографический список

1. Бабич, Н.А. Интродуценты в зеленом строительстве северных городов / Н.А. Бабич, О.С. Залывская, Г.И. Травникова. – Архангельск: АГТУ, 2008. – 144 с.
2. Малаховец, П.М. Деревья и кустарники дендросада АГТУ / П.М. Малаховец, В.А. Тисова. – Архангельск: АГТУ, 1999. – 50 с.
3. Романова, А.Б. Устойчивость к поздним весенним заморозкам интродуцентов дендрария / А.Б. Романова // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений: Матер. Всероссийской научно-практической конф. – Красноярск: СибГТУ, 1999. – С. 70–71.
4. Лапин, П.И. Оценка перспективности интродукции древесных растений по данным визуальных наблюдений / П.И. Лапин, С.В. Сиднева // Опыт интродукции древесных растений. – М.: Наука, 1973. – С. 7–67.
5. Искусственное лесовосстановление и интродукция на Европейском Севере / под общ. ред. Н. А.Бабича. – Архангельск, 1998. – 184 с.
6. Нилов, В.Н. Зимостойкость и отпад древесных интродуцентов в условиях дендрологического сада АИЛиЛХ / В.Н. Нилов // Материалы годичной сессии по итогам научно-исследовательских работ за 1979 год. – Архангельск: АИЛиЛХ, 1980. – С. 7–9.

МОРФОГЕНЕЗ ОСЕВЫХ ОРГАНОВ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ И ЕЛИ ПРИ ДЕЙСТВИИ СВЕТА РАЗЛИЧНОГО СПЕКТРАЛЬНОГО СОСТАВА

Ю.В. ИВАНОВ, *с. н. с. Института физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН, канд. биол. наук,*

П.П. ПАШКОВСКИЙ, *с. н. с. Института физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН, канд. биол. наук,*

А.В. КАРТАШОВ, *н. с. Института физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН, канд. биол. наук,*

А.И. ИВАНОВА, *н. с. Института физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН, канд. биол. наук,*

Ю.В. САВОЧКИН, *н. с. Института физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН, канд. биол. наук*

ivanovinfo@mail.ru, pashkovskiy.pavel@gmail.com, botanius@yandex.ru

Свет, являющийся ключевым источником энергии при фотосинтезе, играет важную роль в жизнедеятельности растений и в значительной мере определяет интенсивность их роста и развития [1]. Для подавляющего большинства высших растений спектральный диапазон света, используемого при фотосинтезе, имеет сходный состав, однако различные участки спектра вызывают определенные видоспецифичные реакции [2]. В исследованиях влияния длинноволновых (красных) и

коротковолновых (синих) участков спектра света на развитие водорослей и цветковых растений установлена их важная ассимиляционная и регуляторная роли. При действии света различного спектрального состава обнаружены изменения в прорастании семян, развитии корневой системы, росте стебля и формировании генеративных органов [3–5]. Установлено, что красный свет (610–760 нм) важен для развития фотосинтетического аппарата и аккумуляции крахмала, в то время

как синий (440–485 нм) – для фотоморфогенеза, развития хлоропластов, синтеза хлорофилла, движений замыкающих клеток устьиц и др. [1, 3].

Несмотря на существенный прогресс, достигнутый при изучении воздействия электромагнитного излучения красной и синей областей видимого спектра на развитие сельскохозяйственных культурных растений (пшеница, картофель, томат, табак, капуста, салат и др.) [1], особенности морфогенеза видов хвойных практически не исследовались [6]. Принимая во внимание принадлежность хвойных к древнейшим представителям высших сосудистых растений [7], мы можем ожидать проявления иных по сравнению с цветковыми растениями физиологических реакций в ответ на воздействие света различного спектрального состава. Поскольку ассимиляционный аппарат хвойных эволюционировал в условиях смещения спектра света из-за трансформации газового состава атмосферы [8], их современные виды способны адаптироваться к качеству получаемого света. В результате, хвойные произрастают как в условиях недостатка синего и красного диапазонов спектра солнечного света (полог лиственного леса), так и в условиях значительной инсоляции и даже примеси ультрафиолетового излучения (высокогорье, зимний сезон) [7, 9].

До недавнего времени изучение фундаментальных основ физиологического действия светового излучения различных областей спектра было затруднено ввиду отсутствия необходимых источников узкополосного света высокой мощности. Лишь в последние годы, благодаря развитию полупроводниковых технологий, интенсифицировались работы по изучению воздействия монохроматического света, излучаемого светодиодами, на морфогенез различных видов цветковых растений [1]. По сравнению с распространенными светоизлучающими системами (ртутные газоразрядные, люминесцентные, натриевые газоразрядные лампы), светодиодные матрицы имеют ряд уникальных преимуществ. Во-первых, они излучают стабильный свет четкого волнового диапазона, характеризуются

малыми размерами, длительным сроком эксплуатации и соответствуют высоким экологическим стандартам. Во-вторых, низкое энергопотребление и малое тепловое излучение позволяют широко применять светодиоды в осветительных системах оранжерей, теплиц и климатических камер. В-третьих, спектральная специфичность и высокая мощность излучения делают их практически незаменимым инструментом для изучения физиологических и молекулярных механизмов действия света на растения [1, 5, 10].

Целью настоящей работы явилось изучение морфогенеза осевых органов семян сосны обыкновенной и ели европейской при постоянном воздействии узкополосного синего и красного света.

Семена сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и ели европейской (*Picea abies* (L.) H.Karst.) сбора 2010 г. предоставлены Учебно-опытным лесхозом Брянской государственной инженерно-технологической академии. Проращивание семян проводилось в климатической камере при 16-часовом световом периоде в условиях водной культуры [11]. В качестве источников освещения использовались светодиодные матрицы мощностью 50 Вт из алюминия-галлия-индия фосфида, излучающие свет в красной (660 нм) и индия-галлия нитрида, излучающие свет в синей (465 нм) областях спектра, выровненные по количеству падающих квантов ($150 \pm 30 \mu\text{E}/\text{m}^2\text{сек}^{-1}$). В качестве контроля использовались люминесцентные лампы холодного дневного света (ЛДС) OSRAM L36W/765 ($150 \pm 30 \mu\text{E}/\text{m}^2\text{сек}^{-1}$), которые характеризуются широким спектральным диапазоном с наличием множества пиков излучения, в том числе в красной и синей областях. С момента сброса семенной кожуры и развертывания семядолей сеянцы выращивались на специально разработанной питательной среде [11].

Эксперимент заканчивался по достижении сеянцами возраста 6 недель. Оценка накопления биомассы сеянцами и отдельными органами проводилась гравиметрическим методом. Измерения линейных размеров осевых органов (главный корень, гипокотиль), протяженности зоны образования боковых

корней, их количества, а также количества хвоинок проводились в программе *MapInfo Professional v.9.5* после сканирования семян с разрешением 600 dpi.

Анатомические исследования выполнялись методами световой микроскопии на временных препаратах поперечных срезов гипокотилей семян сосны обыкновенной и ели европейской, приготовленных непосредственно перед исследованием. Срезы толщиной 10–30 мкм готовили с помощью микротомы с вибрирующим лезвием HM650V (*Thermo Fisher Scientific*, США) через центральную часть органа. Полученные срезы переносили на предметные стекла в каплю солевого калий-фосфатного буфера (70 мМ, pH = 7,4), накрывали покровным стеклом и изучали под световым микроскопом Imager D1 (*Carl Zeiss*, Германия). Для повышения контрастности и активации автофлуоресценции клеток, имеющих вторичное утолщение клеточных стенок (ксилема, эндодерма), препараты изучали с использованием светофильтра при облучении 365 нм и 450–490 нм. Документирование проводилось с помощью цифровой фотонасадки и фотоаппарата *Canon PowerShot G15*. Полученные изображения обрабатывались в программе *Adobe Photoshop 8.0*.

Статистическая обработка результатов выполнена с использованием программы *Microsoft Excel 2003*. Из каждой выборки исключались значения параметров, выходящие за рамки $\pm 3\sigma$. Итоговые значения представляют собой среднюю арифметическую величину \pm основную погрешность средней арифметической величины. Для оценки существенности различий средних величин применяли *t*-критерий Стьюдента.

Полученные результаты свидетельствуют о существенных различиях в развитии шестинедельных семян сосны обыкновенной и ели европейской как в контрольных условиях, так и при действии синего и красного света (табл. 1). Различия в биомассе семян контрольных групп достигали 2,2 раз ($p < 0,001$), т.к. семена сосны развивались интенсивнее семян ели. Следует отметить, что семена сосны и ели, выращенные под красным светодиодом, по биомассе не отличались

($p > 0,05$) от соответствующих контрольных групп растений (табл. 1). В то же время при действии синего света регистрировался значительный недобор биомассы по сравнению с контролем у семян обоих видов (при $p < 0,001$), причем у ели более интенсивный (на 42,9 %), чем у сосны (на 23,1 %) (табл. 1).

Анализ развития корневой системы семян также свидетельствует о существенных видовых различиях. В контрольных условиях (при $p < 0,001$) биомасса корневой системы ели была в 4,8 раз, длина главного корня – в 2,4 раза, длина зона боковых корней – в 3,7, а количество боковых корней – в 3,3 раза меньше, чем у сосны (табл. 1). Следует обратить внимание на то, что различия в биомассе корневых систем семян сосны и ели были более выражены по сравнению с общей биомассой семян. Так, биомасса корневой системы сосны в контрольных условиях достигала 30,3 % от биомассы семени, в то время как у ели – лишь 13,8 %. Тем не менее, у обоих видов явно прослеживалось доминирование главного корня, т.е. в условиях водной культуры происходило формирование стержневого типа корневой системы.

При действии красного света у семян сосны регистрировалась незначительно (на 7,4 %, $p > 0,05$) меньшая биомасса корневой системы, в то время как у семян ели – большая (на 6,4 %, $p < 0,001$) по сравнению с соответствующими контрольными группами. На красном свете биомасса корневой системы составляла 27,4 % от биомассы семени, а у ели оставалась практически неизменной (на уровне 13,2 %). Длина главного корня сосны на красном свете была на 15,2 % ($p < 0,001$) меньше, в то время как у ели на 7,5 % ($p > 0,05$) больше по сравнению с контролем. Также у семян сосны на красном свете отмечалось сокращение зоны боковых корней на 11,7 % ($p < 0,001$), тогда как у ели – увеличение на 14,1 % ($p < 0,05$) (табл. 1). Протяженность зоны боковых корней по отношению к длине главного корня у семян обоих видов, выращенных на красном свете, была на 3 % больше. У семян сосны при этом формировалось на 35,4 % ($p < 0,001$) больше боковых корней, чем в

Влияние света различного спектрального состава на развитие семян

Параметр	Сосна обыкновенная			Ель европейская		
	ЛДС	Красный диод	Синий диод	ЛДС	Красный диод	Синий диод
Биомасса семян, мг	325,0±4,9	333,3±10,5	250,0±7,2	147,4±8,9	164,5±6,5	84,2±5,6
Биомасса корневой системы, мг	98,6±3,5	91,3±4,2	52,2±2,5	20,4±3,5	21,7±1,4	5,0±0,6
Биомасса гипокотыля, мг	14,0±0,4	20,1±0,6	17,2±0,5	9,3±0,9	11,5±0,5	5,7±0,4
Длина главного корня, мм	250,7±3,6	212,5±7,5	234,3±9,2	102,7±4,7	110,4±5,1	83,7±4,6
Длина зоны боковых корней, мм	182,5±3,3	161,2±3,2	148,4±4,0	49,5±2,1	56,5±2,6	21,9±3,0
Количество боковых корней, шт.	80,5±2,7	109,0±4,5	53,0±2,2	22,8±1,8	24,7±1,6	3,9±0,6
Длина гипокотыля, мм	30,6±0,3	37,2±1,2	43,5±0,8	30,1±0,8	34,1±1,4	20,2±0,8

Развитие ксилемы гипокотыля семян при действии света различного спектрального состава

Параметр	Сосна обыкновенная			Ель европейская		
	ЛДС	Красный диод	Синий диод	ЛДС	Красный диод	Синий диод
Число трахеид в радиальном ряду, шт.	13,1±0,4	22,3±0,4	22,0±0,4	11,5±0,5	20,3±0,6	17,5±0,2
Число рядов трахеид, шт.	86,5±2,5	147,0±2,3	133,0±6,6	87,4±3,7	150,0±4,8	128,0±4,0

контрольной группе, а у семян ели – больше лишь на 8,3 % ($p > 0,05$).

Воздействие синего света, как уже отмечалось, сопровождалось значительным снижением аккумуляции биомассы сеянцами обоих видов растений. На этом фоне ингибирование роста корневой системы было еще более выраженным. По сравнению с контрольными группами растений (при $p < 0,001$) биомасса корневой системы сеянцев сосны была на 47,1 %, сеянцев ели – на 75,5 % меньше, чем в контроле. В результате соотношение биомассы корневой системы к биомассе сеянца составляло у сосны 20,9 % (на 9,4 % ниже, чем в контроле), у ели – 5,9 % (на 7,9 % ниже, чем в контроле) (табл. 1). В отличие от сеянцев, выращенных под красным светодиодом, длина главного корня сеянцев сосны на синем свете была на 6,5 % меньше по сравнению с контролем ($p > 0,05$), в то время как у сеянцев ели эти различия были значительнее (18,5 %, $p < 0,01$). При действии синего света регистрировалось сильное сокращение длины зоны боковых корней в сравнении с соответс-

твующими контрольными группами (при $p < 0,001$): у сеянцев сосны – на 18,7 %, у сеянцев ели – на 55,8 % (табл. 1). В результате соотношение длин зон боковых корней к длине главного корня сеянцев, выращенных под синим светодиодом, составляло у сосны 63,3 % (на 9,5 % меньше контроля), у ели 26,2 % (на 22,0 % меньше контроля). Под действием синего света у сеянцев обоих видов происходило сильное торможение образования боковых корней (при $p < 0,001$): у сосны на 34,2 %, у ели – на 82,9 % меньше в сравнении с соответствующими контрольными группами.

В контрольных условиях освещения в развитии надземных осевых органов сеянцев, функцию которых на данном этапе онтогенеза выполняет гипокотиль, нами не регистрировалось значительных внутривидовых различий, отмеченных в корневой системе. Несмотря на то, что биомасса гипокотилей сеянцев ели была на 33,6 % ниже, чем у сосны, их длина у обоих видов практически одинакова (табл. 1). Таким образом, наблюдаемые различия в биомассе гипокотилей могли быть обусловле-

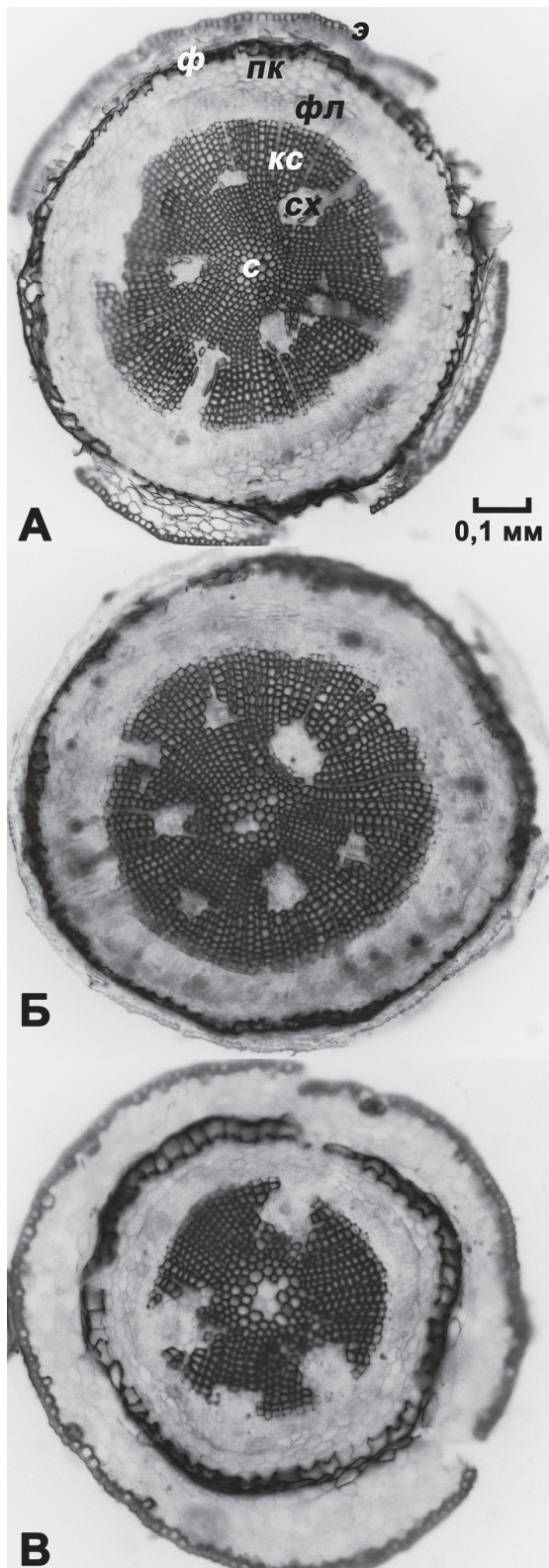


Рисунок. Микрофотографии поперечных срезов гипокотили растений сосны обыкновенной, выращенных под красным (А), синим (Б) светом и светом люминесцентных ламп (В). Обозначения: КС – ксилема; ПК – паренхима коры; С – сердцевина; СХ – смоляной ход; Ф – феллема (пробка); ФЛ – флоэма; Э – эпидерма

ны лишь особенностями их анатомического строения. Для подтверждения данного предположения нами были получены препараты срезов гипокотилей и проведена их морфометрическая обработка. Полученные данные показали, что в гипокотильях семян ели, в среднем, откладывалось на 12,2 % ($p < 0,05$) меньше радиальных рядов клеток ксилемы в сравнении с сосной (табл. 2), а их размер был мельче на 16 %.

Воздействие красного света у обоих исследуемых видов растений приводило к увеличению биомассы гипокотилей в сравнении с соответствующими контрольными группами у сосны на 43,6 % ($p < 0,001$), у ели на 23,7 % ($p < 0,01$). Данное увеличение было обусловлено как интенсификацией роста в длину (при $p < 0,001$) у сосны на 21,6 %, у ели на 13,3 %, так и большей скоростью деления клеток (судя по ксилеме) (табл. 2). В частности, количество радиальных рядов клеток ксилемы на красном свете было больше (при $p < 0,001$) у сосны на 70,2 % (рисунок), у ели на 76,5 %, чем у контрольных растений. Вместе с увеличением числа клеток в радиальном ряду ксилемы происходило увеличение числа самих рядов: у сосны на 69,9 % ($p < 0,001$), у ели на 71,6 % ($p < 0,01$) (табл. 2).

В развитии гипокотилей семян, выращенных под синим светодиодом, отмечались ярко выраженные видоспецифичные различия в морфогенезе. В то время как у семян сосны отмечались большие (при $p < 0,001$) биомасса гипокотили (на 22,9 %) и его длина (на 42,2 %), для семян ели было характерно ингибирование (при $p < 0,01$) аккумуляции биомассы гипокотили (на 38,7 %) и роста в длину (на 32,9 %) (табл. 1). В то же время, воздействие синего света проявлялось на анатомическом уровне в увеличении числа клеток в радиальных рядах ксилемы гипокотилей у обоих видов растений (при $p < 0,001$): у сосны на 67,9 % (рисунок), у ели – на 52,2 %, в сравнении с контролем. Аналогичным образом увеличивалось число рядов клеток ксилемы (при $p < 0,05$): у сосны – на 53,8 %, у ели – на 46,5 % (табл. 2).

В ряде научных работ последних лет сообщается о значительном улучшении мор-

фогенеза различных видов цветковых растений, выращенных *in vitro* под светодиодами, излучающими красный и синий свет. На основании этого делается вывод о большей пригодности светодиодов для выращивания растений, по сравнению с люминесцентными лампами [1, 5]. В то же время необходимо принимать во внимание разнообразие фотоморфогенетических реакций различных видов растений в ответ на действие света той или иной области спектра.

Отмечено, что воздействие красного света (650 нм), излучаемого светодиодами, вызывало стимуляцию роста надземных осевых органов растений хризантем (*Chrysanthemum* L.) и винограда (*Vitis* L.). В то же время красный свет (650 нм) вызывал ингибирование роста стебля у шалфея сверкающего (*Salvia splendens* F. Sello ex Ruem & Schult) [3], и у ремании клейкой (*Rehmannia glutinosa* (Gaertn.) Steud.) [1]. Положительное влияние красного света (650 нм) на развитие главного корня и корневой системы в целом отмечено в экспериментах с хлопчатником обыкновенным (*Gossypium hirsutum* L.), трехкрылосемянником японским (*Tripterospermum japonicum* Sieb. & Zucc.) и антуриумом (*Anthurium* Schott) [1].

В ходе немногочисленных экспериментов с хвойными (сосна ладанная (*Pinus taeda* L.), сосна Эллиота (*Pinus elliottii* Engelm.), сосна болотная (*Pinus palustris* Mill.), ель европейская (*Picea abies* L. (Karst.))) установлено, что воздействие красного света (600–700 нм, $59 \mu\text{E}/\text{m}^2 \cdot \text{сек}^{-1}$) по сравнению со светом, полученным от флуоресцентных ламп, увеличивало частоту прорастания соматических эмбрионов этих растений, усиливало рост главного корня, развитие боковых корней первого порядка, а также гипокотили сеянцев [6].

Совокупность полученных нами экспериментальных данных показывает, что у сеянцев ели европейской воздействие красного света приводит к интенсификации морфогенеза осевых органов (главный корень и гипокотиль), в то время как у сеянцев сосны обыкновенной наблюдается ингибирование роста главного корня в длину. Отмеченные

нами различия в развитии сеянцев сосны и ели объясняют разную требовательность исследуемых растений к световому режиму. Сосна обыкновенная, являющаяся светолюбивым видом, как правило, произрастает на открытых пространствах, т.е. ее ассимиляционному аппарату доступен весь световой диапазон солнечного света. Ель европейская, напротив, приспособлена к развитию под пологом леса, куда свет синей области спектра проникает хуже, чем красной, вследствие сильного поглощения растительностью верхнего полога. Таким образом, лучший рост сеянцев ели при освещении красным светом, в сравнении с контролем, может объясняться эколого-физиологическими особенностями данного вида, поскольку значительное преобладание красного света над синим является естественным световым режимом в сомкнутых древостоях.

Воздействие красного света оказывало противоположное влияние на рост надземных и подземных осевых органов (гипокотили и главного корня) сеянцев сосны обыкновенной. На фоне уменьшения длины главного корня наблюдалось значительное удлинение гипокотили, вероятно, вследствие большей активности меристем. Подтверждением этому служит лучшая развитость ксилемы гипокотили сеянцев. Наряду с уменьшением длины главного корня сеянцев сосны, выращенных под красным светом, наблюдалось явное ослабление апикального доминирования главного корня, вероятно, вследствие изменений в гормональной регуляции. При этом увеличивалось количество боковых корней, а также сокращалось расстояние от кончика главного корня до первого бокового.

Воздействие синего света (460 нм, $200 \mu\text{E}/\text{m}^2 \cdot \text{сек}^{-1}$) вызывало интенсификацию роста салата-латука (*Lactuca sativa* L.), сопровождавшуюся пятикратным увеличением длины главного корня. Однако на этом фоне существенных изменений в развитии надземных осевых органов не происходило [5]. Выращивание бархатцев прямостоячих (*Tagetes erecta* L.) под монохроматическим синим светом (440 нм) приводило к трехкратному увеличению длины стебля по срав-

нению с контролем [3]. Стимуляция роста стебля в длину под воздействием синего света (400–500 нм) отмечалась у растений сои (*Glycine max*, cv. Hoyt) и редиса (*Raphanus sativus* cv. Cherry Belle), хотя растения пшеницы (*Triticum aestivum* cv. Perigee) не отвечали на данное воздействие [10]. Выращивание ложных сосен под синим светом (400–500 нм, 12 $\mu\text{E}/\text{m}^2\text{сек}^{-1}$) значительно подавляло рост осевых органов [6].

Действие синего света, тормозящее рост хвойных растений, подтверждалось и в наших экспериментах с сеянцами сосны и ели. При этом угнетение роста сеянцев ели было более выражено в сравнении с сеянцами сосны, у которых отмечалось усиление роста гипокотыля в длину. Тем не менее, на анатомическом уровне у обоих видов наблюдалось лучшее развитие ксилемы гипокотылей в сравнении с контрольными растениями. Полученные данные показывают, что растения сосны и ели принципиально различаются по требовательности к наличию синей области спектра. Вероятно, присутствие синего света является более важным для сосны, чем для ели, и этот свет способен значительно стимулировать рост побега сосны в длину. В то же время синий свет не является столь необходимым для ели, ранние этапы онтогенеза которой проходят в условиях сверхмалых количеств этого участка спектра в составе естественного освещения сомкнутых древостоев.

Совокупность представленных данных свидетельствует о видоспецифичной реакции сеянцев сосны обыкновенной и ели европейской на действие узкополосного красного и синего света. Это также указывает на различия в физиологических механизмах восприятия и использования данных видов света изучаемыми растениями, что определяется не только условиями их произрастания, но и особой сигнально-регуляторной ролью светового излучения, которая нуждается в дальнейшем изучении.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009–2013 гг.» (Соглашение № 8586).

Библиографический список

1. Gupta, S. D. Fundamentals and applications of light-emitting diodes (LEDs) in *in vitro* plant growth and morphogenesis / S. D. Gupta, B. Jatothu // Plant Biotechnol. Rep. – 2013. Vol. 7. – P. 211–220.
2. Соловченко, А.Е. Оптическое экранирование как фотозащитный механизм растений / А.Е.Соловченко, М. Н. Мерзляк. – М.: А-Литера. – 2010. – 164 с.
3. Heo, J. Growth responses of marigold and salvia bedding plants as effected by monochromic or mixture radiation provided by a light-emitting diode (LED) / J. Heo, C. Lee, D. Chakrabarty, K. Paek // Plant Growth Regulation. – 2002. – Vol. 38. – P. 225–230.
4. Аверчева, О.В. Особенности роста и фотосинтеза растений китайской капусты при выращивании под светодиодными светильниками / О.В. Аверчева, Ю.А. Беркович, А.Н. Ерохин, Т.В. Жигалова и др. // Физиология растений. – 2009. – Т. 56. – № 1. – С. 17–26.
5. Kook, H.-S. Blue LED (light-emitting diodes)-mediated growth promotion and control of Botrytis disease in lettuce / H.-S. Kook, S.-H. Park, Ye-J. Jang, G.-W. Lee, J.S. Kim, H. M. Kim, B.-T. Oh, J.-C. Chae, K.-J. Lee // Acta Agriculturae Scandinavica Section B – Soil and Plant Science. – 2013. – Vol. 63. – № 3. – P. 271–277.
6. Merkle, S.A. Light quality treatments enhance somatic seedling production in three southern pine species [Text] / S.A. Merkle, P.M. Montello, X. Xia, B.L. Upchurch, D.R. Smith // Tree Physiology. – 2005. – Vol. 26. P. 187–194.
7. Жизнь растений. В 6-ти т. / Гл. ред. Ал. А. Федоров. – М.: Просвещение, 1978. – Т. 4. Мхи. Плауны. Хвощи. Папоротники. Голосеменные растения. Под ред. И.В. Грушвицкого и С.Г. Жилина. – 447 с.
8. Костицин, В.А. Эволюция атмосферы, биосферы и климата / В.А. Костицин // Пер. с франц. под ред. и с послесловием Н.Н. Моисеева. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1984. – 96 с.
9. Правдин, Л.Ф. Сосна обыкновенная. Изменчивость, внутривидовая систематика и селекция / Л.Ф. Правдин. – М.: Наука, 1964. – 192 с.
10. Core, K. R. Spectral effects of three types of white light-emitting diodes on plant growth and development: Absolute versus relative amounts of blue light / K. R. Core, V. Bugbee // HortScience. – 2013. – Vol. 48(4). – P. 504–509.
11. Иванов, Ю.В. Влияние минерального состава и pH питательной среды на устойчивость сосны обыкновенной к токсическому действию ионов цинка / Ю.В. Иванов, Ю.В. Савочкин, Вл.В. Кузнецов // Физиология растений. – 2013. – Т. 60. – № 2. – С. 257–267.

ВЛИЯНИЕ ИОНОВ СВИНЦА НА ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН И РАЗВИТИЕ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

Ю.В. ИВАНОВ, *с. н. с. Института физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН, канд. биол. наук,*

Ю.В. САВОЧКИН, *н. с. Института физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН, канд. биол. наук,*

ВЛ.В. КУЗНЕЦОВ, *директор Института физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН, член-корреспондент РАН, д-р биол. наук,*

С.И. МАРЧЕНКО, *доц. каф. лесных культур и почвоведения БГИТА, канд. с.-х. наук*

ivanovinfo@mail.ru, savochkinmail@mail.ru, vlkuzn@ippras.ru

Результатом интенсивной антропогенной деятельности явилось увеличение объемов выбросов в биосферу веществ, оказывающих крайне негативное воздействие на все ее компоненты. Сжигание природного топлива, массовая добыча и переработка полезных ископаемых, производство различных групп химических соединений привело к поступлению в окружающую среду качественно новых видов загрязнителей. Среди них особая роль принадлежит тяжелым металлам, которые, встраиваясь в геологический круговорот, аккумулируются в почвах в токсических для растений концентрациях [1]. Вследствие их негативного воздействия снижается биологическая продуктивность и устойчивость фитоценозов [2, 3]. В связи с этим изучение специфики токсического действия тяжелых металлов, особенно с невыясненной физиологической ролью (Pb, Cd, Sr, Bi и др.), является актуальной задачей.

Одним из опасных загрязнителей окружающей среды является свинец, принадлежащий к группе стойких поллютантов, оказывающих токсическое действие на все компоненты экосистемы [7]. Физиологическая роль свинца в растительных организмах до сих пор не установлена, а потенциальная потребность в нем растений оценивается в 0,010–0,028 мкмоль/г сухой биомассы [7]. Из-за применения удобрений, гербицидов и пестицидов свинцом оказались загрязнены сельскохозяйственные и садоводческие земли. Сброс промышленных сточных вод, широкое применение этилированного бензина, боеприпасов и взрывчатых веществ существенно повысило общее загрязнение окру-

жающей среды свинцом [8]. Как следствие величина токсической нагрузки на сельскохозяйственные земли превышает естественную иммобилизацию свинца в 20 и более раз [7], а в поверхностном слое почв вдоль автотрасс до сих пор регистрируется повышенное содержание тетраметил- и тетраэтилсвинца.

Особенности видового состава растительности, произрастающей на загрязненных свинцом территориях (лесные массивы в зонах добычи, природоохранные леса и т.п.), делают целесообразными исследования адаптационного потенциала древесных, особенно хвойных видов растений [9]. Ввиду специфики их развития особую значимость приобретает изучение влияния свинца на посевные качества семян и устойчивость сеянцев на раннем ювенильном этапе онтогенеза [3].

Ранее нами была установлена низкая устойчивость сеянцев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) к действию повышенных концентраций ионов цинка, который относительно нетоксичен для растений [3]. Учитывая принадлежность свинца к группе веществ с общетоксическим типом действия и более высокой, по сравнению с цинком, константой связывания с SH-группами белков и аминокислот [4], выяснение резистентности сосны к избыточному его содержанию в почве является крайне важным. Эта задача приобретает особую актуальность в связи с возможным снижением продуктивности сосновых лесов из-за хронического воздействия свинца.

Семена сосны обыкновенной сбора 2010 г. предоставлены Учебно-опытным лесхозом Брянской государственной инженерно-технологической академии. Семена проращи-

Влияние ионов свинца на посевные качества семян сосны обыкновенной и гибель сеянцев

Показатель	Pb(CH ₃ COO) ₂ , мкМ		
	0	10	50
Абсолютная всхожесть, %	76,17 ± 2,83	73,33 ± 2,53	77,97 ± 3,64
Средний семенной покой, дни	9,90 ± 0,06	10,00 ± 0,12	9,77 ± 0,18
% недоразвитых сеянцев*	9,92 ± 1,60	10,05 ± 2,56	12,24 ± 3,35
% погибших сеянцев*	3,84 ± 1,76	4,38 ± 0,60	6,33 ± 1,21

Примечание: % недоразвитых и погибших сеянцев выражен по отношению к общему количеству нормально проросших семян в каждом из вариантов опыта

вали после намачивания в дистиллированной воде (контроль) и в растворах Pb(CH₃COO)₂ (концентрации 10 и 50 мкМ). Сеянцы выращивали в камере фитотрона со световым периодом 16 ч [5]. Эксперимент заканчивали по достижении сеянцами возраста 6 недель, на этапе органогенеза, характеризующимся высокой энергией роста хвои и интенсивным потреблением элементов минерального питания [3].

Посевные качества семян сосны устанавливали в соответствии с требованиями межгосударственного стандарта [6]

Оценку темпов накопления биомассы сеянцами проводили гравиметрическим методом. Измерения линейных размеров органов (главный корень, гипокотиль, семядоли, хвоя) проводили в программе *MapInfo Professional v.9.5* после сканирования сеянцев с разрешением 800 dpi [2]. Для определения сухой биомассы и содержания воды в органах сеянцев их высушивали до постоянной массы [3].

Содержание свинца в тканях определяли на атомно-абсорбционном спектрофотометре «Формула ФМ400» («Лабист», Россия) [3].

Содержание хлорофиллов *a*, *b* и каротиноидов в ассимилирующих органах сеянцев определяли в соответствии с рекомендациями Лихтеналера [10].

Статистическая обработка результатов выполнена с использованием программ *Tanagra 1.4.44* и *Microsoft Excel 2003*. Из каждой выборки исключали значения параметров, выходящие за рамки ±3σ. Итоговые значения представляют собой среднюю арифметическую величину ± ее основную погрешность.

Для оценки существенности различий средних величин применяли *t*-критерий Стьюдента. Для оценки параметров, количество наблюдений в которых не позволяло использовать *t*-критерий Стьюдента, применяли непараметрический критерий Краскела-Уоллиса (*KW*).

Токсическое воздействие ионов свинца на растения, как правило, проявляется в снижении всхожести семян и замедлении роста [11, 12]. Однако в диапазоне исследованных концентраций Pb(CH₃COO)₂ нами не было обнаружено значимых изменений посевных качеств семян (табл. 1): абсолютная всхожесть (*KW* = 1,27, *p* = 0,52); средний семенной покой (*KW* = 1,87, *p* = 0,39). Это позволяет сделать вывод о довольно высокой устойчивости сосны обыкновенной к действию ионов свинца на этапе прорастания семени. Вместе с тем, в течение 6-ти недель после прорастания семян увеличивалось количество погибших (*KW* = 1,19, *p* = 0,28) и недоразвитых сеянцев (*KW* = 0,19, *p* = 0,66) (табл. 1), свидетельствующее о тенденции токсического действия повышенных концентраций ионов свинца.

Известно, что уровень поглощения растениями ионов свинца из почвы относительно невысок в связи с его пассивным поступлением в клетки корня [4], а из-за ограниченной транспортировки по растению наибольшие его скопления характерны именно для корневой системы [4, 7, 12]. Однако даже в контрольных условиях (0 мкМ Pb(CH₃COO)₂) нами зарегистрировано присутствие ионов свинца в корневой системе – 0,166; гипокотильях – 0,040; семядолях – 0,052 и хвое – 0,012 мкмоль/г сухой биомассы (рисунок). При

Параметры развития семян сосны обыкновенной в условиях хронического действия ионов свинца

Показатель	Pb(CH ₃ COO) ₂ , мкМ		
	0	10	50
Сырая биомасса семян, мг	295,6 ± 5,2	304,6 ± 5,8	283,6 ± 5,6
Сухая биомасса семян, мг	50,1 ± 1,3	52,1 ± 3,3	40,9 ± 2,3
Содержание воды в семенах, %	81,5 ± 0,2	82,9 ± 0,3	82,8 ± 0,1
Соотношение биомасс надземных и подземных органов семян, раз	4,58 ± 0,14	4,59 ± 0,20	4,69 ± 0,11

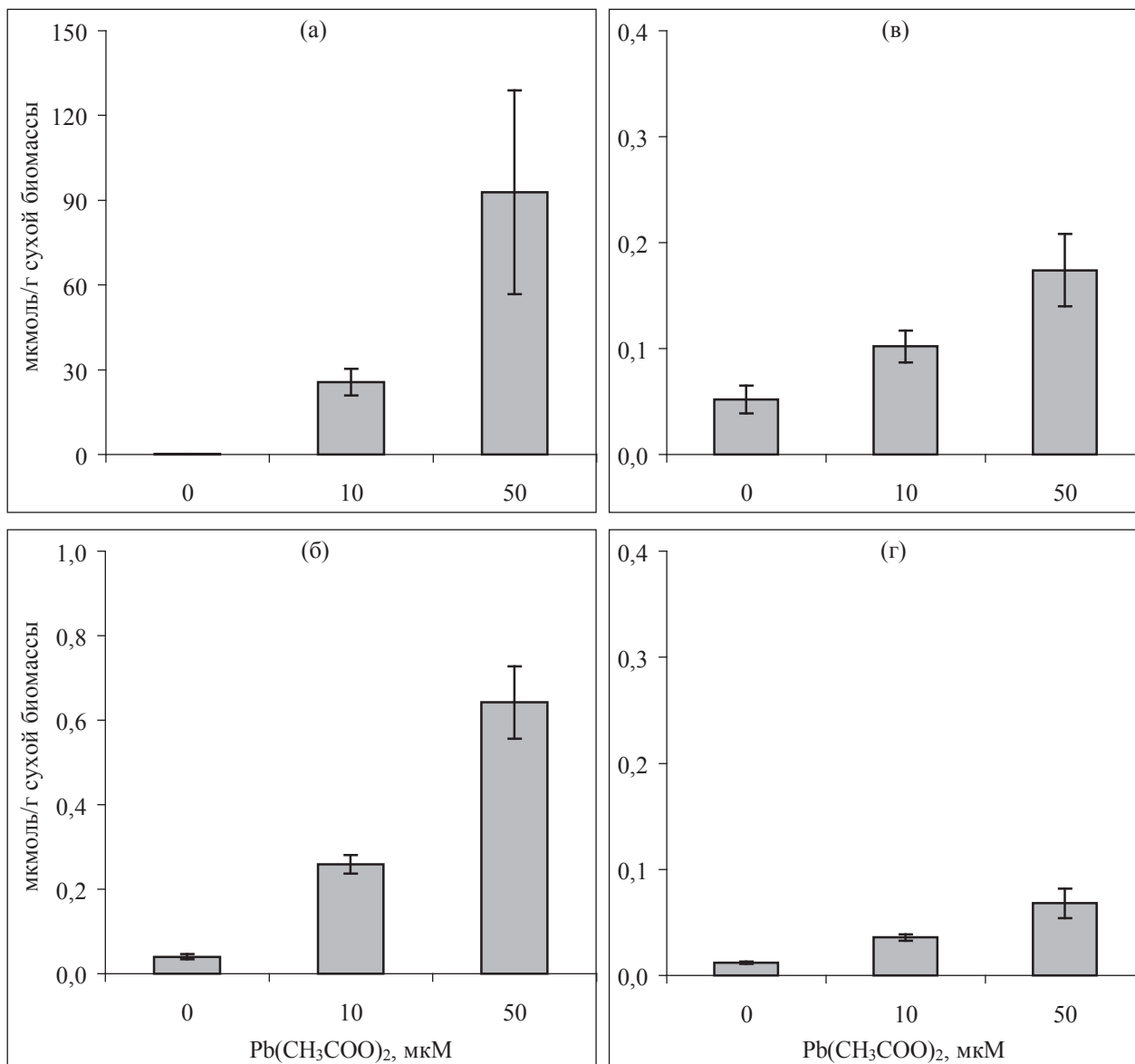


Рисунок. Содержание ионов свинца в органах семян сосны обыкновенной: а – корневая система; б – гипокотиль; в – семядоли; г – хвоя

этом конститутивное содержание свинца в органах семян, за исключением хвои, превышает пределы потенциально необходимых концентраций (0,010–0,028 мкмоль/г сухой

биомассы) [7] в 6–16 раз – в корневой системе; в 1,4–4,0 раза – в гипокотылях, и в 1,9–5,2 раз – в семядолях. Отметим, что непосредственно в питательном растворе ионы свинца

не обнаруживались, что свидетельствует о наличии активных механизмов его аккумуляции сеянцами. Подтверждением активного поступления ионов свинца в корневую систему является повышение его содержания до 25,6 мкмоль/г сухой биомассы при действии 10 мкМ $Pb(CH_3COO)_2$, т.е. в 154 раза по сравнению с контролем ($t = 5,48, p = 0,001$) (рисунок а). При этой же концентрации увеличение содержания ионов свинца в других органах сеянцев составляло: гипокотили – 6,5 раз ($t = 9,72, p = 0,001$) (рисунок б); семядоли – 2,0 ($t = 2,49, p = 0,05$) (рисунок в); хвоя – 3,0 раза ($t = 7,15, p = 0,001$) (рисунок г). Увеличение концентрации ионов свинца до 50 мкМ, по сравнению с 10 мкМ, сопровождалось ростом его содержания в органах сеянцев (рисунок): в корневой системе – в 3,6 раз ($KW = 20,77, p < 0,001$), в гипокотилиях – в 2,5 ($t = 4,31, p = 0,001$), в семядолях – в 1,7 ($KW = 9,48, p = 0,009$) и в хвое – в 1,9 раз ($t = 2,23, p = 0,05$). Таким образом, действие $Pb(CH_3COO)_2$ сопровождалось значительным увеличением содержания ионов свинца в органах сеянцев, что могло привести к проявлению его токсических свойств [7].

Анализ морфометрических параметров развития сеянцев выявил увеличение сырой биомассы на 3 % по сравнению с контролем при действии 10 мкМ ($KW = 5,51, p = 0,06$) и снижение на 4 % при 50 мкМ Pb^{2+} ($KW = 2,39, p = 0,12$) (табл. 2). Изменение сухой биомассы сеянцев было более выраженным: 10 мкМ ионов свинца приводили к ее увеличению на 4 % ($KW = 8,91, p = 0,01$), а 50 мкМ – к снижению на 18 % ($KW = 7,74, p = 0,005$). Столь существенные различия между сырой и сухой биомассами обуславливались увеличением содержания воды в сеянцах (табл. 2), которое наблюдалось уже при действии 10 мкМ ($t = 3,97, p = 0,01$) и сохранялось при 50 мкМ Pb^{2+} ($t = 6,44, p = 0,001$).

Соотношение биомасс надземных и подземных органов сеянцев, используемое для комплексной оценки развития растений при действии тяжелых металлов [3, 4], оставалось на стабильном уровне ($KW = 0,32, p = 0,85$) (табл. 2), что свидетельствует об отсутствии резко выраженного токсического

действия ионов свинца в исследуемых концентрациях на развитие корневой системы сеянцев сосны обыкновенной.

Наблюдаемые изменения сухой биомассы сеянцев (табл. 2) были связаны с ингибированием аккумуляции биомассы их органами и отмечались даже при минимальной концентрации ионов свинца: корневая система ($KW = 4,04, p = 0,13$), гипокотили ($KW = 13,05, p = 0,001$), семядоли ($KW = 8,81, p = 0,012$) (таблица 3). В то же время увеличение сухой биомассы сеянцев при действии 10 мкМ $Pb(CH_3COO)_2$ было обусловлено ростом биомассы хвои ($KW = 9,85, p = 0,007$) (табл. 3), составляющей до 64 % биомассы сеянца. При максимальной концентрации (50 мкМ Pb^{2+}) ингибирование набора биомассы органами сеянцев было более выраженным: корневая система – на 15 % ($KW = 4,51, p = 0,03$), гипокотиль – на 21 % ($t = 4,49, p = 0,001$), семядоли – на 14 % ($t = 3,21, p = 0,01$), хвоя – на 19 % ($t = 3,61, p = 0,01$) (табл. 3).

Следует отметить, что снижение биомассы органов сеянцев происходило на фоне увеличения в них содержания воды, особенно в присутствии 10 мкМ $Pb(CH_3COO)_2$ (табл. 3): корневая система ($t = 3,87, p = 0,001$), гипокотили ($KW = 1,99, p = 0,37$), семядоли ($KW = 4,57, p = 0,10$), хвоя ($t = 3,14, p = 0,01$). При этом тенденция к увеличению содержания воды в корневой системе и хвое сеянцев не изменялась и при действии 50 мкМ ионов свинца. Наблюдаемые изменения оводненности тканей органов могут быть связаны как с перестройкой структуры клеток под действием свинца и увеличением их водоудерживающей способности, так и со снижением интенсивности транспирации.

При всех исследованных концентрациях $Pb(CH_3COO)_2$ регистрировалось снижение линейных размеров органов сеянцев, свидетельствующее об ингибирующем действии ионов свинца на ростовые процессы. В большей степени это проявлялось в снижении длины главного корня сеянцев: на 12,2 % ($t = 8,10, p = 0,001$) при 10 мкМ и на 17,6 % ($t = 10,89, p = 0,001$) при 50 мкМ Pb^{2+} . Также снижалась протяженность гипокотилей (10 мкМ – 1,7 % ($KW = 30,06, p = 0,001$),

Развитие органов семян в условиях хронического действия ионов свинца

Наименование органа семени	Pb(CH ₃ COO) ₂ , мкМ		
	0	10	50
Сухая биомасса органов, мг			
Корневая система	9,06 ± 0,40	8,76 ± 0,66	7,74 ± 0,68
Гипокотиль	5,54 ± 0,16	4,97 ± 0,20	4,40 ± 0,20
Семядоли	5,29 ± 0,13	4,96 ± 0,13	4,56 ± 0,19
Хвоя	30,45 ± 0,82	32,36 ± 2,20	24,72 ± 1,36
Содержание воды в органах, %			
Корневая система	90,68 ± 0,19	91,65 ± 0,16	91,88 ± 0,28
Гипокотиль	70,07 ± 0,66	70,66 ± 0,45	69,71 ± 0,51
Семядоли	74,86 ± 0,37	75,70 ± 0,31	75,28 ± 0,43
Хвоя	77,91 ± 0,16	78,84 ± 0,25	78,87 ± 0,08
Длины органов, мм			
Главный корень	235,75 ± 2,55	206,94 ± 2,48	194,27 ± 2,83
Гипокотиль	33,26 ± 0,26	32,71 ± 0,29	31,11 ± 0,27
Семядоли	27,26 ± 0,19	26,54 ± 0,21	25,23 ± 0,21
Хвоя	33,61 ± 0,31	33,88 ± 0,34	33,45 ± 0,31

50 мкМ – 6,5 % ($t = 5,75, p = 0,001$)) и семядолей семян (10 мкМ – 2,6 % ($t = 2,56, p = 0,05$), 50 мкМ – 6,5 % ($t = 7,23, p = 0,001$)). В то же время влияние ионов свинца на изменение средней длины хвои не выявлено ($KW = 1,06, p = 0,59$) (табл. 3).

Сопоставление параметров «сухая биомасса органов» и «длина органов» показывает, что ингибирование роста главного корня выражено сильнее, чем снижение сухой биомассы корневой системы. Это может свидетельствовать о более высокой стабильности параметров развития корневой системы (количество и длина боковых корней) [3]. Аналогичная тенденция характерна для хвои семян, снижение биомассы которой, вероятно, связано с уменьшением количества хвоинок при действии ионов свинца, но не их средней длины.

Как известно, одним из типичных индикаторов токсического действия свинца является развитие хлорозов [4]. Снижение общего содержания хлорофилла под действием ионов свинца характерно для семян овса (*Avena L.*), огурца (*Cucumis sativus L.*), повилики (*Cuscuta reflexa L.*), золотистой фасоли (*Vigna radiata L.*), кукурузы (*Zea mays L.*), гороха (*Pisum L.*), сои (*Glycine max (L.) Merr.*), подсолнечника (*Helianthus annuus L.*), ели (*Picea abies (L.) H.Karst*) и платана западного

(*Platanus occidentalis L.*) [13, 14]. В то же время при низких концентрациях Pb²⁺, напротив, может происходить увеличение содержания хлорофилла [8].

Хроническое действие ионов свинца приводило к незначительному снижению содержания хлорофиллов в семядолях семян лишь при максимальной концентрации (табл. 4): хлорофилл *a* – на 7 % ($KW = 1,74, p = 0,42$), хлорофилл *b* – на 14 % ($KW = 2,09, p = 0,35$). В хвое семян, напротив, отмечалось увеличение содержания хлорофиллов, более выраженное при действии 50 мкМ Pb²⁺: хлорофилл *a* – на 15 % ($t = 3,27, p = 0,01$), хлорофилл *b* – на 33 % ($t = 3,54, p = 0,01$). Влияние ионов свинца на содержание каротиноидов в ассимилирующих органах семян нами не выявлено: семядоли ($KW = 0,27, p = 0,88$), хвоя ($KW = 0,13, p = 0,94$) (табл. 4).

Повышенное содержание фотосинтетических пигментов в семядолях семян по сравнению с хвоей (табл. 4) свидетельствует о лучшем снабжении первых элементами минерального питания, особенно Mg и Fe [3, 13]. Это также подтверждается анализом соотношения хлорофиллов *a/b*, которое практически вдвое ниже в семядолях семян, чем в хвое, что свидетельствует о более высоком содержании хлорофилла *b*. В то же время действие ионов свинца приводило к увеличению

Содержание основных фотосинтетических пигментов в ассимилирующих органах семянцев в условиях хронического действия ионов свинца

Наименование органа сеянца	Pb(CH ₃ COO) ₂ , мкМ		
	0	10	50
Содержание хлорофилла <i>a</i> , мг/г сухой биомассы			
Семядоли	5,00 ± 0,33	5,12 ± 0,20	4,65 ± 0,18
Хвоя	2,01 ± 0,07	2,16 ± 0,18	2,32 ± 0,06
Содержание хлорофилла <i>b</i> , мг/г сухой биомассы			
Семядоли	2,20 ± 0,14	2,10 ± 0,11	1,90 ± 0,10
Хвоя	0,45 ± 0,03	0,61 ± 0,09	0,60 ± 0,03
Содержание каротиноидов, мг/г сухой биомассы			
Семядоли	0,94 ± 0,04	0,94 ± 0,03	0,92 ± 0,03
Хвоя	0,44 ± 0,01	0,46 ± 0,05	0,43 ± 0,01
Соотношение хлорофиллов <i>a/b</i> , раз			
Семядоли	2,28 ± 0,08	2,43 ± 0,03	2,45 ± 0,07
Хвоя	4,61 ± 0,22	3,83 ± 0,29	3,96 ± 0,20
Соотношение каротиноидов к сумме хлорофиллов <i>a</i> и <i>b</i> , раз			
Семядоли	0,131 ± 0,005	0,130 ± 0,002	0,141 ± 0,003
Хвои	0,180 ± 0,005	0,166 ± 0,007	0,149 ± 0,003

соотношения хлорофиллов *a/b* в семядолях ($KW = 2,22, p = 0,33$) и его снижению в хвое сеянцев ($t = 2,23, p = 0,05$). Аналогично соотношению хлорофиллов *a/b* соотношение каротиноидов к сумме хлорофиллов при действии ионов свинца увеличивалось в семядолях ($KW = 6,77, p = 0,03$) и снижалось в хвое сеянцев ($t = 5,32, p = 0,001$) (табл. 4). Таким образом, несмотря на увеличение содержания ионов свинца в хвое в 5,7 раз по сравнению с контролем (рисунок г) развития признаков хлороза нами не обнаружено.

Совокупность представленных данных свидетельствует о высокой чувствительности сеянцев сосны обыкновенной на ранних этапах онтогенеза к токсическому действию ионов свинца. Несмотря на отсутствие выраженного влияния свинца в исследованных концентрациях на посевные качества семян, увеличивалось количество недоразвитых сеянцев, и наблюдалась их ранняя гибель. Интенсивное поступление ионов свинца в корневую систему и транспортировка в надземные органы приводило к ингибированию роста и набора биомассы. В то же время, несмотря на значительное увеличение содержания свинца в ассимилирующих органах сеянцев, развития хлороза не происходило.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 12-04-01715-а.

Библиографический список

1. Иванов, Ю.В. Хроническое действие высоких концентраций цинка на активность антиоксидантных ферментов в сеянцах сосны обыкновенной / Ю.В. Иванов, Ю.В. Савочкин, Вл.В. Кузнецов // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2012. – № 1(84). – С. 105–108.
2. Иванов, Ю.В. Анализ ростовых процессов *Pinus sylvestris* L. на ранних стадиях онтогенеза в условиях хронического действия цинка / Ю.В. Иванов, Ю.В. Савочкин, С.И. Марченко, В.П. Иванов // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2011. – № 2. – С. 12–18.
3. Иванов, Ю.В. Сосна обыкновенная как модельный объект для изучения механизмов адаптации хвойных к действию тяжелых металлов. 1. Изменение морфометрических и физиологических параметров при развитии сеянцев сосны в условиях хронического действия цинка // Ю.В. Иванов, Ю.В. Савочкин, Вл.В. Кузнецов // Физиология растений. – 2011. – Т. 58. – № 5. – С. 728–736.
4. Серегин, И.В. Физиологические аспекты токсического действия кадмия и свинца на высшие растения / И.В. Серегин, В.Б. Иванов // Физиология растений. – 2001. – Т. 48. – № 4. – С. 606–630.
5. Иванов, Ю.В. Влияние длины светового дня на устойчивость сеянцев сосны обыкновенной к токсическому действию цинка / Ю.В. Иванов, Ю.В. Савочкин // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2012. – № 1(84). – С. 99–104.

6. ГОСТ 13056.6-97. Семена деревьев и кустарников. Методы определения всхожести, 1998. – 31 с.
7. Kabata-Pendias, A. Trace Elements From soil to Human / A. Kabata-Pendias, A.B. Mukherjee // Springer. – New York. – 2007. – 576 p.
8. Seth, C. S. EDTA-enhanced lead phytoremediation in sunflower (*Helianthus annuus* L.) hydroponic culture / C. S. Seth, V. Misra, R. R. Singh, L. Zolla // Plant Soil. – 2011. – Vol. 347. – № 1–2. – P. 231–242.
9. Brunner, I. Heavy metal accumulation and phytostabilisation potential of tree fine roots in a contaminated soil [Text] / I. Brunner, J. Luster, M. S. Gynhardt-Goerg, B. Frey // Environ. Pollut. – 2008. – Vol. 152(3). – P. 559–568.
10. Lichtenthaler, H. K. Chlorophylls and carotenoids, pigments of photosynthetic biomembranes [Text] / H. K. Lichtenthaler // Methods in Enzymology. – 1987. – Vol. 148. – P. 350–382.
11. Garg, N. Effects of interactions between cadmium and lead on growth, nitrogen fixation, phytochelatin, and glutathione production in mycorrhizal *Cajanus cajan* (L.) Millsp. [Text] / N. Garg, N. Aggarwal // J. Plant Growth Regul. – 2011. – Vol. 30. – P. 286–300.
12. Ahmad, M. S. A. Lead (Pb)-induced regulation of growth, photosynthesis, and mineral nutrition in maize (*Zea mays* L.) plants at early growth stages [Text] / M. S. A. Ahmad, M. Ashraf, Q. Tabassam, M. Hussain, H. Firdous // Biol. Trace Elem. Res. – 2011. – Vol. 144. – P. 1229–1239.
13. Sengar, R. S. Lead stress effects on physiobiochemical activities of higher plants [Text] / R. S. Sengar, M. Gautam, S. K. Garg, K. Sengar, R. Chaudhary // Ed. Whitacre D.M.: Reviews of Environmental Contamination and Toxicology. – 2008. – Vol. 196. – P. 73–93.
14. Nagajyoti, P. C. Heavy metals, occurrence and toxicity for plants: a review [Text] / P. C. Nagajyoti, K. D. Lee, T. V. M. Sreekanth // Environ. Chem. Lett. – 2010. – Vol. 8. – P. 199–216.

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДЕРЕВЬЕВ БЕРЕЗЫ ПУШИСТОЙ, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ КУЛЬТУРАХ

И.Ю. ИСАКОВ, доц. каф. лесных культур, селекции и лесомелиорации ВГЛТА, канд. с.-х. наук

isakov@vmail.ru

Для устойчивого управления лесным хозяйством необходимо лучше понимать особенности индивидуального и популяционного уровня организации древесных растений и их генетического разнообразия. Один вид может образоваться при самом широком наборе экологических условий. Кроме того, лесные виды растений развивались в течение нескольких периодов изменения климата; их генетическое разнообразие обеспечивает им потенциал для адаптации к формирующимся климатическим изменениям. Деревья имеют разнообразные механизмы распространения семян, которые позволяют их потомству мигрировать на большие расстояния. Однако даже эта важная особенность может оказаться недостаточной для выживания многих видов в условиях быстрых климатических изменений, происходящих в настоящее время.

Учитывая происходящие климатические изменения, уже невозможно предположить, что нынешние условия для роста сохранятся и через 100 лет, а способность к адаптации в течение продолжительных периодов ротации будет становиться все более важным фактором в области управления лесопользованием.

В мировой практике большее предпочтение отдается созданию лесосеменных плантаций из семян деревьев, прошедших, как минимум, фенотипический отбор. Однако генетическую оценку материнские деревья для объектов ЕГСК, как правило, не проходят.

Перспективным направлением для создания семейственных и клоновых плантаций лесобразующих пород является сортовыведение. Для получения сорта у древесных растений необходимо проведение селекционных мероприятий. В настоящее время для быстрорастущих древесных пород, к которым относится и береза, установлен приоритет в применении селекционных технологий (разные схемы гибридизации, создание сортов-клонов, сортов-линий) перед микро- и макроландшафтным районированием и интродукционными процессами [1].

К биологическим особенностям, благоприятствующим использованию березы в качестве модельного объекта для получения сортов-линий, относятся:

1. Частое, почти ежегодное, плодоношение.
2. Раннее (на 5–7 году) вступление в репродуктивную стадию онтогенеза и, следо-

вательно, небольшой временной период между смежными генерациями.

3. Потенциальная способность к разным способам опыления: аут-, кросс- и инбридингу; скрещиваемость при межвидовой и внутривидовой гибридизации.

4. Береза является однодомным растением.

5. Дифференциация нативных популяций березы на алло- и аутогамные формы [2].

6. Возможность вегетативного размножения ценных в селекционном отношении форм (клонирование *in vitro*).

7. Наличие в природных популяциях разных по уровню самофертильности деревьев позволяет ограничить число поколений самоопыления.

Поэтапное получение необходимого растительного материала позволит проверить необходимые теоретические предпосылки, полученные в результате опытов на растениях – однолетниках [3].

Изучение взаимодействия генотип–среда является важной генетической характеристикой для древесного растения. В настоящее время существуют три модели реализации генетической информации до уровня признака: 1) менделевская (ген – признак); 2) модель Мазера–Райта (при которой на количественный признак одновременно воздействуют полигены и среда); 3) эколого-генетическая модель В.А. Драгавцева, имеющая более сложную структуру с лабильным спектром генов, определяющих σ_g^2 , лимитирующие факторы среды и трехсоставные модули, зависящие от первого фактора [4]. При более полном понимании процессов, происходящих при адаптации деревьев к определенным условиям среды (как воздушной, так и к почвенной), можно прогнозировать развитие количественных и качественных признаков. Это, в свою очередь, позволит расширить наши знания как в теоретической области биологии, так и в прикладной.

Виды березы чрезвычайно полиморфны. Полиморфизмом отличаются как вегетативные органы, так и генеративные. Кроме того, некоторые виды (формы) березы (например, карельская береза) характеризуются наличием нескольких жизненных форм – от кустовид-

ной до высокоствольной. Известно, что береза крайне неприхотлива к почвенным условиям. Наряду с другими особенностями она является почвоулучшающей древесной породой.

При тестировании деревьев на отношение к инбридингу дифференциация популяции наблюдается уже при всхожести семян. Дальнейшие исследования роста этих деревьев показали, что при инбридинге есть деревья, превышающие по высоте деревья, полученные при аутбридинге.

Материнские деревья березы пушистой были отобраны в Воронежском государственном биосферном заповеднике в 1981 г. сотрудниками ФГУП НИИ лесной генетики и селекции Ю.Н. Исаковым и В.В. Иевлевым. В тот же год были проведены гибридизация и самоопыление. В 1983 г. растения были пересажены на лесокультурную площадь. По итогам многолетних исследований указанных деревьев установлено, что наиболее информативным отрезком онтогенеза по признаку роста в высоту является 10-летний возраст культур. Данные по замерам в этом возрасте и в возрасте 13 лет, а также основные статистические характеристики приведены в табл. 1, 2.

Количественные признаки, к которым относится и рост в высоту, обусловлены тремя основными причинами: 1) экспрессируются полигенными комплексами; 2) находятся в одних группах сцепления с генами, нежелательными для селекционера; 3) подвержены факторам внешней среды [5].

Таким образом, по данным табл. 1 видно, что лучшим ростом в высоту при самоопылении отличалось потомство самофертильных деревьев (Б-12) – 6,6 м. При свободном опылении лучше росло потомство самостерильных деревьев (Б-18) – 5,9 м. На примере выборки у потомства восьми материнских деревьев березы пушистой, полученного при разных способах опыления, выявлен широкий полиморфизм материнских деревьев по реакции на самоопыление – от самостерильных до высокосамофертильных. Уровень самофертильности определялся как отношение среднего значения роста в высоту у самоопыленных деревьев к среднему значению у свободноопыленных. В количественном выражении преобладают

Т а б л и ц а 1

Рост в высоту семенного потомства березы пушистой в F1 при разных способах опыления (возраст 10 лет)

<i>N</i> мат. дерева	<i>n</i>	Способ опыления	$M \pm m_x$, м	σ , м	C_v , %
Б-10	13	Со	$5,05 \pm 0,35$	1,3	26
	13	Св	$4,86 \pm 0,41$	1,5	32
Б-11	5	Со	$6,56 \pm 0,10$	0,2	13
	5	Св	$4,33 \pm 0,24$	0,5	11
Б-12	5	Со	$6,63 \pm 0,12$	0,2	3
	8	Св	$3,86 \pm 0,35$	1,0	25
Б-15	4	Со	$4,50 \pm 0,50$	0,9	19
	5	Св	$4,48 \pm 0,46$	1,0	23
Б-17	9	Со	$4,77 \pm 0,30$	0,9	18
	17	Св	$4,84 \pm 0,21$	0,8	16
Б-18	9	Со	$3,70 \pm 0,59$	1,5	42
	10	Св	$5,87 \pm 0,51$	0,9	16
Б-22	6	Со	$5,25 \pm 0,47$	1,1	22
	11	Св	$5,53 \pm 0,30$	0,9	16
Б-34	10	Со	$4,42 \pm 0,47$	1,5	34
	16	Св	$4,85 \pm 0,21$	0,8	17

Т а б л и ц а 2

Рост в высоту семенного потомства березы пушистой в F1 при разных способах опыления (возраст 13 лет)

<i>N</i> мат. дерева	<i>n</i>	Способ опыления	$M \pm m_x$, м	σ , м	C_v , %
Б-10	13	Со	$6,95 \pm 0,28$	1,0	15
	13	Св	$7,04 \pm 0,33$	1,2	17
Б-11	5	Со	$7,62 \pm 0,23$	0,5	7
	5	Св	$7,37 \pm 0,36$	0,7	10
Б-12	3	Со	$8,60 \pm 0,20$	0,3	4
	7	Св	$6,24 \pm 0,48$	1,3	20
Б-15	4	Со	$6,57 \pm 0,74$	1,3	20
	5	Св	$6,40 \pm 0,55$	1,2	19
Б-17	9	Со	$7,27 \pm 0,20$	0,6	8
	17	Св	$7,26 \pm 0,15$	0,6	8
Б-18	7	Со	$5,69 \pm 0,79$	2,0	37
	10	Св	$8,11 \pm 0,32$	1,0	12
Б-22	6	Со	$7,20 \pm 0,27$	0,7	9
	11	Св	$7,92 \pm 0,23$	0,7	9
Б-34	10	Со	$6,27 \pm 0,77$	2,5	39
	15	Св	$7,15 \pm 0,18$	0,7	10

переходные формы – 67 % выборки. Крайние классы – самофертильные и самостерильные – представлены 22 % и 11 %, соответственно.

Анализ данных табл. 2 показывает, что величина коэффициента изменчивости C_v варьировалась от 4 % до 39 % (Б-34). Семенное потомство самофертильного дерева Б-12 характеризуется минимальным значением C_v по

сравнению со средневыборочным (18 %). Коэффициент изменчивости у потомства самостерильного дерева Б-18 более чем вдвое превышал среднее по выборке значение (37 % и 18 %, соответственно). Таким образом, рост в высоту березы пушистой, полученной при самоопылении, варьируется гораздо больше, чем у деревьев, полученных при свободном

опылении (в последнем случае он варьировался от 8 % до 25 %).

В целом при сравнении особенностей роста в высоту у семенного потомства березы пушистой, полученного разными методами, в десяти и тринадцатилетнем возрасте можно говорить о более контрастном выражении этого признака у десятилетних деревьев. В качестве контроля использовался рост деревьев, полученных в результате свободного опыления. В старшем возрасте соотношение самоопыление/свободное опыление по признаку роста выявляется не так контрастно и количество переходных форм увеличивается. Выявлены семьи с опережающим контролем ростом, угнетенным ростом (явление инбридинговой депрессии) и с не отличающимся от контроля ростом (переходные формы). Семьи самоопыленного потомства самофертильных деревьев березы пушистой статистически достоверно превышают по росту в высоту семьи этих же деревьев, опылявшихся свободно. У самостерильных деревьев, наоборот, лучшим ростом обладают семьи при свободном опылении. Рост самофертильных форм у этого вида характеризуется пониженными значениями C_v при самоопылении и повышенными – в случае свободного опыления.

Таким образом, способ опыления влияет не только на абсолютные показатели признака потомства (рост в высоту), но и на некоторые параметрические показатели (C_v), которые могут быть использованы при первичном анализе признаков продуктивности и отнесении деревьев к той или иной системе семенного размножения.

Библиографический список

1. Драгавцев, В.А. Проблемы классификации внутривидовой генетической изменчивости растений / В.А. Драгавцев // Развитие научного наследия академика Н.И. Вавилова: тезисы межд. научн. конф. – Саратов: Изд-во Саратовской ГСХА, 1997. – С. 9–13.
2. Исаков, И.Ю. Дифференциация естественных популяций березы на аллогамные и аутогамные формы и их использование в селекции / И.Ю. Исаков // Леса Евразии – Северный Кавказ: материалы VIII Международной конф. молодых ученых, посвященной 270-летию со дня рождения А.Т. Болотова. – М.: МГУЛ, 2008. – Т. 2. – С. 141–142.
3. Бороевич, С. Принципы и методы селекции растений / С. Бороевич; пер. с сербо-хорватского. – М.: Колос, 1984. – 344 с.
4. Драгавцев, В.А. Уроки эволюции генетики растений / В.А. Драгавцев // Международный научный и прикладной журнал «Биосфера». – 2012. – Т. 4. – № 3. – С. 251–262.
5. Брюейкер, Дж.Л. Сельскохозяйственная генетика / Дж.Л. Брюейкер; пер. с англ. – М.: Колос, 1966. – 224 с.

ИЗУЧЕНИЕ АНАТОМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ДРЕВЕСИНЫ ВИШНИ С ЦЕЛЬЮ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ СПИРТНЫХ НАПИТКОВ

В.В. КОРОВИН, *проф. каф. селекции, генетики и дендрологии МГУЛ, д-р биол. наук,*
 П.А. АКСЕНОВ, *зав. лаб. каф. селекции, генетики и дендрологии МГУЛ, канд. с-х. наук,*
 Л.А. ОГАНЕСЯНЦ, *директор ВНИИПБуВП РАСХН, д-р техн. наук,*
 В.А. ПЕСЧАНСКАЯ, *зав. отделом технологии крепких напитков ВНИИПБуВП РАСХН,*
 В.А. ЗАХАРОВА, *мл. н. с. ВНИИПБуВП РАСХН, д-р техн. наук,*
 Д.В. АНДРИЕВСКАЯ, *н. с. ВНИИПБуВП РАСХН, канд. техн. наук,*
 М.А. ЗАХАРОВ, *н. с. ВНИИПБуВП РАСХН, канд. техн. наук*

vladimir.v.korovin@gmail.com, axenov.pa@mail.ru, institute@vniinapitkov.ru

Виноделие – одна из древнейших отраслей человеческой деятельности. Во многих странах в соответствии с географическим положением и направлением культурного развития складывались свои, самобытные традиции виноделия. И эти традиции необходимо бережно хранить, хотя бы как элементы

национальной культуры или как доведенные до совершенства технологии, замены которым до настоящего времени еще не найдено. Вместе с тем, так называемая «глобализация», охватывающая страны и континенты, несет с собой унификацию многих технологических процессов. При этом происходит отбор эконо-

мически выгодных методик, и часто в ущерб самобытности, оригинальности, а в конечном счете, и качеству продукции. Виноделия это касается в полной мере.

Фруктовые и ягодные спиртные напитки, наряду с виноградными, известны человечеству с древнейших времен, и, казалось бы, в этой области все сказано. Также известно, что выдержка спиртных напитков в дубовых бочках заметно улучшает их качество. Однако в некоторых странах сравнительно недавно предприняты удачные опыты настаивать эти напитки или полученные из них дистилляты на древесине отдельных частей плодовых деревьев. В связи с этим, учитывая самобытность и неповторимость как исходного сырья для получения дистиллятов плодовых, так и материала, на котором эти напитки могут настаиваться, открываются большие перспективы по расширению ассортимента высококачественных спиртных напитков.

В разных географически отдаленных регионах анатомические и биохимические свойства растений, даже близких систематически, могут столь существенно различаться, что эти различия скажутся и на свойствах напитков, при создании которых данные растения используются.

Целью проведенных нами исследований была оценка пригодности древесины вишни в виде технологической щепы для выдержки плодовых дистиллятов с целью получения конкурентоспособных и высококачественных спиртных напитков.

Известно, что структурные особенности древесины во многом определяют органолептические свойства выдерживаемых напитков, они же влияют на скорость их созревания и на качество вырабатываемых из древесины экстрактов [1, 7–9].

Отдельные анатомические особенности строения древесины используются в качестве критериев отбора для ее дифференцированного использования в виноделии [2].

Предварительную оценку пригодности вишневой щепы для выдержки плодовых дистиллятов мы проводили на основе изучения анатомического строения ядровой древесины модельных деревьев вишни.

В литературных источниках отсутствует подробное анатомическое описание древесины вишни.

Представлена краткая характеристика макроструктуры и физико-механических свойств древесины вишни обыкновенной [6].

Общее представление о строении древесины двух видов рода *Cerasus* Juss. [3]. При сравнении древесины двух видов вишни – *C. maximowiczii* (Rupr.) Kom. и вишни сахалинской – *C. sachalinensis* (Fr. Schmidt) Kom. et Alis. выявлено, что различий в строении древесины этих видов не наблюдается [4].

Анатомическое строение древесины сходно со строением родов *Armeniaca*, *Amygdalus* и *Persica*, но количество клеток в ширине многорядных лучей не превышает пяти, а у некоторых видов (*C. mahaleb* Mill.) преобладают узкие лучи; сосуды же несколько более редкие и чаще собраны в группы [5].

В качестве объекта исследования была использована древесина ветвей вишни обыкновенной сорта Владимирская, возраст 10 лет (Московская обл.).

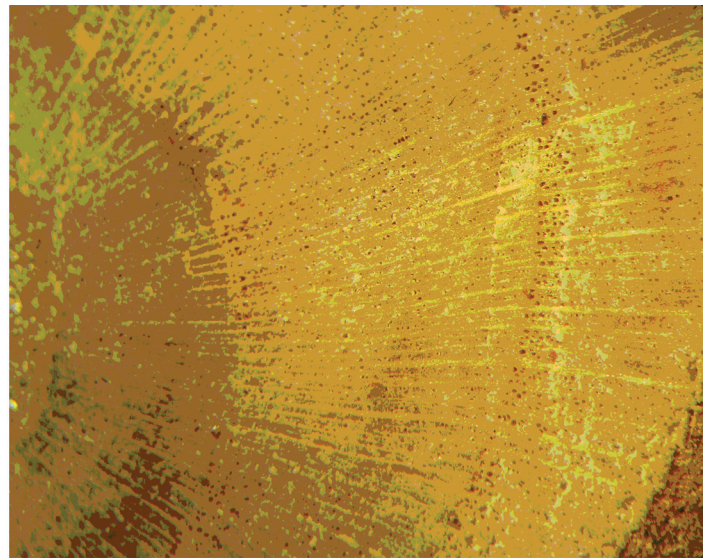
Стереомикроскопирование при увеличении не более 100^х проводили на микроскопе МБС-10 в светопольном режиме и режиме косо́го света. Структуры фотографировали с помощью цифровой камеры.

Препараты для анатомических исследований изготавливали по общепринятым в ботанической микротехнике и гистохимии методикам [10]. Микроскопирование проводили на исследовательском микроскопе *Jenval* (Carl Zeiss), снабженном окуляр-микрометром. Использовали микрообъективы: *GF-Plan* 12.5/0,25; *Plan* 9/0,2, 160/0,17; *Apochromat* 40/0,95, 160/Cor 0,1-0,2; *GF-Plan* HI 100/1,25.

Проведенные исследования показали, что древесина вишни по строению и свойствам очень схожа с древесиной сливы. Это вытекает из генетической близости рассматриваемых родов и подчиняется законам гомологических рядов наследственной изменчивости Н.И. Вавилова. В странах Западной Европы вообще не определяют вишню как отдельный род, относя ее к роду *Prunus*. Однако нами были выявлены некоторые различия в структуре древесины вишни и сливы.



а



б

Рис. 1. Поперечный разрез ветви вишни. а. – увеличение 5[×]; б. – увеличение 50[×]

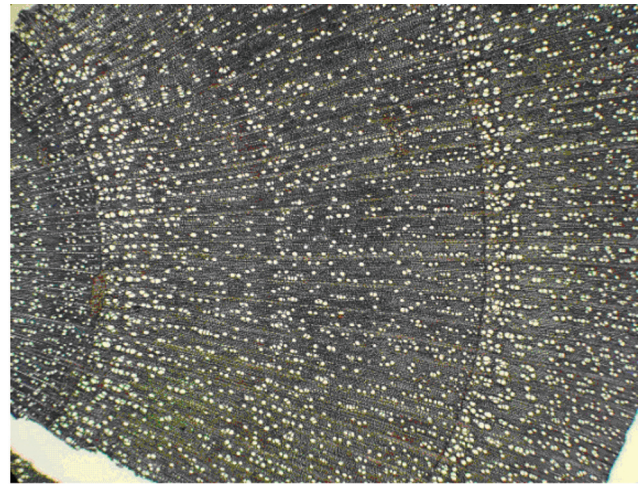
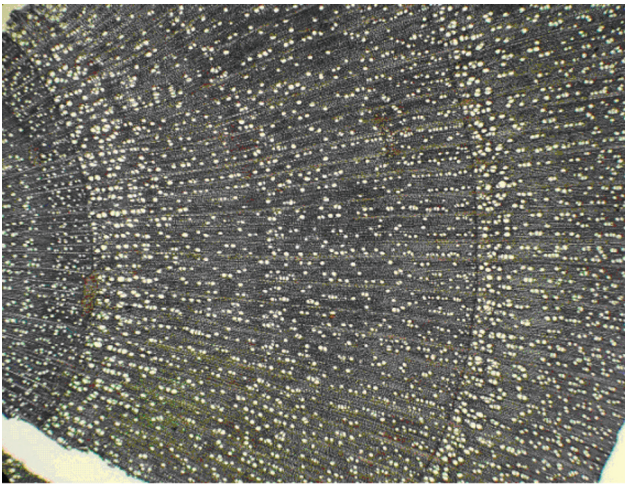


Рис. 2. Сосуды древесины вишни в виде отдельных светлых зерен. Поперечные срезы

На первом этапе исследований было изучено макроскопическое строение древесины вишни по трем главным разрезам (срезам) ствола – поперечному, радиальному и тангентальному (тангентальному).

Макроструктура

В рассматриваемых образцах древесины сложно выделить ядровую часть. Но центральная часть стебля (два годичных кольца) имеет буроватый оттенок и напоминает ядро, являясь, по сути, ложным ядром. Граница заболони и ложного ядра четкая, проходит по границе второго и третьего прироста. На радиальном сколе не выявлено каких-либо отложений кальциевых солей. Годичные слои слабоизвилистые, имеют непостоянную ширину,

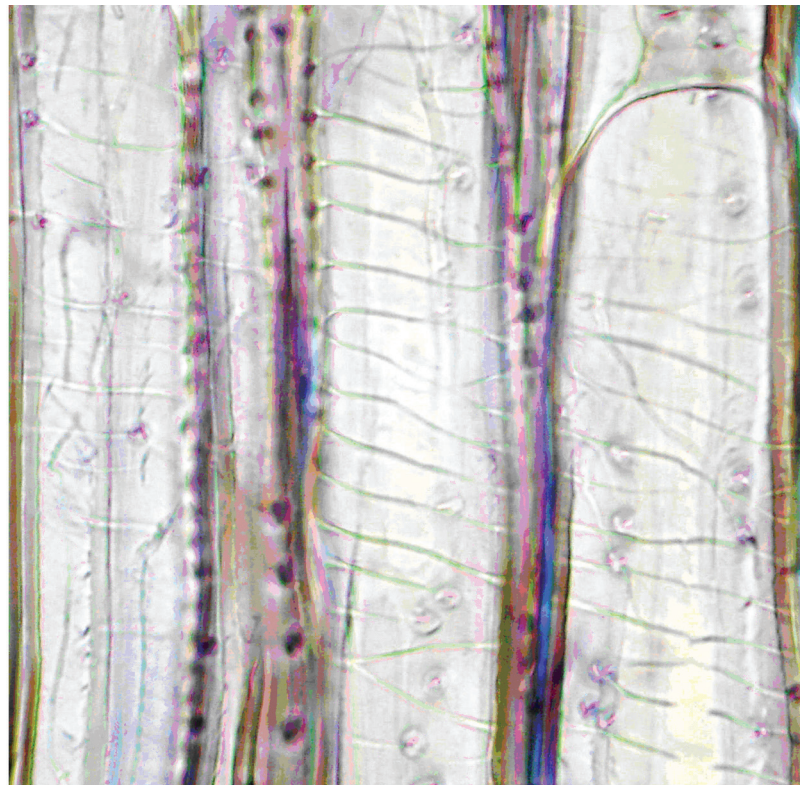
с трудом различимы на нешлифованной торцевой поверхности. Ширина годичных колец колеблется в пределах от 1,5 до 3 мм. Кора, заболонь, ядро и сердцевина ветви вишни хорошо различимы на рис. 1а.

Серцевина пятиугольная, 3 мм в диаметре состоит из крупных тонкостенных изодиаметрических паренхимных клеток. Наблюдается небольшое смещение сердцевины относительно оси ствола, вызванное образованием тяговой древесины в растянутой зоне стебля. Тяговая древесина вишни по структуре и свойствам очень близка к аналогичной реактивной древесине сливы.

Сосуды мелкие, незаметные невооруженным глазом, но хорошо различимые при слабом увеличении стереомикроскопа в виде



тангентальный срез



радиальный срез

Рис. 3. Спиральные утолщения сосудов древесины вишни

отдельных зерен, частота встречаемости которых уменьшается от внутренней границы годичного кольца к внешней. Сердцевинные лучи, с поправкой на возраст, уже, чем у сливы. Расширяются от первого кольца к третьему, более светлые, заметны невооруженным глазом. На рис. 16 лучи представлены в виде радиально расходящихся от центра линий. На торцевой поверхности выявляются крупные (до 2,5 мм длиной) сердцевинные повторения, встречающиеся не чаще 2–3 см⁻².

Древесина вишни прочная, плохо поддается размягчению в спиртоглицериновой смеси. Механические свойства заболони и ложного ядра приблизительно одинаковы.

При исследовании микроструктуры установлено, что древесина состоит из сосудов, волокнистых трахеид, лучевой и тяжелой паренхимы. Древесина рассеяннососудистая с тенденцией к кольцесосудистости. (рис. 2).

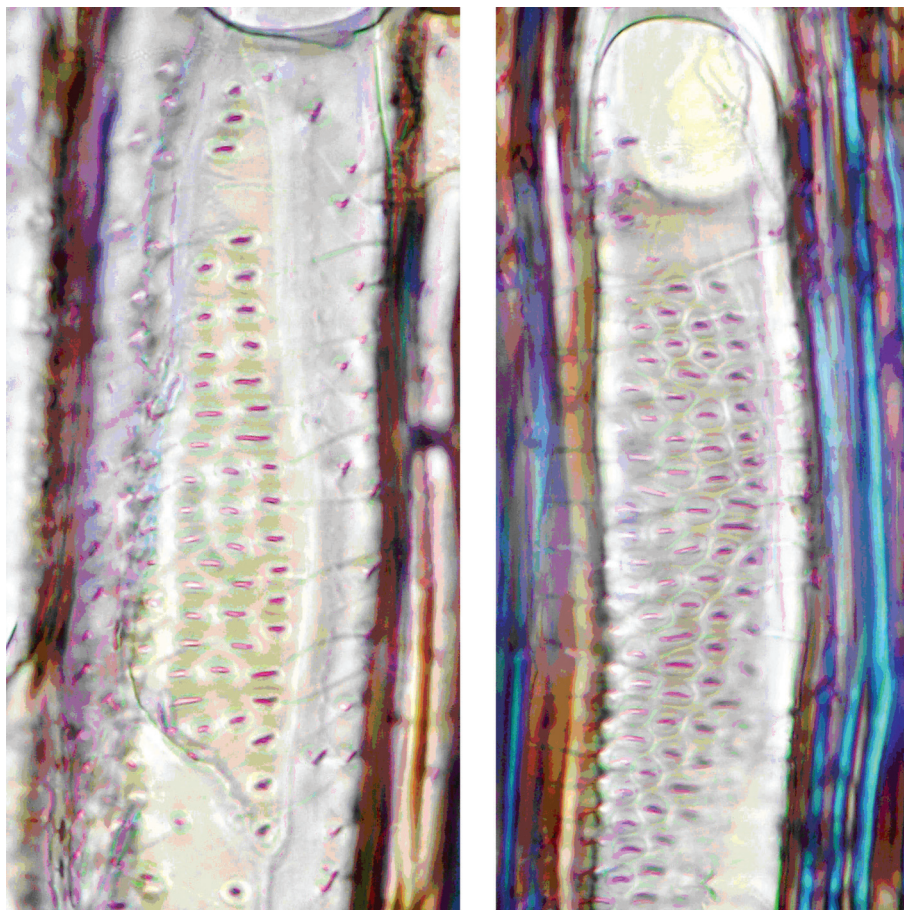
Сосуды одного типа (диаметр 30±5 мкм), тонкостенные, округлые, слегка вытянутые в радиальном направлении, специфического рисунка не образуют. Большая часть сосудов сгруппирована по 2–4 в радиальные

цепочки или гнезда. Просветы сосудов широких колец неравномерно распределены в толще годичного слоя. В ранней зоне образуют хорошо выраженное кольцо. В узких приростах более крупные просветы сосудов сосредоточены в ранней древесине. По направлению к внешней границе годичного слоя просветы сосудов уменьшаются в размерах и количестве. В первом приросте хорошо различимы просветы сосудов прото- и метаксилемы. У большинства сосудов отмечается наличие хорошо выраженных спиральных утолщений (рис. 3).

Относительный шаг спирали составляет 1/3–1/2 диаметра сосуда. Также встречаются трахеиды со спиральными утолщениями с относительным шагом спирали около 1–1/2 диаметра просвета трахеиды.

Межсосудистая поровость, аналогично древесине сливы, различалась в зависимости от ширины сосуда (рис. 4).

Межсосудистая поровость сближенная (у широких сосудов) и сомкнутая (у узких сосудов). Внутренние отверстия пары пор – вытянутые, у очень узких сосудов перекрещива-

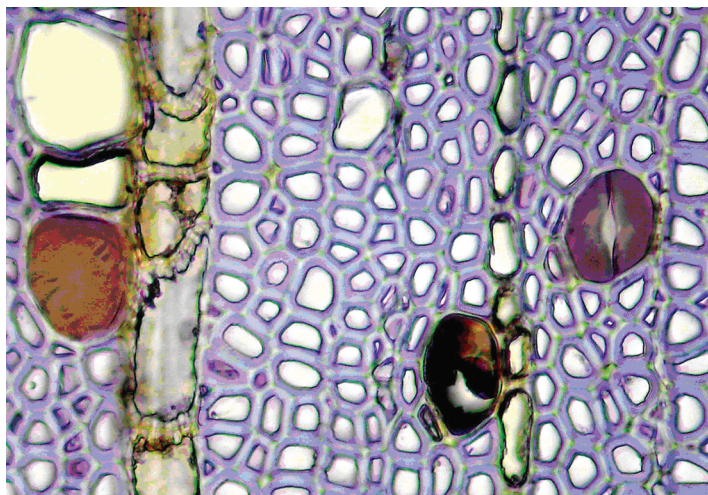


радиальный срез

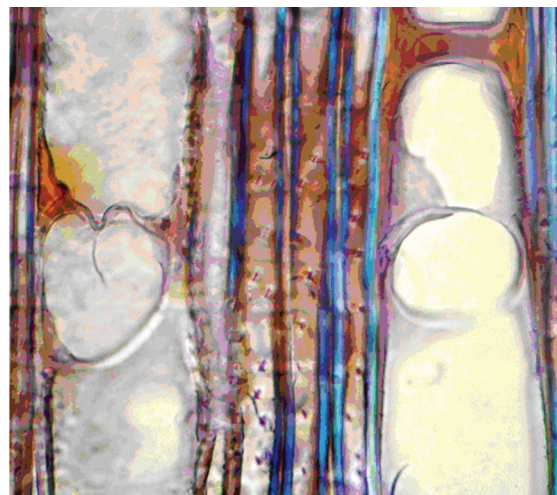
сближенная поровость

сомкнутая поровость

Рис. 4. Поровость члеников сосудов древесины вишни



поперечный срез



радиальный срез

Рис. 5. Тилы (а) и «мениски» камеди (б) в члениках сосудов древесины вишни

ющиеся, не достигающие до краев окаймлений. Поры сосудистых трахеид с перекрещивающимися отверстиями.

Процессы ядрообразования у вишни и сливы очень схожи. В просветах единичных

сосудов ядра встречаются тилы и менискообразные двояковогнутые оранжево-красные капли камеди (рис. 5). Затилрованы единичные сосуды. Содержимое тил интенсивно окрашено.

Основная масса древесины состоит из волокнистых трахеид с клеточными стенками средней толщины. Волокнистые трахеиды имеют средний диаметр люменов (рис. 6).

Сечение волокнистых трахеид имеет округлую слабоугловатую форму. На поперечном срезе иногда встречаются полости и каналы щелевидно окаймленных пор между соседними трахеидами. Диаметры просветов трахеид в ранней и поздней частях годовичного кольца приблизительно равны. Сосудистые трахеиды встречаются очень редко.

Сердцевинные лучи многочисленные, однорядные, двурядные и трехрядные, состоят только из паренхимных клеток (рис. 7). Однорядные лучи линейные (от 3 до 15 клеток в высоту), двух-трехрядные – веретеновидные, немного шире диаметра сосудов (2–3 рядов клеток в ширину, 6–30 слоев клеток в высоту).

Однорядные лучи в большинстве случаев гомогенные, состоят из квадратных и реже палисадных (на границе приростов) клеток. Двух- и трехрядные лучи – гетерогенные, смешанного типа с квадратными клетками по краям. Лежачие клетки имеют соотношение ширина/длина = 1/2–1/4. (рис. 8). У палисадных клеток соотношение высота/ширина = 2/1–4/1. Ряды квадратных и стоячих

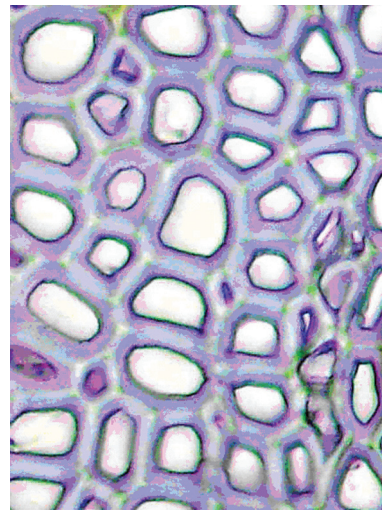
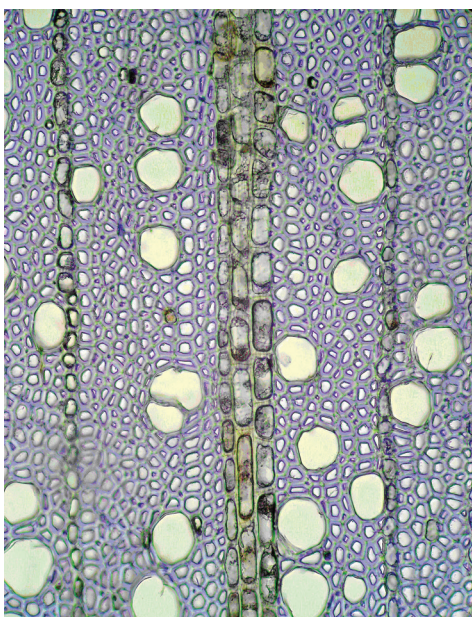


Рис. 6. Волокнистые трахеиды древесины вишни на поперечном срезе

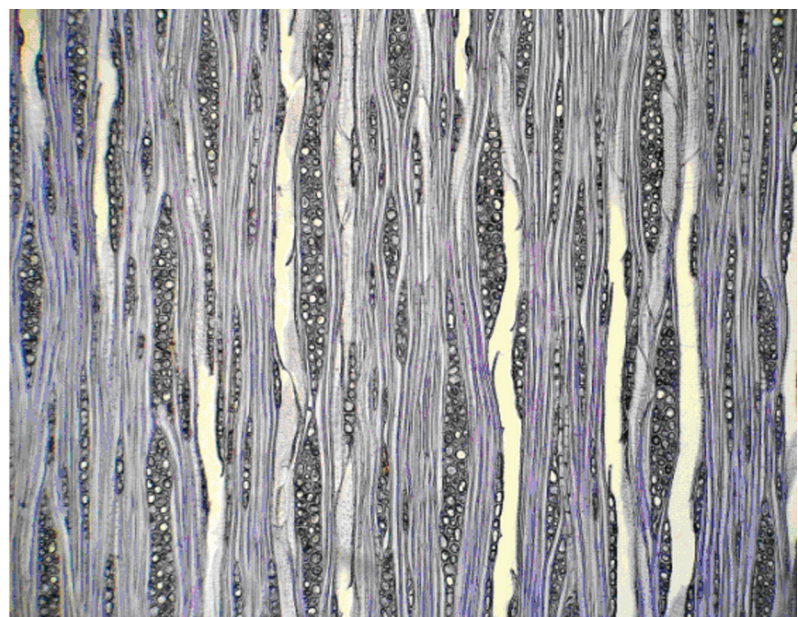
клеток часто присутствуют в центральной части луча, что не отмечено в образце древесины сливы.

Как и у сливы, гранулы темноокрашенных пластических веществ содержат лишь небольшой процент клеток лучей (рис. 9). Этот факт указывает на низкое содержание окисленных дубильных веществ.

Древесная паренхима апотрахеальная – диффузная редкая с тонкими клеточными стенками (рис. 10). Клетки аксиальной паренхимы цилиндрические, частично заполнены аморфным содержимым. Поперечные стенки

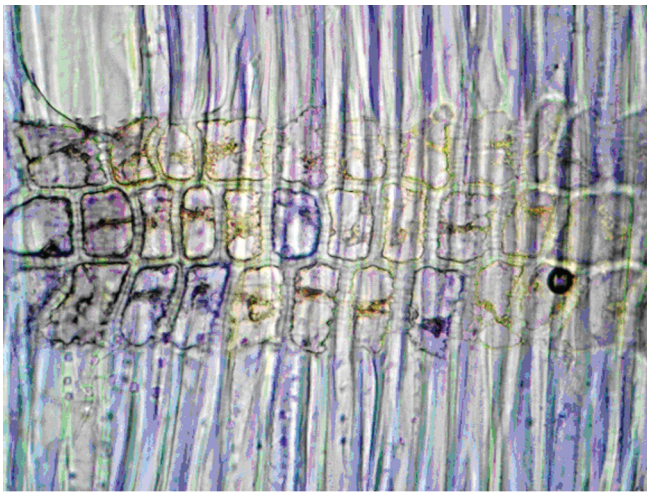


а

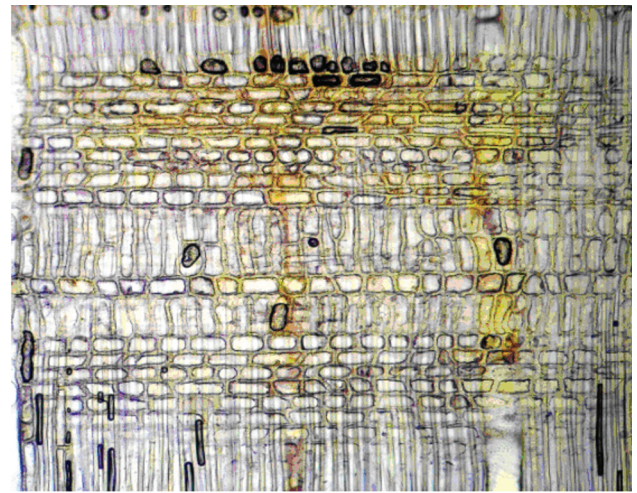


б

Рис. 7. Лучи древесины вишни на поперечном срезе в виде вертикальных полос (а), на тангентальном срезе – веретеновидные (б)

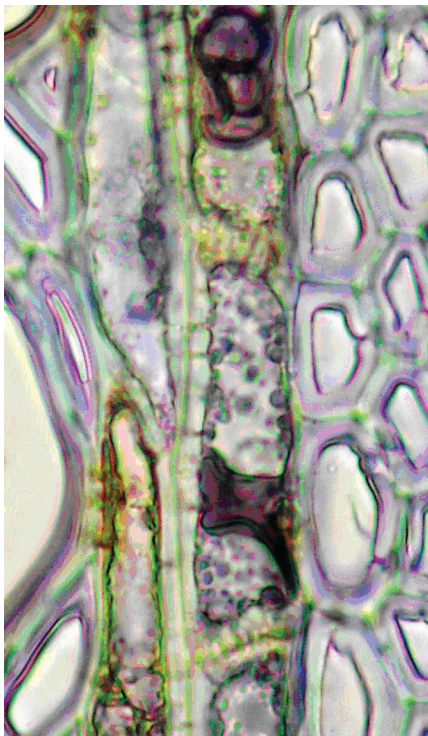


однорядный луч

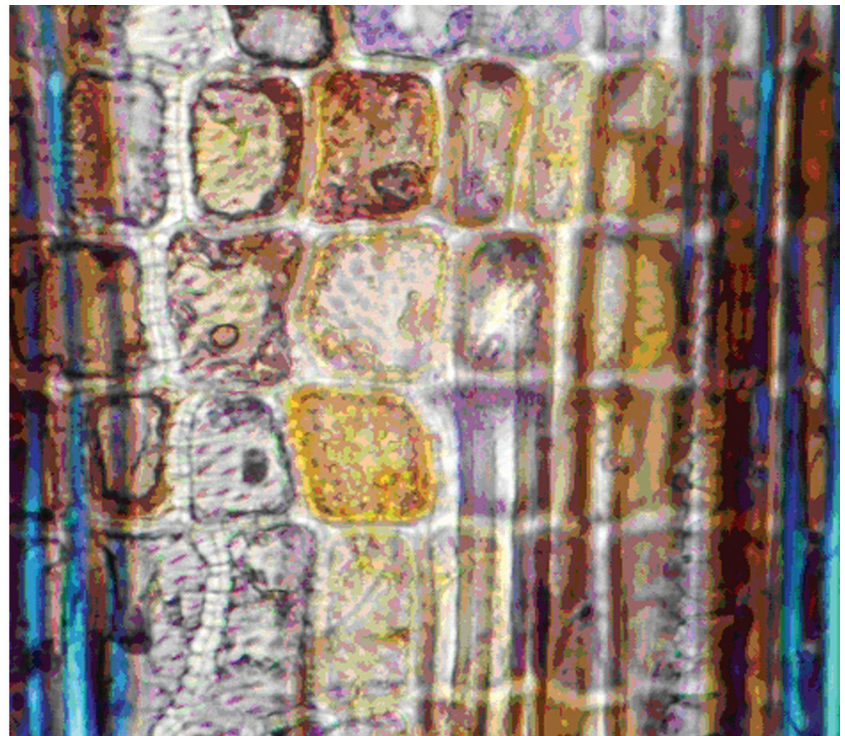


многорядный луч

Рис. 8. Лучи древесины вишни на радиальном срезе



поперечный срез



радиальный срез

Рис. 9. Клетки сердцевинных лучей древесины вишни, содержащие темноокрашенные гранулы пластических веществ

паренхимных тяжей прямые. Поры между соседними паренхимными клетками простые.

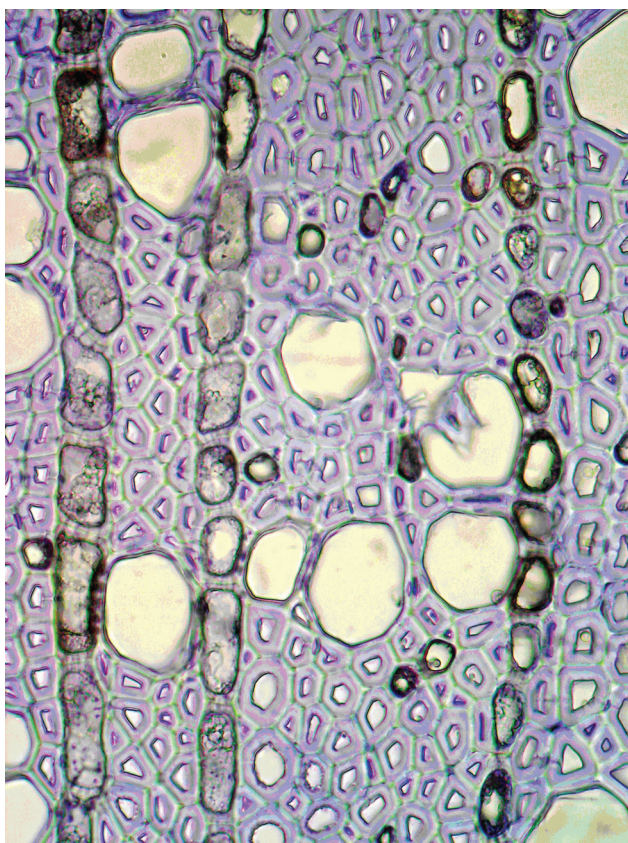
Процессы ядрообразования у вишни и сливы очень схожи. Динамика накопления пластических веществ в паренхимных клетках и образование окрашенных капель камеди также сильно совпадает.

В исследуемых образцах древесины вишни кристаллические отложения не были выявлены.

Приведем основные отличия древесины вишни от древесины сливы:

1. Лучи меньших размеров (рядность не более 3), у сливы – рядность до 6. Квадратные и стоячие клетки могут находиться в центральной части луча, у сливы – по периметру сечения.

2. Встречаются сосуды с перфорационными пластинками переходного типа, характерными для ювенильной древесины.



поперечный срез



радиальный срез

Рис. 10. Тяжевая паренхима древесины вишни

3. В древесине содержится мало камеди. Тилы встречаются очень редко. Эти факты также связаны с возрастом стебля.

4. Аксиальной паренхимы больше, чем у сливы.

Таким образом, на основании проведенных исследований были выявлены особенности древесины вишни, способные оказать положительное влияние на процесс экстракции компонентов древесины.

1. Рассеянно сосудистая древесина с тенденцией к кольцесосудистости. Как известно, скорость экстракции из рассеянно сосудистой древесины выше.

2. Небольшое количество тил свидетельствует о высокой проницаемости сосудов.

3. Основная часть древесины представлена волокнистыми трахеидами, имеющими щелевидно-окаймленные поры.

4. Обилие лучей, большинство клеток которых имеют жизнеспособный протопласт, что свидетельствует о прохождении активных метаболических процессов.

5. Наличие в сосудах скоплений темноокрашенных камедей, что указывает на накопление в ядровой зоне танинов и окисленных форм флавоноидов.

6. Незначительное количество тил, содержащих низкомолекулярные горькие вещества, отрицательно влияющие на органолептику.

7. Отсутствие включений кальциевых солей, что снижает возможность отрицательного влияния древесины вишни на стабильность напитков.

На основании проведенных исследований, включающих анализ пробных экстрактов методом ВЭЖХ, можно сделать вывод о том, что ядровая древесина вишни содержит комплекс химических компонентов, благоприятно влияющих на качество спиртных напитков. Установлена высокая экстрактивная способность этой древесины. В результате у нас есть основания считать, что древесина вишни может быть пригодной для использования в виде щепы при выдержке плодовых дистиллятов.

Библиографический список

1. Аксенов, П.А. Исследование структуры и химического состава древесины дуба различного географического происхождения для оценки его пригодности к производству высококачественных коньячных спиртов / П.А. Аксенов, В.В. Коровин // Вестник МГУЛ – Лесной вестник, 2007. – № 5. – С. 9–16.
2. Аксенов, П.А. Сравнительно-анатомическое исследование древесины дуба, применяемой в виноделии / П.А. Аксенов, В.В. Коровин // Вестник МГУЛ – Лесной вестник, 2010. – № 3. – С. 5–15.
3. Бенькова, В.Е. Анатомия древесины растений России / В.Е. Бенькова, Ф.Х. Швейнгрубер. – Берн: Хаупт, 2004. – 456 с.
4. Ворошилова, Г.И. Древесина лесообразующих и сопутствующих пород Дальнего Востока : учеб. пособие / Г.И. Ворошилова, С.А. Снежкова. – Владивосток: Дальневосточный ун-т, 1984. – 156 с.
5. Гаммерман, А.Ф. Определитель древесин по микроскопическим признакам с альбомом микрофотографий / А.Ф. Гаммерман, А.А. Никитин, Т.Л. Николаева. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1946. – 143 с.
6. Древесные породы мира. Т. 3. Древесные породы СССР / В.Г. Атрохин, К.К. Калущкий, Ф.Т. Тюриков; под ред. К.К. Калущкого. – М.: Лесн. пром-сть, 1982. – 264 с.
7. Оганесянц, Л.А. Дуб и виноделие / Л.А. Оганесянц. – М.: Пищепромиздат, 1998. – 255 с.
8. Оганесянц, Л.А. Изменчивость структуры древесины дуба и ее пригодность для выдержки винодельческой продукции / Л.А. Оганесянц, В.В. Коровин, П.А. Аксенов // Виноделие и виноградарство, 2006. – № 5 – С. 10–11.
9. Саришвили, Н.Г. Анатомическое строение дубовой клепки для виноделия как показатель ее качества / Н.Г. Саришвили, Л.А. Оганесянц, В.В. Коровин, Ю.А. Телегин и др. // Обзорная информация: Пищевая и перерабатывающая промышленность. Серия 15. Винодельческая промышленность, 1996. – Вып. 2. – 23 с.
10. Яценко-Хмелевский, А.А. Основы и методы анатомического исследования древесины / А.А. Яценко-Хмелевский. – М.-Л.: Изд. АН СССР, 1954. – 335 с.
11. Барыкина Р.П. Справочник по ботанической микротехнике. Основы и методы / Р.П. Барыкина и др.– М.: МГУ, 2004. – 312 с.

**ИЗУЧЕНИЕ ПРИГОДНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ СЛИВЫ
ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПЛОДОВЫХ ВОДОК**

В.В. КОРОВИН, *проф. каф. селекции, генетики и дендрологии МГУЛ, д-р биол. наук,*
 П.А. АКСЕНОВ, *зав. лаб. каф. селекции, генетики и дендрологии МГУЛ, канд. с-х. наук,*
 Л.А. ОГАНЕСЯНЦ, *директор ВНИИПБиВП РАСХН, д-р техн. наук,*
 В.А. ПЕСЧАНСКАЯ, *зав. отделом технологии крепких напитков ВНИИПБиВП РАСХН,*
 В.А. ЗАХАРОВА, *мл.н.с. ВНИИПБиВП РАСХН, д-р техн. наук,*
 Д.В. АНДРИЕВСКАЯ, *н. с. ВНИИПБиВП РАСХН, канд. техн. наук,*
 М.А. ЗАХАРОВ, *н. с. ВНИИПБиВП РАСХН, канд. техн. наук*

vladimir.v.korovin@gmail.com, axenov.pa@mail.ru, institute@vniinapitkov.ru

Производство крепких спиртных напитков из плодового сырья широко распространено во многих западноевропейских странах. Большой спрос на эти напитки обусловлен как их высоким качеством, так и оригинальностью и многообразием их видов. Плодовые водки производят из плодовых дистиллятов, выдержанных и без выдержки. Плодовые дистилляты, как правило, выдерживают в контакте с древесиной дуба. По непонятным причинам отсутствуют данные по применению древесины плодовых деревьев в этих целях.

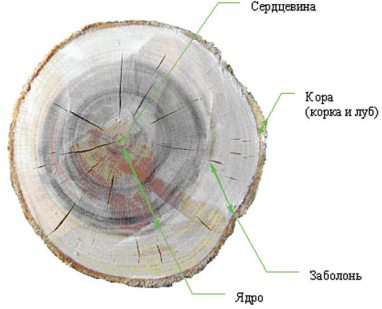
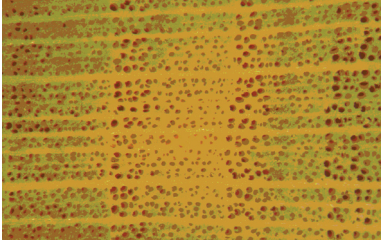
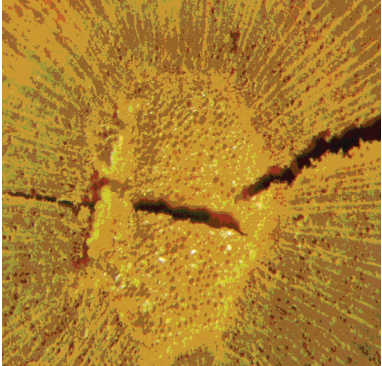
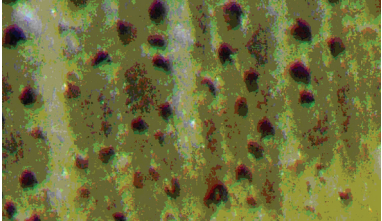
В связи с этим целью настоящего исследования стала оценка пригодности дре-

весины сливы в виде технологической щепы для выдержки плодовых дистиллятов с целью повышения их качества и конкурентоспособности.

Широко известно, что анатомические особенности древесины во многом определяют органолептические свойства настаиваемых на них напитков. Они же определяют скорость их созревания и качество вырабатываемых из древесины экстрактов [1, 6– 8].

Отдельные анатомические особенности строения древесины используются в качестве критериев для ее отбора и предварительной оценки как возможного сырья для использования в виноделии [2].

При исследовании макроструктуры выявлен ряд особенностей, характерных для древесины сливы

<i>Особенности макроструктуры древесины сливы</i>	
<p>Ядро выражено четко, состоит из чередующихся розовых и серо-бурых колец. Заболонь широкая, желтоватого цвета. Граница заболони и ядра волнистая, края размытые. Ее ширина колеблется в пределах 1–2 годовичных колец.</p> <p>Годичные слои слабоизвилистые, с трудом различимые, имеют непостоянную ширину. В среднем ширина годовичных колец колеблется в пределах от 1,5 до 5 мм</p>	
<p>Сердцевинные лучи светлые (почти белые), заметны невооруженным глазом. На рисунке представлены в виде горизонтальных полос</p>	
<p>Сердцевина шестиугольная, 1,5–2 мм в диаметре. Отмечено значительное смещение сердцевины относительно оси ствола, вызванное образованием тяговой древесины в растянутой зоне стебля. Тяговая древесина образовалась в расширенных частях годовичных колец; имеет более плотную структуру вследствие увеличения доли трахеид и более высокого процента целлюлозы; отличается низкой степенью одревеснения и наличием желатинозных слоев стенок трахеид.</p> <p>Сосуды мелкие, незаметные невооруженным глазом, но хорошо различимые при слабом увеличении стереомикроскопа в виде отдельных просветов, частота встречаемости которых уменьшается от внутренней границы годовичного кольца к внешней.</p>	
<p>На поперечном срезе выявлены крупные (до 4 мм длиной) сердцевинные повторения, встречающиеся не чаще одного на 1 см²</p>	

Предварительную оценку пригодности сливовой щепы для выдержки плодовых дистиллятов мы проводили на основе изучения анатомического строения ядровой древесины модельных деревьев сливы.

В литературных источниках практически отсутствуют подробные анатомические описания древесины сливы [9]. Приведена краткая характеристика макроструктуры и физико-механических свойств древесины сливы растопыренной (*Prunus divaricata*

Ledeb.) [5]. Определенный интерес представляет краткое описание древесины сливы и общее представление о строении древесины двух видов рода *Prunus* L. [3, 4].

В качестве объекта исследования мы использовали древесину сливы домашней (*Prunus domestica* L.) сорта Венгерка, возраст 30 лет.

Стереомикроскопирование при увеличении не более 100^х проводили на микроскопе МБС-10 в светлом поле и режиме косо

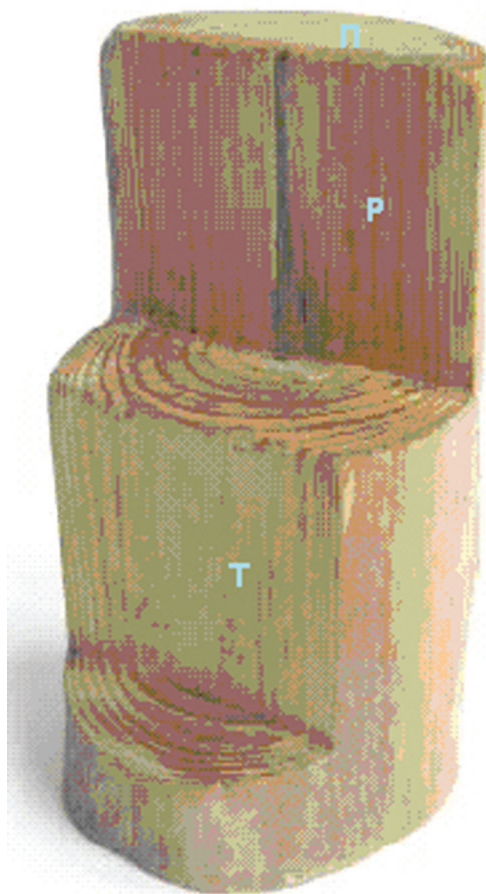


Рис. 1. Главные разрезы ствола: П – поперечный (проходит перпендикулярно оси ствола); Р – радиальный (продольный срез, проходит через сердцевину ствола); Т – тангенциальный (тангентальный) (продольный, проходит по касательной к поверхности ствола)

света. Структуры фотографировали с помощью цифровой камеры.

Препараты для анатомических исследований изготавливали по общепринятым в ботанической микротехнике и гистохимии методикам [10]. Микроскопирование проводили на исследовательском микроскопе *Jenoval* (Carl Zeiss), снабженном окуляр-микрометром. Использовали микрообъективы: *GF-Plan* 12.5/0,25; *Plan* 9/0,2, 160/0,17; *Apochromat* 40/0,95, 160/Cor 0,1-0,2; *GF-Plan* HI 100/1,25.

Древесина сливы является рассеянно сосудистой, т.е. сосуды равномерно распределены по всей ширине годичного слоя. Сосуды в древесине сливы не затилваны. Изготовление винодельческих бочек из древесины сливы невозможно из-за небольших размеров этих деревьев, однако древесина сливы

обладает рядом свойств, обеспечивающих довольно высокую степень экстракции растворимых веществ в винодельческие спирты, что позволяет использовать эту древесину в виноделии после того или иного способа ее измельчения.

На первом этапе исследований были изучены макроскопические особенности древесины сливы. Описание проводили по трем главным разрезам ствола (рис. 1) – поперечному, радиальному, и тангенциальному (тангентальному).

Древесина сливы прочная, плохо поддавалась размягчению в спирто-глицериновой смеси. Механические свойства ядра заметно выше механических свойств других видов розоцветных, рассмотренных нами.

Более подробные данные были получены при анализе микроструктуры древесины сливы, проведенном с использованием наших анатомических препаратов. Установлено, что древесина сливы состоит из сосудов, волокнистых трахеид, лучевой и тяжелой паренхимы. Древесина рассеянно сосудистая с тенденцией к кольцесосудистости (рис. 2).

Выраженность кольцесосудистости усиливается в широких кольцах и в зоне реактивной древесины.

Сосуды одного типа ($d = 40 \pm 5$ мкм) тонкостенные, округлые, слегка вытянутые в радиальном направлении, специфического рисунка не образуют; одиночные, парные и в группах по 3–4 ряда.

Просветы сосудов широких колец неравномерно распределены в толще годичного слоя. В широких приростах часто встречаются внутренние ложные годичные кольца с преобладанием крупнопросветных сосудов. Подобные образования усложняют определение возраста стебля.

В узких приростах более крупные просветы сосудов сосредоточены в ранней древесине. По направлению к внешней границе годичного слоя просветы сосудов уменьшаются в размерах и по частоте встречаемости. В узких годичных слоях переход от ранней древесины к поздней постепенный.

У всех сосудов отмечено наличие хорошо выраженных спиральных утолщений

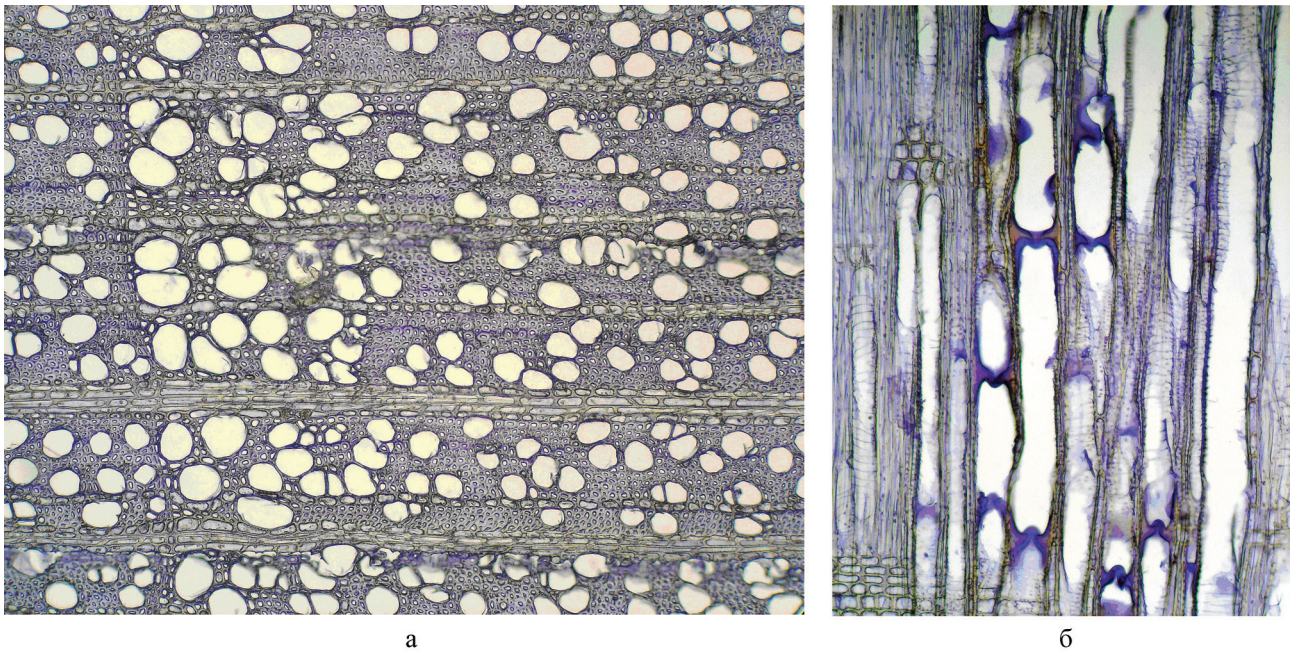


Рис. 2. Сосуды древесины сливы: а) округлые множественные просветы сосудов на поперечном срезе; б) сосуды на радиальном срезе в виде широких прерывающихся светлых вертикальных лент

стенок (рис. 3). Относительный шаг спирали составляет $1/3-1/2$ диаметра сосуда. Встречаются также трахеиды со спиральными утолщениями, для которых относительный шаг спирали составляет $1-1/2$ диаметра просвета трахеиды.

Межсосудистая поровость варьируется в зависимости от диаметра сосуда. Так, у широкопросветных сосудов поры крупные, свободные или сближенные, с округлыми очертаниями окаймлений. У узкопросветных сосудов и сосудистых трахеид поровость очередная, сближенная (с округлыми окаймлениями) или сомкнутая (с шестиугольными окаймлениями) (рис. 4).

Внутренние отверстия пор прямые (ориентированы по радиусу сосуда) вытянутые, не доходят до краев окаймлений. Пары пор между сосудами и трахеидами имеют аналогичное строение с той лишь разницей, что со стороны сосуда внутреннее отверстие расположено прямо, со стороны трахеиды – наклонно. Внутреннее отверстие со стороны трахеиды всегда уже.

На границе заболони и ядра в просветах сосудов наблюдается процесс тиллообразования (рис. 5а). Степень затиллованности сосудов ядра низкая. Содержимое тил интенсивно окрашено. Также в просветах сосудов

ядра зафиксировано наличие менискообразных двояковогнутых капель камеди (рис. 5а). Переходная зона ядро-заболонь не имеет резких отличий от ядра.

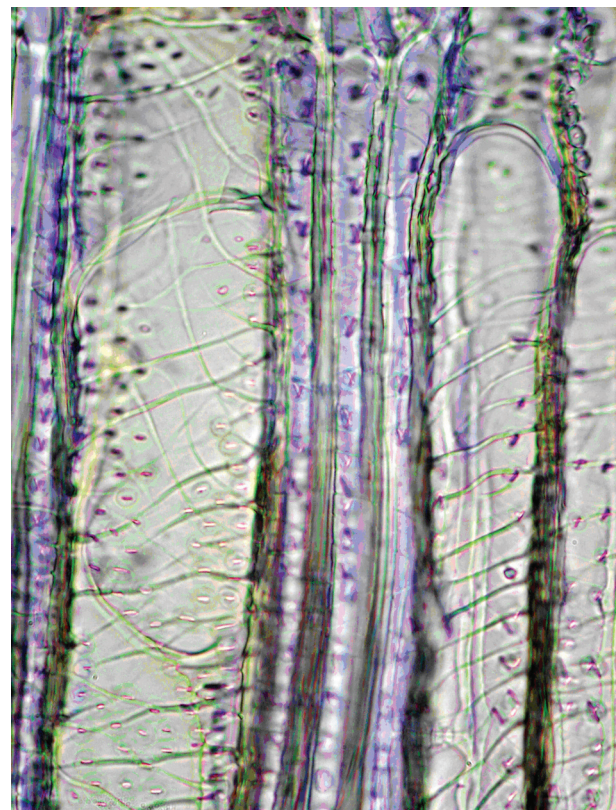


Рис. 3. Спиральные утолщения члеников сосудов древесины сливы на радиальном срезе

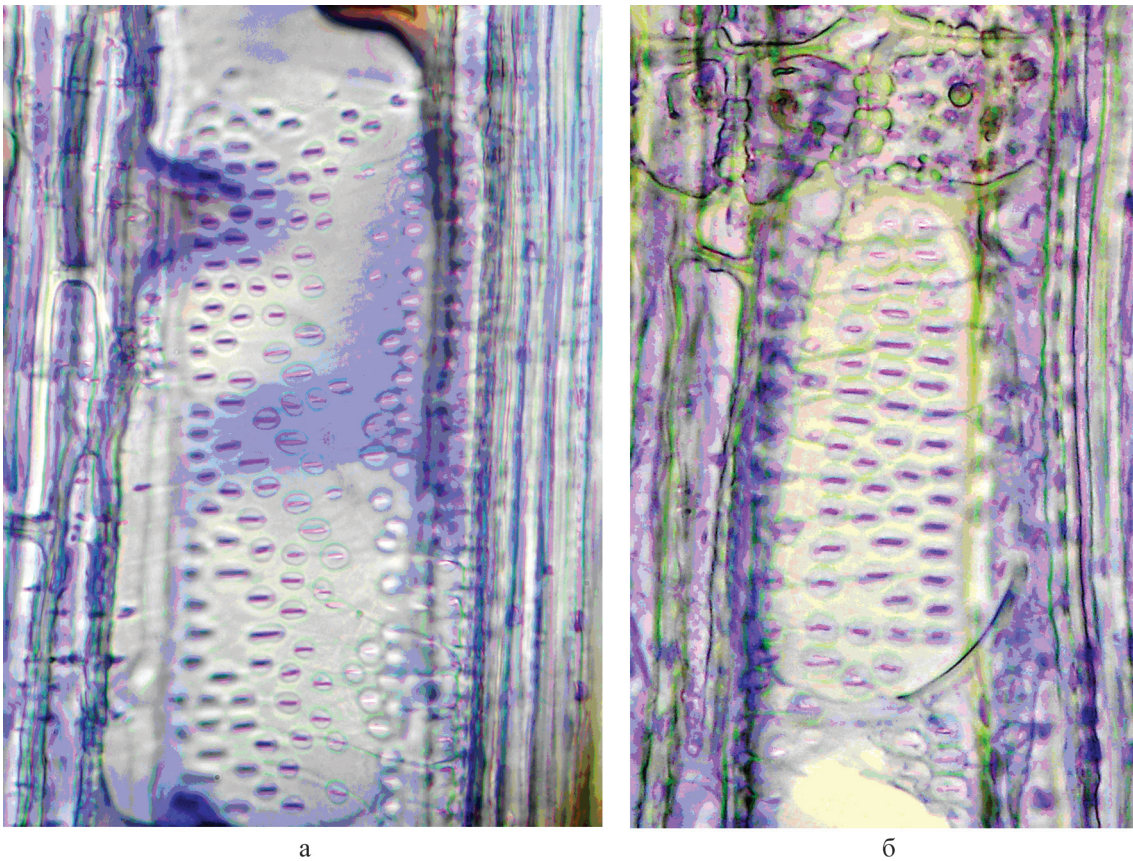


Рис. 4. Межсосудистая поровость древесины сливы. (а) – сближенная у широкого сосуда. (б) – сомкнутая у узкопросветного сосуда

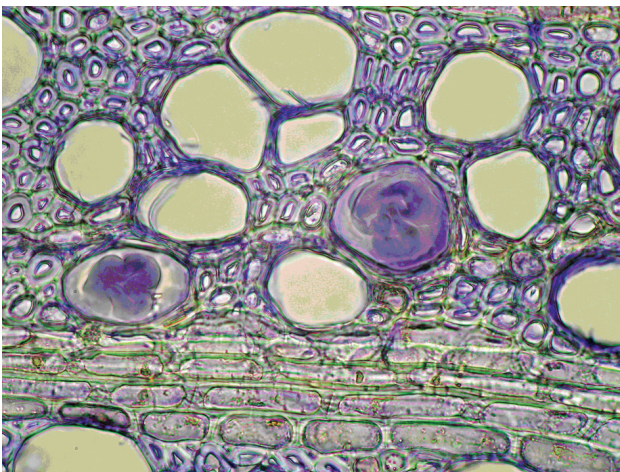


Рис. 5а. Тилы в просветах сосудов. Поперечный срез

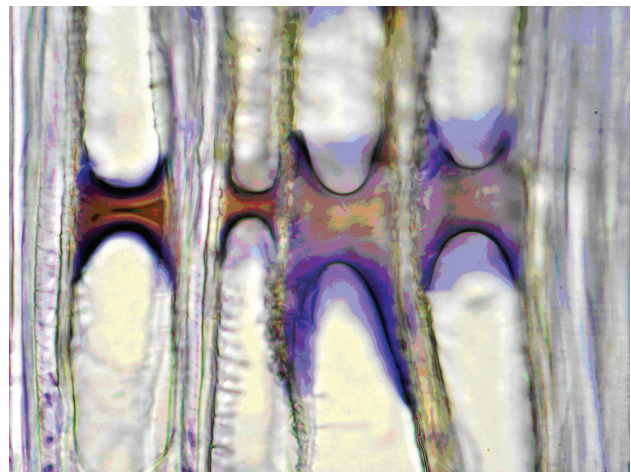


Рис. 5б. Менiscoобразные двояковогнутые капли меди в сосудах ядра. Радиальный срез

Основная масса древесины состоит из волокнистых трахеид с толстыми стенками и полостью средней ширины. Сечение волокнистых трахеид имеет округлую слабоугловатую форму (рис. 6). На поперечном срезе хорошо просматриваются камеры и каналы щелевидно окаймленных пор между соседними трахеидами.

Оптически активен только наружный (S_1) слой клеточной стенки. Диаметры просветов трахеид в ранней и поздней частях годичного кольца приблизительно равны. Сосудистые трахеиды встречаются очень редко.

Пары пор на радиальных стенках волокнистых трахеид редкие, среднеширокие с округлыми камерами и перекрещивающимися-

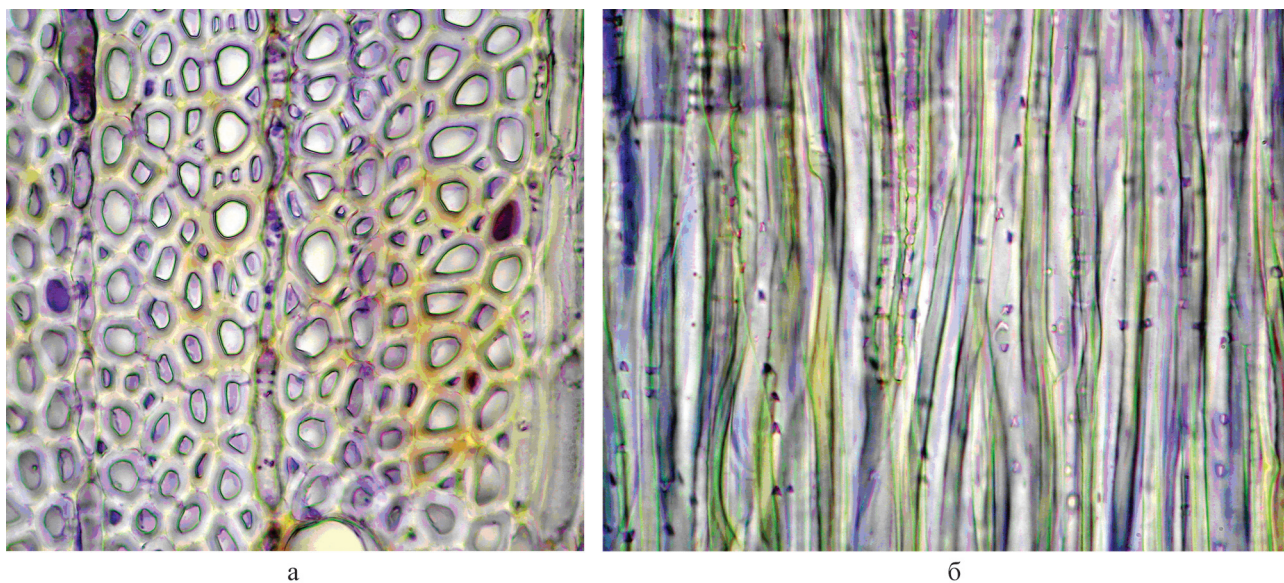


Рис. 6. Волокнистые трахеиды древесины сливы на поперечном (а) и радиальном (б) срезе

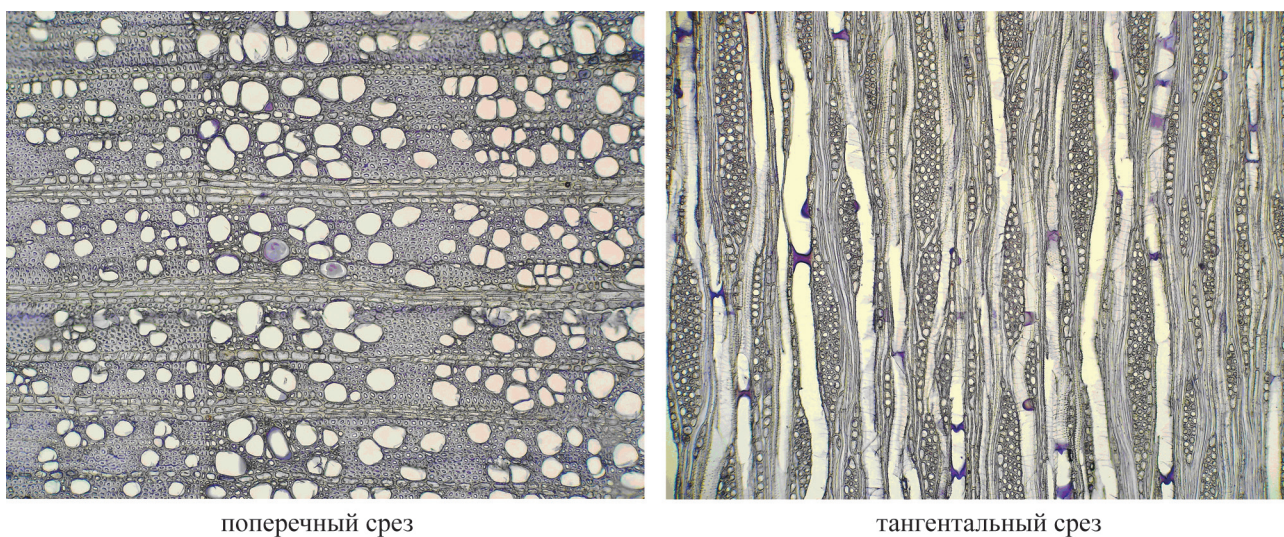


Рис. 7. Сердцевинные лучи древесины сливы

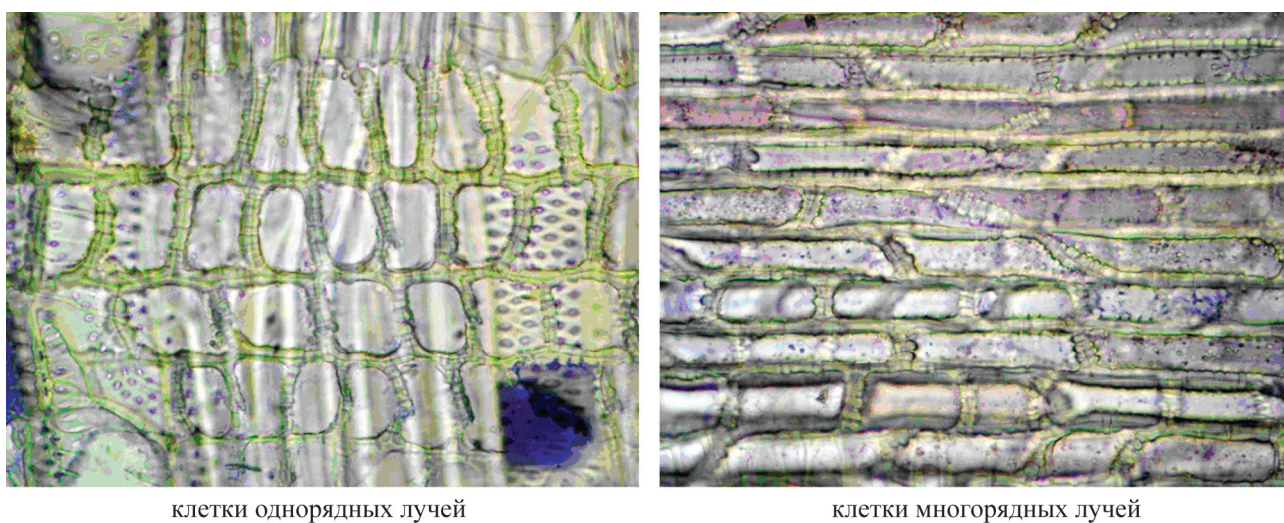


Рис. 8. Сердцевинные лучи древесины сливы на радиальном срезе

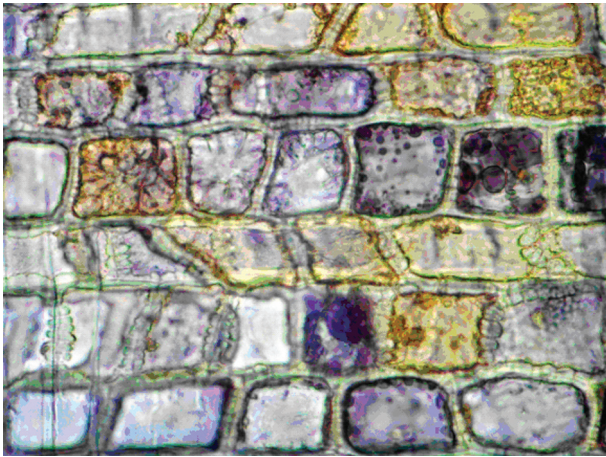


Рис. 9. Клетки сердцевинных лучей древесины сливы, содержащие темноокрашенные гранулы пластических веществ

ся щелевидными внутренними отверстиями, доходящими до границ окаймления или пересекающими их.

Поры располагаются в одном вертикальном ряду. Пары пор преимущественно поздних трахеид из участков, слабо контактирующих с сосудами, имеют в два раза меньший диаметр окаймления.

Сердцевинные лучи многочисленные одно- и многорядные, редко встречаются двурядные, состоят только из паренхимных клеток (рис. 7). Однорядные лучи линейные (от 3 до 10 клеток в высоту), многорядные – веретеновидные, немного шире диаметра сосудов (3–6 рядов клеток в ширину, 12–60 слоев клеток в высоту).

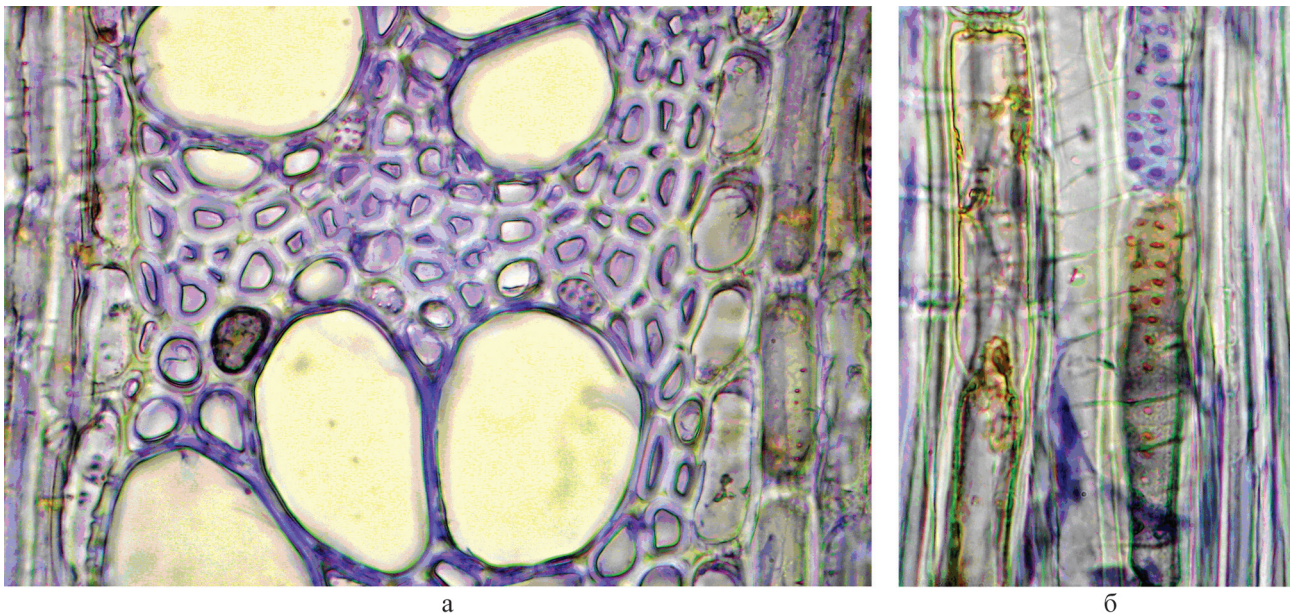


Рис. 10. Клетки тяжелой паренхимы древесины сливы на поперечном (а) и радиальном (б) срезе

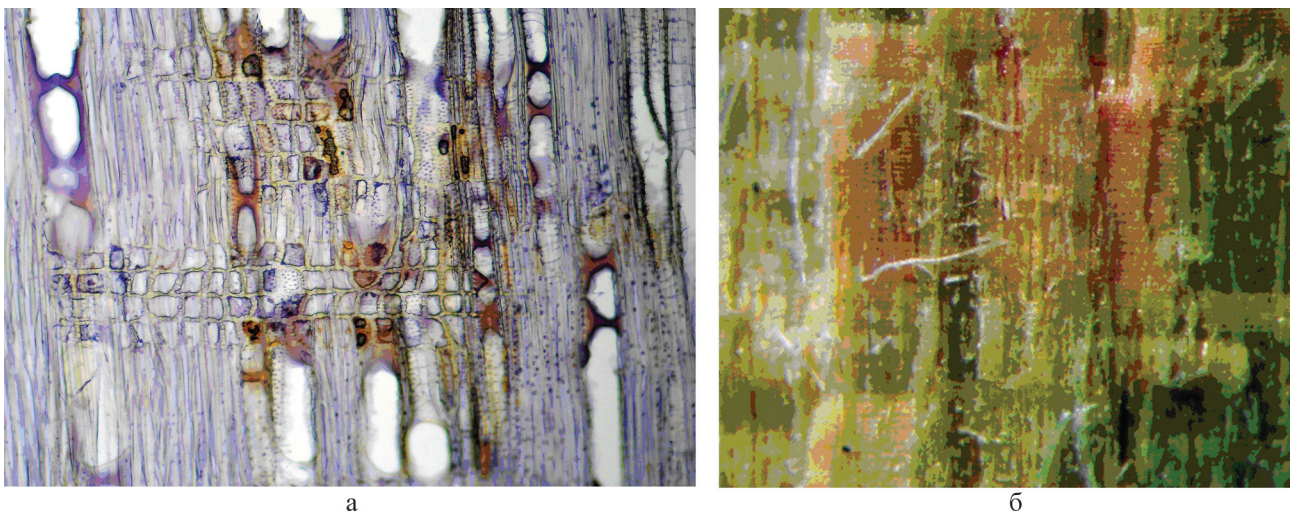


Рис. 11. Переходная зона между заболонью и ядром на радиальном срезе (а) и радиальном сколе (б) ствола сливы

Однорядные лучи в большинстве случаев гомогенные, состоят из квадратных и палисадных (на границе приростов) клеток (рис. 8). Многорядные лучи – гетерогенные. Внутренняя часть многорядного луча представлена лежащими клетками (соотношение ширина/длина = 1/2–1/3, реже = 1/4) (рис. 8).

При соприкосновении с сосудами широкие лучи не изгибаются, однорядные изгибаются слабо. При переходе из одного годичного слоя в другой лучи несколько расширяются, но булавовидных утолщений не образуют (рис. 9).

Большинство клеток сердцевинных лучей ядра не содержит темноокрашенных гранул пластических веществ. Небольшой процент клеток лучей, содержащих пластические вещества, обнаруживается на границе перехода заболонь-ядро. Этот факт указывает на низкое содержание окисленных дубильных веществ в ядре.

Древесная паренхима апотрахеальная (не связанная с сосудами) – диффузная редкая с тонкими клеточными стенками (рис. 10). Терминальная паренхима (на границе годичного слоя) отсутствует.

Клетки осевой паренхимы цилиндрические, в ядровой зоне частично заполнены аморфным содержимым. Поперечные стенки паренхимных тяжей на тангентальном срезе чаще косые, на радиальном – прямые. Поры между соседними паренхимными клетками простые.

Установлено, что в переходной зоне между заболонью и ядром протекает выработка ядрообразующих химических составляющих древесины, предположительно фенольной природы (в основном, окисленные таниды с хиноновыми группами), а также синтез интенсивно окрашенных камедей, традиционно свойственных подсемейству сливовых (рис. 11). Образующиеся в зоне ядрообразования вторичные метаболиты пропитывают окружающие клеточные стенки и откладываются в члениках сосудов, тем самым придавая ядру характерный цвет.

Цвет розовых зон ядра определяется также наличием повышенных концентраций красных камедей. Камеди ядра сливы пред-

ставляют собой сложные комплексы полисахаридов и полиуронидов с окисленными дубильными веществами.

Кристаллических отложений в исследованных образцах древесины сливы не выявлено.

Таким образом, на основании проведенных исследований были выявлены следующие особенности древесины сливы, способные оказать положительное влияние на процесс экстракции компонентов древесины и указывающие на содержание органолептически значимых веществ.

1. Рассеянно сосудистая древесина с тенденцией к кольцесосудистости. Как известно, скорость экстракции из рассеянно сосудистой древесины выше.

2. Небольшое количество тил свидетельствует о высокой проницаемости сосудов.

3. Основная часть древесины представлена волокнистыми трахеидами, имеющими щелевидно-окаймленные поры.

4. Характерно обилие лучей, большинство клеток которых имеют жизнеспособный протопласт, что свидетельствует о прохождении активных метаболических процессов.

5. Наличие в сосудах скоплений темноокрашенных камедей, что указывает на накопление в ядровой зоне танинов и окисленных форм флавоноидов.

6. Незначительное количество тил, содержащих низкомолекулярные горькие вещества, отрицательно влияющие на органолептику.

7. Отсутствие включений кальциевых солей, что снижает возможность отрицательного влияния древесины сливы на стабильность напитков.

8. Высокое содержание общей паренхимы в древесине сливы способствует накоплению дополнительных объемов экстрактивных веществ.

Заключение

На основании проведенных исследований, включающих анализ пробных экстрактов методом ВЭЖХ, можно сделать вывод о

том, что ядровая древесина сливы содержит комплекс химических компонентов, благоприятно влияющих на качество спиртных напитков. Установлена высокая экстрактивная способность этой древесины. В результате у нас есть основания считать, что древесина рассмотренного вида сливы может быть пригодной для использования в виде щепы при выдержке плодовых дистиллятов.

Библиографический список

1. Аксенов, П.А. Исследование структуры и химического состава древесины дуба различного географического происхождения для оценки его пригодности к производству высококачественных коньячных спиртов / П.А. Аксенов, В.В. Коровин // Вестник МГУЛ – Лесной вестник, 2007. – № 5. — С. 9–16.
2. Аксенов, П.А. Отбор дуба для использования его древесины в виноделии дисс. ... канд. с.-х. наук : 06.03.01 / П.А. Аксенов. – М.: МГУЛ, 2012. – 24 с.
3. Бенькова, В.Е. Анатомия древесины растений России / В.Е. Бенькова, Ф.Х. Швейнгрубер. – Берн: Издательство Хаупт, 2004. – 456 с.
4. Гаммерман, А.Ф. Определитель древесин по микроскопическим признакам с альбомом микрофотографий / А.Ф. Гаммерман, А.А. Никитин, Т.Л. Николаева. – М.–Л.: АН СССР, 1946. – 143 с.
5. Древесные породы мира. Т. 3. Древесные породы СССР / В.Г. Атрохин, К.К. Калущкий, Ф.Т. Тюриков; под ред. К.К. Калущкого. – М.: Лесн. пром-сть, 1982. – 264 с.
6. Оганесянц, Л.А. Дуб и виноделие / Л.А. Оганесянц. – М.: Пищепромиздат, 1998. – 255 с.
7. Оганесянц, Л.А. Изменчивость структуры древесины дуба и ее пригодность для выдержки винодельческой продукции / Л.А. Оганесянц, В.В. Коровин, П.А. Аксенов // Виноделие и виноградарство, 2006. – № 5 – С. 10–11.
8. Саришвили, Н.Г. Анатомическое строение дубовой клепки для виноделия как показатель ее качества / Н.Г. Саришвили, Л.А. Оганесянц, В.В. Коровин, Ю.А. Телегин, Л.Н. Гордеева, Н.К. Кардаш. // Обзорная информация: Пищевая и перерабатывающая промышленность. Серия 15. Винодельческая промышленность. – Вып. 2. – М.: АгроНИИТЭИПЦ, 1996. – 23 с.
9. Яценко-Хмелевский, А.А. Древесины Кавказа / А.А. Яценко-Хмелевский. – Т. 1. – Ереван: АН Армянской ССР, 1954. – 674 с. – С. 475–478.
10. Яценко-Хмелевский, А.А. Основы и методы анатомического исследования древесины / А.А. Яценко-Хмелевский. – М.–Л.: АН СССР, 1954. – 335 с.
11. Барыкина, Р.П. Справочник по ботанической микротехнике. Основы и методы / Р.П. Барыкина и др. – М.: МГУ, 2004. – 312 с.

УЧАСТИЕ ГАБИТУАЛЬНЫХ ФОРМ ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ В ФОРМИРОВАНИИ ОБЪЕМНО-ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ УРОЧИЩА «ДУБКИ»

Т.Г. МАХРОВА, *ст. преподаватель каф. селекции, генетики и дендрологии МГУЛ*,
П.В. ШАПКИН, *асп. каф. селекции, генетики и дендрологии МГУЛ*

mathilda2604@mail.ru, pshapkin@aviales.ru

Памятник природы федерального значения Урочище «Дубки» располагается на западной окраине г. Струнино Александровского района Владимирской области, находится в ведении администрации Владимирской области и имеет площадь 55,73 га, в том числе на землях города Струнино – 40,53 га, на территории Александровского лесничества – 15,2 га.

Массив представляет собой искусственное сообщество, созданное в 1898 г. и состоящее из аборигенных видов ели европейской и дуба черешчатого – куртины и одиночных деревьев дуба, между ними отдельные деревья ели диаметром до 60 см и с более развитой низко опущенной кроной. Сразу обращает

на себя внимание разнообразие крон одиночно стоящих деревьев ели. У одних она узкая, плотная, у других – рыхлая и раскидистая.

Анализ габитусов деревьев позволил выделить несколько форм ели европейской в урочище «Дубки»: канделябровидную, которую можно подразделить на ширококоническую-канделябровидную и яйцевидно-канделябровидную; крестообразную; колонновидную, из которой можно выделить узкоколонновидную; ширококонусовидную.

Нами был проведен подеревный переучет урочища «Дубки» и по его итогам составлен дендроплан. Анализ перечетной ведомости и дендроплана показал неоднозначность типов

Соотношение различных типов пространств в урочище «Дубки»

Типы пространственной структуры (ТПС)	Площади пространств, га	В % от всего насаждения
Открытые пространства (ОП)	18,02	24,46
Закрытые пространства (ЗП)	35,66	48,43
Полуоткрытые пространства (ПО)	19,96	27,11
ИТОГО	73,64	100

пространственной структуры парка (ТПС) как целого организма с точки зрения ландшафтного искусства. Отмечено наличие открытых, полуоткрытых и закрытых пространств на территории урочища «Дубки» (табл. 1).

Однако при таком соотношении различных типов пространств, близком к оптимальному в урочище в целом, территория парка в различных его частях организована по-разному (рис. 1.). При этом исследования взаиморасположения деревьев в западной части урочища, не учтенной в документах, дают возможность утверждать, что территория парка при создании была намного больше.

Ель европейская и дуб черешчатый, составляющие древесную растительность урочища «Дубки», в целом по урочищу соотносятся между собой как 2:1. Но в разных частях урочища соотношение дуба и ели в насаждениях неоднородно: в восточной части наблюдается примерно равное количество дуба и ели, в центральной сохраняется соотношение, характерное для урочища в целом, а в западной части дуб составляет всего 13,33 % от общего числа деревьев (рис. 2).

Анализ перечетной ведомости также показал, что в урочище «Дубки» наиболее распространены ели с ширококонической-канделябровидной, крестообразной и ширококонусовидной формой кроны (рис. 3).

Фактически парк представляет собой систему полян, чаще всего с солитером в центральной части, при этом солитерное растение может быть расположено по центру поляны или смещено относительно центра. В качестве солитера чаще всего используется ель с узкоколонновидной либо, напротив, крестообразной формой кроны. Ели с другой формой кроны в некоторых местах также посажены в виде солитеров, но такая их посадка встречается менее часто. Также в качестве солитера может использоваться дуб.

Преобладающим типом насаждений в урочище Дубки является группа. Группы могут быть как однопородные (только из ели или только из дуба) или смешанные. В группах

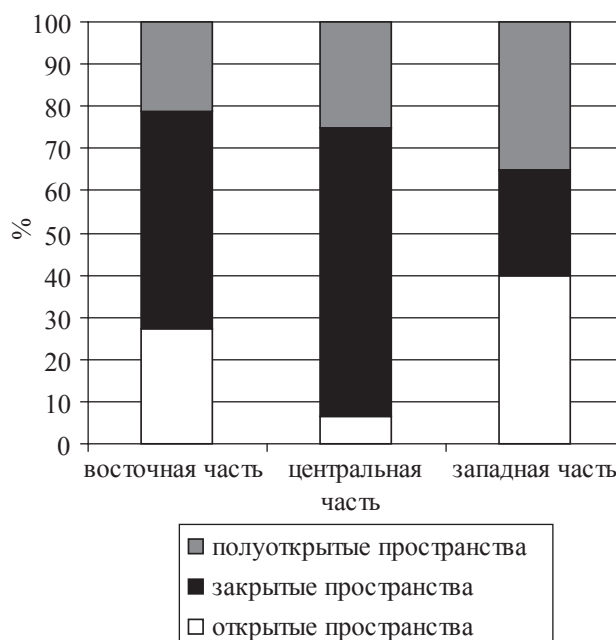


Рис. 1. Соотношение типов пространств в различных частях урочища «Дубки»

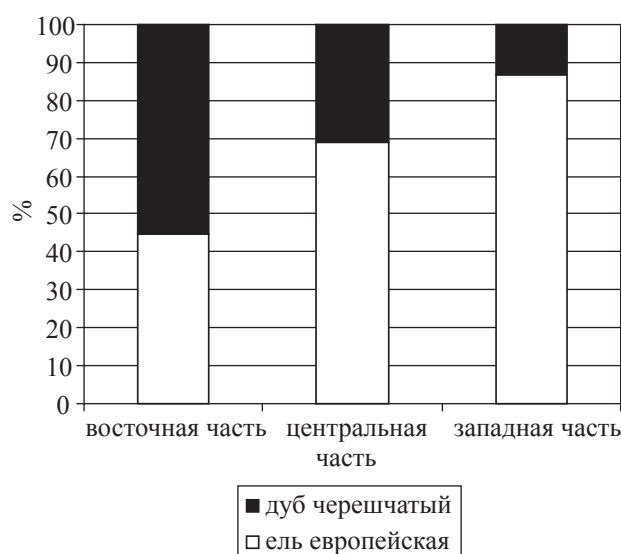


Рис. 2. Соотношение дуба и ели в насаждениях разных частей урочища «Дубки»

используются все формы ели в различных сочетаниях. Шаг посадки практически нигде не нарушается за исключением единичных случаев – абсолютное большинство елей и дубов в насаждении имеет хорошо развитые кроны.

Рядовые посадки встречаются по всей территории парка. В основном они приурочены к существующим или существовавшим ранее дорожкам. Чаще всего в рядовых посадках встречаются канделябровидные и ширококонические формы ели. В отдельных случаях рядовые посадки начинают и заканчивают ели с узкоконической кроной. Аллеи в парке практически отсутствуют. Возможно, это связано с нарушением структуры парка из-за многочисленных выпадов деревьев, и некоторые нынешние

рядовые посадки когда-то были аллеями. Поэтому при исследованиях аллеи были объединены с рядовыми посадками в одну категорию.

В некоторых случаях «коридоры» (переходы) между полянами могут рассматриваться как искривленные аллеи. В этом случае их состав определяется формовым разнообразием деревьев, окаймляющих две поляны. Эта разновидность насаждений преобладает в центральной части урочища.

Таким образом, в центральной и западной части урочища преобладают аллеи и рядовые посадки, в восточной – группы (смешанные и однопородные (рис. 4)).

Данные исследования на предмет участия форм ели в различных типах насаждений урочища «Дубки» показывают, что во всех трех частях формовой состав насаждений имеет как сходства, так и различия. В восточной части в качестве солитеров наиболее часто встречаются крестообразные и узкоколонновидные ели, в центральной – ширококоническая-канделябровидная и колонновидная, в западной – ширококоническая-канделябровидная и крестообразная (рис. 5). В качестве основного элемента, образующего аллеи и рядовые посадки, во всем урочище выступают ширококонусовидная и ширококоническая-канделябровидная формы ели. Соотношение форм ели в однопородных и смешанных группах также различается в разных частях урочища.

При компоновке насаждений Людвиг Карлин использовал особые приемы. В их числе сближенная посадка ели и дуба «парами». Такие «пары» могут использоваться для украшения центра поляны или ее окаймления с помощью череды «пар» («вальсирующие деревья»). К сожалению, этот прием не всегда себя оправдывает: часть «пар» распалась, поскольку одно из растений со временем стало мешать росту другого (чаще всего выпадает ель). Также Л. Карлин использовал пары однопородных деревьев, располагая их по двум сторонам дорожки или при входе на поляну как «ворота». «Ворота» сохранились во многих местах парка и хорошо прослеживаются.

Главным фактором, определяющим современное состояние урочища «Дубки»,



Рис. 3. Частота встречаемости форм ели в урочище «Дубки»

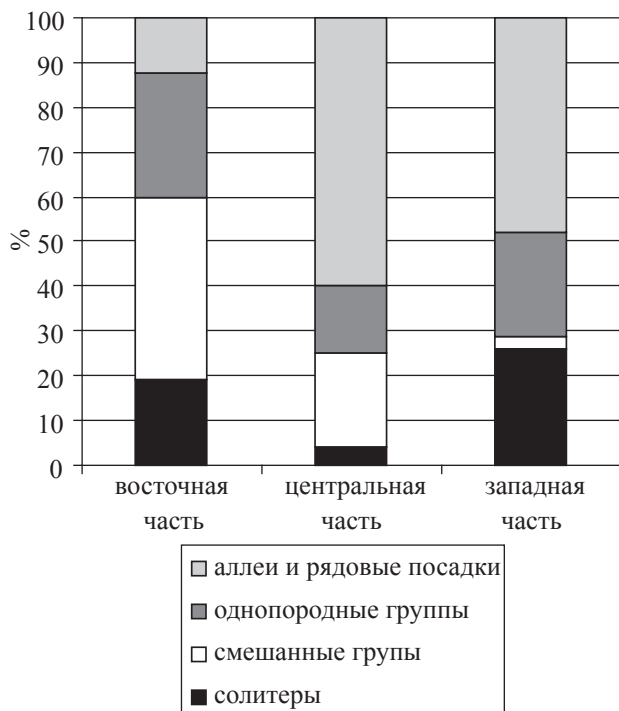


Рис. 4. Соотношение типов насаждений в разных частях урочища «Дубки»

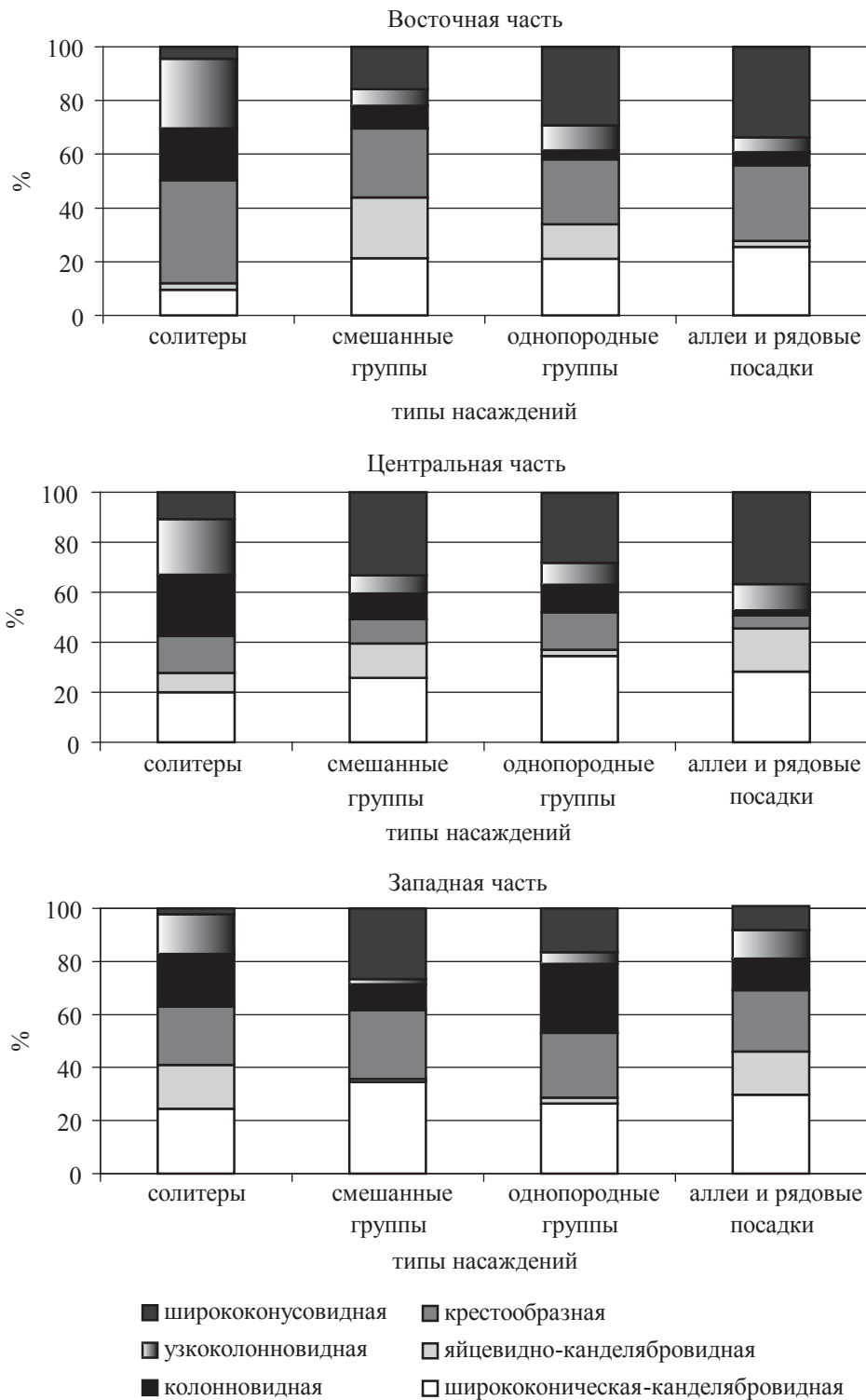


Рис. 5. Соотношение форм ели европейской в различных типах насаждений урочища «Дубки»

является антропогенная нагрузка. Несмотря на статус особо охраняемой природной территории, урочище «Дубки» страдает от интенсивной антропогенной нагрузки и ее последствий в виде заболачивания территории, ухудшения состояния деревьев вплоть до их

выпадения и, как следствие, нарушения пространственной структуры насаждений.

Библиографический список

1. Александрова, М.С. Древесные растения парков Подмосковья/ М.С. Александрова, П.И. Лапин, И.П. Петрова. – М.: Наука, 1979. – 236 с.

2. Булыгин, Н.Е. Дендрология / Н.Е. Булыгин, В.Т. Ярмишко. – 2-е изд. стер. – М.: МГУЛ, 2003. – 528 с.
3. Колесников, А.И. Декоративная дендрология/ А.И. Колесников. – М.: Лесная промышленность, 1974. – С.174–179.
4. Махрова, Т.Г. Декоративные формы ели европейской / Т.Г. Махрова. – Материалы Международной молодежной научн. школы 21–28 сентября 1998 г. – Петрозаводск: Петрозаводский университет, 1998. – Т. 2. – С. 60–65.
5. Махрова, Т.Г. Формовое разнообразие ели европейской / Т.Г. Махрова // Лесопользование и воспроизводство лесных ресурсов: сб. науч. тр. – Вып.297. – М.: МГУЛ, 1999. – С. 34–36.
6. Неретина, М.И. Хвойные растения/ М.И. Неретина – М.: Издательский дом МСП, 2006 – 96 с.
7. Теодоронский, В.С. Садово-парковое строительство/ В.С. Теодоронский. – М.: МГУЛ, 2003. – С. 123–174.
8. Царев, А.П. Селекция и репродукция лесных древесных пород : учебник / А.П. Царев, С.П. Погиба, В.В.Тренин / под ред. А.П. Царева. – М.: Логос, 2002. – 520 с.

ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР ХВОЙНЫХ ПОРОД В УСЛОВИЯХ СТЕПНОЙ ЧАСТИ КРЫМА

Р.В. САЛОГУБ, ассистент Южного филиала «Крымского агротехнологического университета» Национального университета биоресурсов и природопользования Украины (ЮФ «КАТУ» НУБиПУ)

salogubroman@mail.ru

Степная зона Крыма занимает значительную часть полуострова, которая характеризуется равнинным рельефом и засушливым климатом [1, 3–6]. Исторически сложилось так, что естественные лесные насаждения на территории Крымского полуострова произрастают только в горной части, а степная часть является безлесной [3–6]. Согласно комплексному районированию Украины, степная часть Крыма отнесена к лесохозяйственной области Южная сухая степь Причерноморско-Приазовского южного степного округа и района Равнинного Крыма и Керченского полуострова с типчаково-ковыльными степями [3].

В настоящее время государственные предприятия лесного хозяйства степной части Крыма насчитывают около 7 тыс. гектаров земель, покрытых лесом, из которых почти 2 тыс. гектаров с наличием хвойных древесных пород: сосны крымской (*Pinus nigra* ssp. *pallasiana*) подвид европейской черной сосны (*Pinus nigra* L.) и плосковеточника восточного или туи восточной (биоты) *Platycladus orientalis* (L.) Franco [*Thuja orientalis* L.] [2]. Все насаждения лесохозяйственных предприятий равнинного Крыма созданы искусственно во второй половине XX в. Они сохранились до нашего времени и характеризуются определенными лесоводственно-таксационными по-

казателями [4, 5]. Лесные насаждения в условиях сухой степи имеют важное экологическое значение, однако они остаются недостаточно изученными. Для последующего развития степного лесоразведения, создания новых биологически стойких хвойных древостоев в этой зоне необходимо, прежде всего, провести тщательный анализ производственного опыта лесохозяйственных предприятий.

Цель работы – определить общие особенности создания лесных культур сосны крымской и плосковеточника восточного в условиях степного Крыма. Исследования проводились общепринятыми методами [3–6]. В разрезе предприятий и их подразделений проведен тщательный анализ книг лесных культур. При этом данные группировались в таблицах по определенному порядку: год создания, площадь участка, место (лесничество, квартал, выдел), способ посадки, возраст посадочного материала, схема размещения посадочных мест, техника и технология посадки, категория лесокультурной площади, приживаемость, сохранность, уход, перевод в покрытую лесом площадь и т.д.

Результаты обработки собранных материалов свидетельствуют о том, что в историческом аспекте насаждения при участии сосны крымской в степной части Крыма создавались,

Объемы использования посадочного материала разного возраста для создания лесных культур сосны крымской и плосковеточника восточного

Десятилетие	Площадь посадок, га			
	Сосны крымской		Плосковеточника восточного	
	однолетние сеянцы	двухлетние сеянцы	однолетние сеянцы	двухлетние сеянцы
1960–1969	56,40	297,50	–	–
1970–1979	66,76	151,20	–	–
1980–1989	–	1072,37	0,3	24,00
1990–1999	–	365,40	–	11,90
2000–2009	–	358,40	–	2,60
Вместе	123,16	2244,87	0,3	38,50

главным образом начиная с 60-х, а плосковеточника восточного – с 80-х гг. XX в. Наибольшее количество лесных культур сосны крымской (1072,37 га) и плосковеточника восточного (24,3 га) было посажено в 80-е гг. Динамика изменения объемов создания этих лесных культур за период с 1960 г. по 2009 г. приведена на рис. 1 и 2. В 1980–1989 гг. в степной части Крыма было создано 45,3 % имеющихся лесных культур сосны крымской. На протяжении последних десятилетий объемы создания лесных культур сосны составляют 15,1–15,4 %. Объемы созданных лесных культур плосковеточника восточного по абсолютным величинам значительно уступают сосне крымской, поскольку общая их площадь составляет всего 38,8 гектаров. В период с 1980 г. по 1989 г. было создано 62,6 % имеющихся насаждений плосковеточника восточного, а за последнее десятилетие с 2000 г. по 2009 г. – почти в десять раз меньше – 6,7 %.

Исследованиями установлено, что для создания лесных культур был использован посадочный материал возрастом один и два года (табл. 1). Сеянцы сосны крымской возрастом в один год использовали для создания лесных культур лишь до 80-х годов, позже использовался двухлетний посадочный материал. Культуры плосковеточника восточного создавались в основном двухлетними сеянцами.

Выяснено, что лесокультурные работы проводились как весной, так и осенью. Весенние посадки применялись чаще, чем осенние. В шестидесятых годах осенью было создано 16,7 %, в семидесятых – 19,6 %, в восьмидесятых – 23,9 %, а в девяностых – 37,4 % лесных культур сосны крымской. Начиная с

двухтысячных годов лесные культуры сосны крымской преимущественно (70 %) создаются в осенний период (рис. 3), культуры плосковеточника восточного, главным образом, осенью (рис. 4).

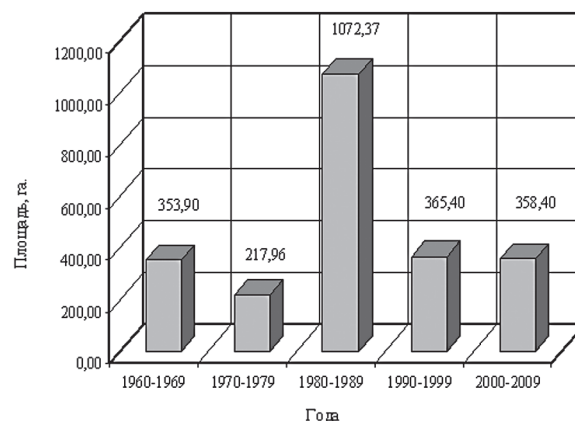


Рис. 1. Динамика изменения объемов создания лесных культур сосны крымской в степной части Крыма за период с 1960 г. по 2009 г.

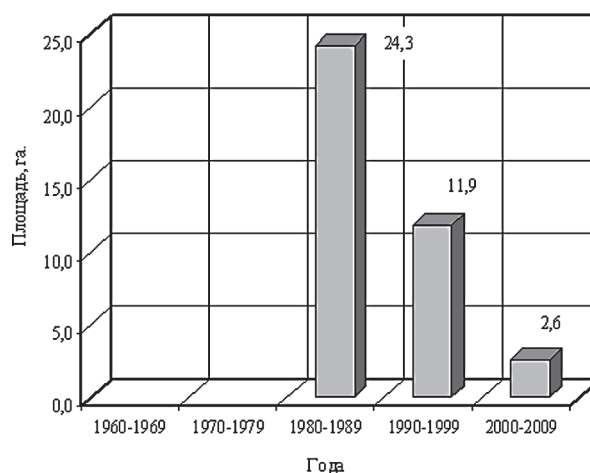


Рис. 2. Динамика изменения объемов создания лесных культур плосковеточника восточного в степной части Крыма за период с 1960 г. по 2009 г.

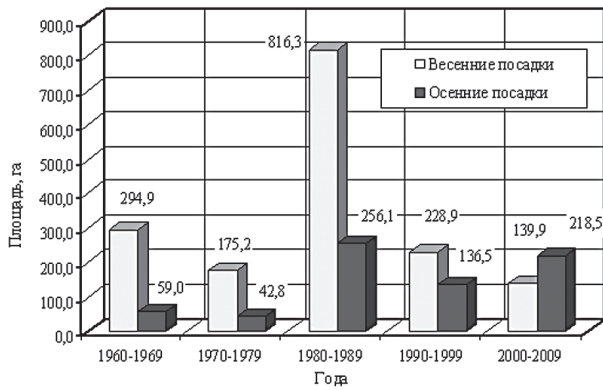


Рис. 3. Распределение площадей лесных культур сосны крымской по сезонам создания

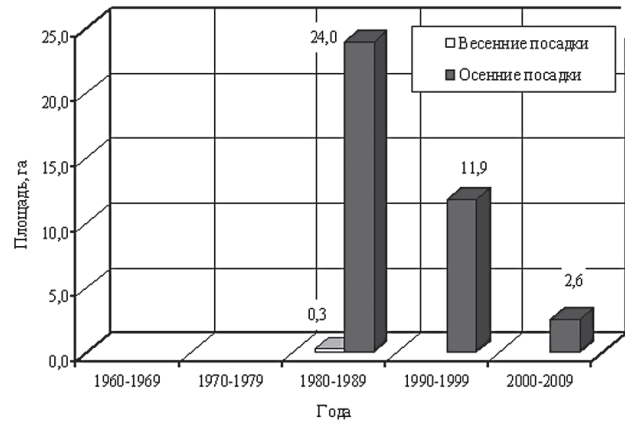


Рис. 4. Распределение площадей лесных культур плосковеточника восточного по сезонам создания

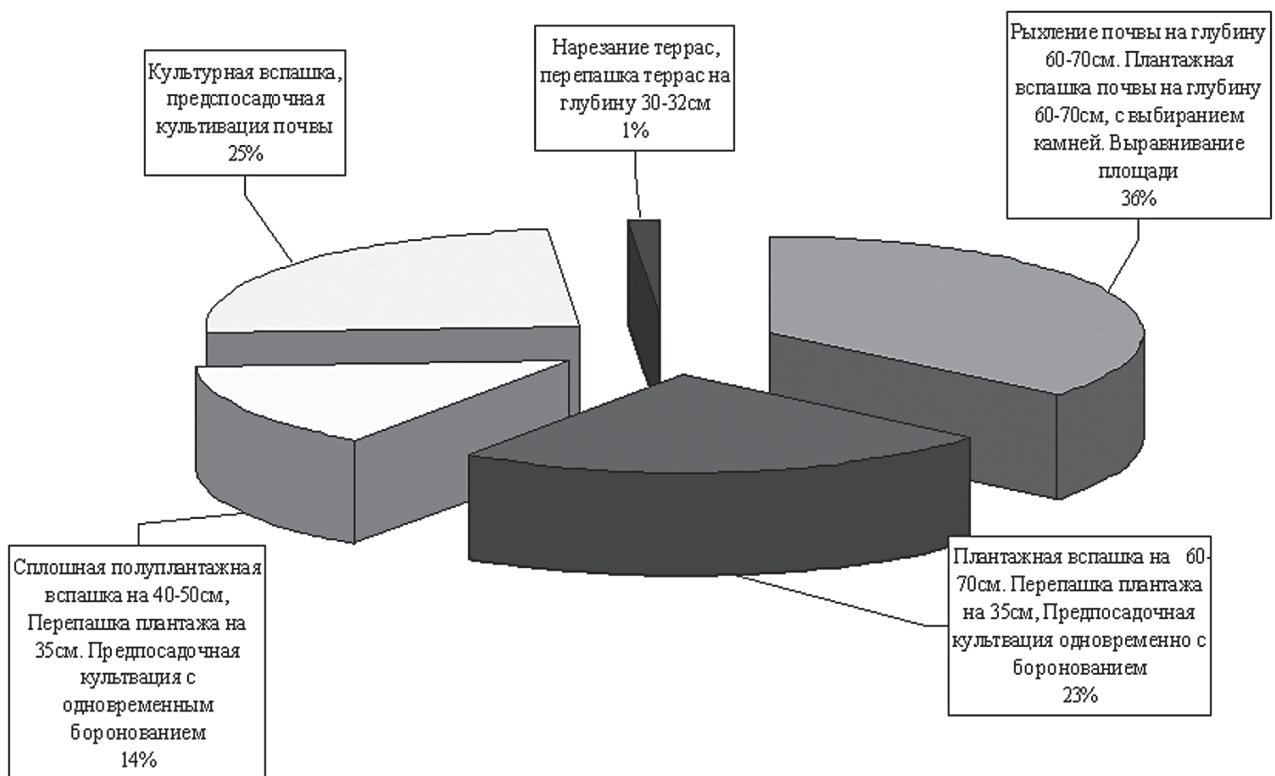


Рис. 5. Способы обработки почвы для создания лесных культур сосны крымской и плосковеточника восточного

Анализ производственно-технической документации свидетельствует, что в связи с равнинными условиями степного Крыма эти лесные культуры создавались в основном механизированным способом. Лишь 2 % от общей площади исследуемых лесных культур создано с помощью меча Колесова.

Агротехника и технология подготовки почвы включала преимущественно глубокую плантажную вспашку, многократную обычную вспашку, культивирование и боронование (рис. 5). Примерно по такой схеме велась подготов-

ка почвы для создания лесных культур сосны крымской и плосковеточника восточного. Рыхление почвы, а следовательно, и плантажная вспашка на глубину 60–70 см с последующим выбором камней проводилась на 29 % площадей, культурная вспашка и предпосадочная культивация почвы проводилась на 28 %, плантажная вспашка на глубину 60–70 см, перепашка плантажа и предпосадочная культивация на 26 %, сплошная полуплантажная вспашка на глубину 40–50 см, перепашка плантажа на глубину 35 см, предпосадочное культивирование и

боронование на 16 % общей площади созданных лесных культур. На отдельных участках проводилось нарезание террас (1 %). Лесные культуры создавались преимущественно на участках, которые раньше были под лесом, а также на пустынных землях.

Общая сохранность и площадь переведенных лесных культур сосны крымской в покрытую лесом площадь в 60–70-х гг. были достаточно высокими и составляли свыше 75 %, а часть списанных погибших культур составляла от 3 % в 1960–1969 гг. до 23 % в 1970–1979 гг. (рис. 6). Начиная с 80-х годов часть погибших и списанных лесных культур сосны крымской достигала 47 %. Общая сохранность и площадь переведенных лесных культур плосковеточника восточного в покрытую лесом площадь составляет всего 8 % (рис. 7). Подавляющее большинство – 92 % лесных культур плосковеточника восточного погибли и были списаны.

Анализ производственно-технической документации показывает, что все насаждения лесохозяйственных предприятий равнинного Крыма созданы искусственно во второй половине XX в. Общая площадь покрытых лесом земель составляет около 7 тыс. га, в том числе почти 2 тыс. гектаров лесных культур с участием хвойных древесных пород: сосны крымской и плосковеточника восточного или туи восточной (биоты). Исследования свидетельствуют, что создание лесных культур при участии хвойных пород в степном Крыму основано в 60-х гг. прошлого века. До 90-х гг. посадку лесных культур осуществляли преимущественно весной. Начиная с 2000 гг. преимущество отдают осенним посадкам. Создавались лесные культуры механизированным способом с использованием одно- двухлетних сеянцев. Подготовку почвы для создания лесных культур хвойных древесных пород проводили путем глубокой плантажной вспашки с последующим культивированием и боронованием. Поскольку лесные насаждения в условиях сухой степи имеют важное экологическое значение, для последующего развития степного лесоразведения, создания новых, биологически стойких, древостоев, необходимо, параллельно с обобщением производственного опыта, провести лесоводственно-таксационные исследо-

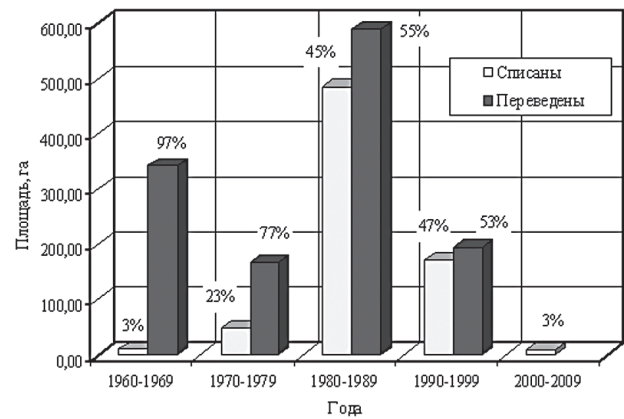


Рис. 6. Соотношение площадей сохраненных и списанных лесных культур сосны крымской

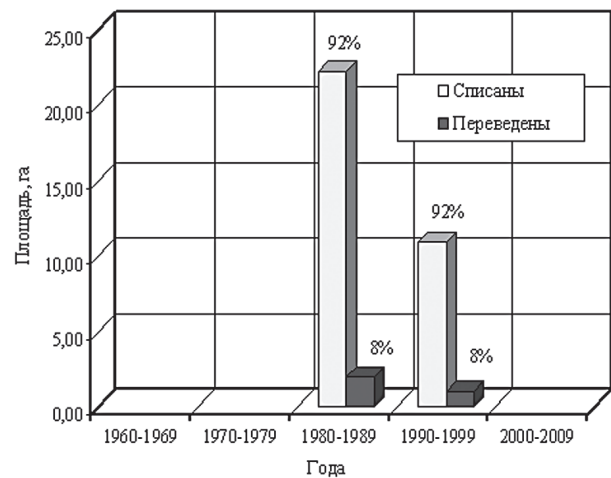


Рис. 7. Соотношение площадей сохраненных и списанных лесных культур плосковеточника восточного

вания особенностей роста и развития лучше всего сохранившихся лесных культур.

Библиографический список

1. Агроклиматический справочник по Крымской области. – Л.: Гидрометеоролог. издательство, 1959. – 103 с.
2. Бродович, Т.М. Деревья и кустарники запада УССР: Атлас / Т.М. Бродович, М.М. Бродович. – Львов: Вища школа, 1979. – 250 с.
3. Генсірук, С.А. Історія лісівництва в Україні / С.А. Генсірук, О.І. Фурдичко, В.С. Бондар. – Львів: Світ, 1995. – 424 с.
4. Салогуб, Р.В. Поширення шпилькових деревних порід в захисних насадженнях степової частини Криму / Р.В. Салогуб. – Науковий вісник НЛТУ України. – 2009. – Вип. 19.2. – С. 66–70.
5. Салогуб, Р.В. Лісівничо-таксаційні особливості деревостанів шпилькових порід у лісовому фонді степового Криму / Р.В. Салогуб. – Науковий вісник НЛТУ України. – 2009. – Вип. 19.3. – С. 43–49.
6. Солдатов, А.Г. Ліси України / А.Г. Солдатов, С.Ю. Тюков, М.В. Туркевич. – Київ: Вид-во Української академії сільськогосподарських наук, 1960. – 360 с.

ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ ОПОРНЫХ ПУНКТОВ МОНИТОРИНГА ЛЕСНЫХ ЗЕМЕЛЬ ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА

Л.М. БУРЛАКОВА, *проф. каф. почвоведения и агрохимии Алтайского государственного аграрного университета, д-р с.-х. наук,*

Е.А. ЕЛЬЧИЦЕВ, *ст. препод. каф. почвоведения и агрохимии Алтайского государственного аграрного университета, канд. с.-х. наук,*

С.И. ЗАВАЛИШИН, *доц. каф. почвоведения и агрохимии, декан факультета заочного обучения Алтайского государственного аграрного университета, канд. с.-х. наук*

serg11zav@mail.ru

Почвенный покров территории изучен недостаточно (фрагментарно), большая часть исследований проводилась в поймах рек средней тайги Широтой Оби, таких как Обь, Иртыш, и их притоков – Большой Юган, Вах, Аган, Лямин и др. [1, 3, 6].

Работы по изучению почвенного покрова проводились в рамках мониторинга земель Ханты-Мансийского автономного округа. На территории округа была организована сеть опорных пунктов для ведения наблюдения за состоянием и изменением почвенного покрова вследствие негативного воздействия нефтегазодобывающего комплекса. На ключевых участках для репрезентативности почвенного покрова и радиоактивности почв закладывались полнопрофильные почвенные разрезы, приуроченные к элементам рельефа и ассоциациям леса, с учетом современного состояния ландшафтов, почв. Кроме ключевых разрезов, проводили дополнительное апробирование в виде полуям и прикопок.

Почвенные разрезы закладывали на глубину, охватывающую все генетические горизонты. Выполнялось подробное описание морфологического строения профиля почв по правилам, принятым в почвоведении [4, 5]. Образцы отбирали из каждого генетического горизонта, но не одинаково, а в зависимости от исследуемых компонентов.

Картографирование почв проводилось кафедрой почвоведения и агрохимии Алтайского государственного аграрного университета. При полевых исследованиях почвенного покрова использован метод вложенных ключей.

Рассмотрим почвенный покров на примере отдельных опорных пунктов (ключевых

участков). Выбранные ключевые участки не только географически находятся в разных частях таежно-лесной зоны, но и имеют разные источники возможных техногенных воздействий и загрязнений почв, обусловленные разной степенью интенсивности развивающейся промышленности изучаемого региона.

Ключевой участок «Северо-Селияровский» расположен в восточной части Ханты-Мансийского района с отметками высот 50 м над уровнем моря. Почвенный покров этого участка представлен болотно-верховыми и глееподзолистыми почвами. Морфологические свойства болотно-верховых торфянистых почв, которые являются преобладающими на ключевом участке, охарактеризуем на примере разреза, заложенного на ССВ от г. Ханты-Мансийска под угнетенным хвойным лесом.

O_4 – (0–8 см) Неразложившиеся остатки сфагнового мха золотисто-желтого, желтого цвета с примесью древесного и кустарникового опада.

T_1 – (8–18 см) Торфяной горизонт, пронизан корнями, представлен плохо разложившимися растительными и древесными остатками, золотисто-желтого цвета, обводнен.

T_2 – (18–45 см) Хорошо разложившаяся моховая растительность, буро-красного цвета, присутствуют древесные остатки, пронизан корнями, сырой.

C (45–55 см) Сизовато-черного цвета, тяжелого механического состава, много воды.

Болотно-верховые торфяные почвы характеризуются высокой кислотностью торфяных горизонтов, в минеральном горизонте кислотность уменьшается (табл. 1). Мощность торфа на таких болотах неболь-

Физико-химические свойства болотно-верховых торфяных почв

Горизонт глубина, см	рН		Потери при прокалива- нии, %	Мг.экв. на 100г почвы			V, %'	Мг. на 100 г почвы	
	водной	солевой		S	H _r	T		P ₂ O ₅	K ₂ O
O ₀ 0-8	3,38	2,62	–	–	–	–	–	–	–
T ₁ 8–18	3,70	3,00	95,32	7,38	21,67	29,05	25,4	1,4	18,4
T ₂ 18–45	4,61	3,60	94,93	2,86	25,61	28,53	10,2	1,8	5,0
C 45–55	4,64	3,72	5,44	2,58	21,59	24,7	10,6	0,4	0,8

шая. Минеральное дно болотно-верховых торфянистых почв, как правило, состоит из суглинистых покровных отложений или песчаных пород водораздельных пространств. В некоторых случаях минеральная основа, на которой начинают развиваться болотные почвы, может быть представлена профилем почв полугидроморфного облика. Почвы рассматриваемого типа не насыщены основаниями. Торф верховых болот низкозольный (14,68–15,17 %), низко обеспечен подвижным фосфором, средне – подвижным калием.

В естественном состоянии почвы рассматриваемого типа сильно насыщены влагой. Это дает возможность предполагать, что перераспределение радиоактивных элементов по профилю болотно-верховых торфяных почв будет во многом зависеть от движения влаги по профилю, если они будут находиться в растворимом состоянии.

Ключевой участок «Усть-Балыкское месторождение» расположен в северо-восточной части Нефтеюганского района с отметками высот до 30 м над уровнем моря. Этот ключевой участок находится в пойме р. Обь (Юганская Обь) в нескольких километрах от крупных промышленных городов – Нефтеюганск и Сургут, вблизи нефтепровода, на котором очень часто происходят аварии.

Наибольшее распространение на ключевом участке «Усть-Балыкское месторождение» получили аллювиальные почвы разных подтипов. Аллювиальные почвы формируются в условиях регулярного затопления территории паводковыми водами реки Обь и отложением на ее поверхности свежих слев аллювия. По характеру водного режима и связанным с ним аллювиальных процессов на исследуемом ключевом участке выделяется

три типа почв: аллювиальные дерновые, аллювиальные луговые, аллювиальные болотные.

Эти типы почв формируются под влиянием пойменного аллювиального, дернового, глеевого и болотного процессов почвообразования. Вероятность развития того или иного процесса и сочетание его с другими процессами зависит от сопутствующих факторов, таких как продолжительность затопления, частота затопления, привнос пойменного аллювия, характер поверхности поймы и, как следствие, развитие растительности.

Аллювиально-дерновые почвы распространены преимущественно в прирусловой и центральной поймах, на возвышенных элементах рельефа, при глубоком залегании грунтовых вод, под луговой и злаковой растительностью в условиях неустойчивого по годам режима орошения.

Морфологическое описание данного типа хорошо прослеживается на примере разреза, заложенного на юго-востоке от г. Нефтеюганска и на восток от нефтепровода. Разрез находится в замкнутом микропонижении.

Ag-(0–3,5 см) Слабоуплотненная землянистая дернина, густо переплетена корнями злаковых растений.

A₁-(3–510 см) Влажный, бурый с сизоглеевой пропиткой, пятна ожелезнения, тяжелосуглинистый, зернистый, уплотнен, обилие корней, переход по цвету.

A₁B-(10–13см) Влажный, слоистый, буро-серый, среднесуглинистый, беструктурный, корни.

C₁-(13–53см) Влажный, белесоватый неоднородный, беструктурный, рыхлый яснослоистый, ожелезненный, имеет легкий механический состав.

Гранулометрический состав аллювиально-дерновых почв

Горизонт глубина, см	Содержание фракций, % сухой почвы							Гигроскопическая влажность, %	Название почвы по гран. составу
	1–0,25 мм	0,25–0,05 мм	0,05–0,01 мм	0,01–0,005 мм	0,005–0,001 мм	<0,001 мм	<0,01 мм		
A _г 0–3,5	–	–	–	–	–	–	–	–	–
A ₁ 3,5–10	4,1	47,1	26,8	7,8	4,2	10	22,0	2,20	Супесч.
A ₁ B 10–13	4,6	78,2	3,7	3,0	3,2	7,5	12,8	1,31	Супесч
BC ₁ 13–53	0,8	48,7	15,4	11,3	7,0	15,5	33,8	3,32	Ср.сугл

Т а б л и ц а 3

Физико-химические свойства аллювиально-дерновых почв

Горизонт глубина, см	рН		Гумус, %	Потери при прокалив., %	Мг.экв./100г почвы			Мг/100 г почвы	
	водной	солевой			S	H _p , %	V, %	P ₂ O ₅	K ₂ O
Ад 0–3,5	5,8	5,60	–	–	–	–	–	–	–
A 3,5–10	4,58	3,91	4,17	6,23	5,65	6,80	45,4	1,24	14,4
AB–10–13	6,0	5,20	1,64	3,08	7,07	5,86	56,9	0,88	5,6
BC 13–53	6,51	5,60	2,43	5,34	10,67	2,36	81,8	1,86	2,8
C 53–200	6,01	5,21	0,31	2,03	11,07	3,07	72,2	0,88	4,4

C₂-(53–200см) Влажный, однородный, бесструктурный, рыхлый, ожелезненный, имеет легкий механический состав.

Мощность гумусового горизонта не превышает 17см, признаки оглеения по профилю распределены неравномерно и слабо проявляются.

Аллювиально-луговые почвы ключевого участка «Усть-Балыкский» развиваются в центральной пойме и по повышенным участкам прирусловой поймы, капиллярная кайма которых находится в пределах почвенного профиля. Соответствующие условия способствуют произрастанию луговой растительности и развитию дернового процесса. Морфологически аллювиально-дерновые почвы отличаются от аллювиально-луговых хорошо выраженным гумусовым профилем с выраженной зернистой или комковато-зернистой структурой.

Аллювиально-болотные почвы на ключевом участке развиваются в условиях длительного паводкового и устойчивого атмосферно-грунтового увлажнения. Почвы рассматриваемого типа формируются в понижениях центральной и притеррасной поймы под травянистой болотной или угнетенной древесно-кустарниковой растительностью.

Физико-химическую характеристику и гранулометрический состав аллювиальных почв рассмотрим на примере аллювиально-дернового типа почв. В табл. 2 приведены результаты анализа гранулометрического состава аллювиальных дерновых почв, которые свидетельствуют о его неоднородности по генетическим горизонтам, обусловленной разной скоростью движения паводковых вод при пойменных режимах.

Преобладающей фракцией в почве является фракция мелкого песка (от 47 до 78 %), изменение которой по профилю свидетельствует об изменении паводкового режима аллювиального процесса во время формирования пойменных почв.

Почвы характеризуются слабокислой реакцией среды (табл.3), малым содержанием гумуса, причем его содержание в горизонте А в 3 раза больше, чем в горизонте АВ. Это указывает на то, что в последний период эволюции этого типа почв интенсивно протекает дерновый процесс.

Увеличение содержания гумуса в горизонте ВС до 2,34 % свидетельствует о погребенном гумусовом горизонте, а также подчеркивает более слабое проявление дернового процесса почвообразования в прошлые исторические периоды развития почв.

Гранулометрический состав глееподзолистых почв

Горизонт, глубина, см	Содержание фракций, %							Гигроскопическая влажность, %	Название почвы по гран. составу
	1–0,25 мм	0,25–0,05 мм	0,05–0,01 мм	0,01–0,005 мм	0,005–0,001 мм	<0,001 мм	<0,01 мм		
A ₀ O–4	–	–	–	–	–	–	–		
A _{2g} 4–18	1,6	19,9	42,8	4,1	17,2	14,4	35,7	4,13	Ср. Суг.
A ₂ B _g 20–30	6,7	18,6	38,7	8,0	11,7	16,3	36,0	3,41	Ср. Суг.
C _g 40–50	1,1	5,5	54,7	3,4	7,2	28,1	38,7	4,12	Ср. Суг.
C ₂ 70–80	8,6	14,5	34,8	2,8	15,7	23,6	42,1	2,97	Т. Суг.

Т а б л и ц а 5

Физико-химические свойства глееподзолистых почв

Горизонт, глубина, см	рН		Гумус, %	Потери при прок., %	Мг.экв. на 100г почвы		V, %
	водной	солевой			S	H _f	
A _{2g} 4–8	5,40	5,70	1,96	91,22	3,28	23,4	12,3
A ₂ B _g 20–30	4,32	3,60	2,17	45,08	2,69	4,20	39,0
C _g 40–50	5,84	5,05	0,41	13,46	11,9	12,15	49,0
C 70–80	4,40	3,90	0,76	1,12	0,83	6,02	12,1

Ключевой участок «Покачевское месторождение» расположен в западной части Нижневартовского района вблизи города Покачи с отметками высот до 70 м над уровнем моря. Изучаемый ключевой участок расположен возле факела, который действует в течение 15 лет. По-видимому, почвы выбранного ключевого участка подвержены значительной антропогенной нагрузке. На территории ключевого участка «Покачевское месторождение» Нижневартовского района получили распространение глееподзолистые и подзолистые типы почв, приуроченные к Сибирским увалам, гривам, расположенным вдоль рек. Формирование этих типов почв обусловлено подзолистым или глеевым процессами, в некоторых случаях в развитии рассматриваемых типов почв может присутствовать дерновый процесс. Степень выраженности подзолистого процесса почвообразования выше у песчаных разновидностей. Это дает основание для формирования подзолистого типа почв. В почвах суглинистого гранулометрического состава подзолистый процесс затушевывается с проявлением в разной степени глеевого процесса почвообразования, следовательно, в таких условиях формируется тип глееподзолистых почв.

Для характеристики глееподзолистых почв территории ключевого участка «Покачевское месторождение» приведем описание разреза глееподзолистой поверхностно-подзолистой среднесуглинистой почвы.

Разрез расположен на юго-западе от г. Покачи в 500 м на север от факела под сосново-еловым лесом с мохово-травянистой растительностью.

A₀-(0–3см) Лесная подстилка состоит из мха, хвои, травянистых и деревянистых остатков, слабо разложившихся, густо переплетена корнями.

A₂-(3–7см) Влажный, белесовато-сизый, равномерно окрашен, среднесуглинистый, непрочно комковатый, бесструктурный, рыхлый, переход резкий по цвету.

A₂B_g-(7–27см) Влажный, серый с красновато-охристыми примазками, супесчаный, бесструктурный, рыхлый, много корней.

BC_g-(27–48см) Влажный, светло-серый, охристые примазки, супесчаный, бесструктурный, уплотненный, мало корней.

C_g-(48–112см) Влажный, серый с белесоватым оттенком, супесчаный, бесструктурный, рыхлый, единичные корни.

Почвы рассматриваемого типа имеют хорошо выраженные признаки оглеения в нижней части почвенного профиля. Это обусловлено избыточным увлажнением за счет близкого залегания грунтовых вод и более тяжелым по сравнению с подзолистыми почвами гранулометрическим составом (табл. 4).

Верхние горизонты почв содержат физическую глины около 35 %, что указывает на среднесуглинистую разновидность глееподзолистой почвы. Преобладающей фракцией во всех горизонтах является крупная пыль.

Следует отметить высокое содержание в глееподзолистых почвах илистой фракции от 14 до 28 %, прослеживается увеличение фракции ила вниз по профилю. В подзолистом горизонте его содержание ниже, а в иллювиальном горизонте значительно выше.

Физико-химические свойства глееподзолистых почв приведены в табл. 5. Они характеризуются низкой суммой поглощенных оснований и кислой реакцией среды, малым содержанием гумуса. Распределение перечисленных свойств почв по профилю согласуется с гранулометрическим составом. Наименьшими величинами характеризуется подзолистый горизонт, наибольшими – иллювиальный. Глееподзолистые почвы, так же как и подзолистые почвы, имеют высокую гидролитическую кислотность, которая обусловлена значительным содержанием водорода и алюминия.

Ключевой участок «Корликовский сельский совет» («Корлики») расположен в восточной части Нижнеартовского района с высотными отметками 80–90 м над уровнем моря.

На территории ключевого участка «Корликовский сельский совет» почвенный покров представлен в основном подзолистыми почвами.

Почвы данного типа образуются под хвойными и лиственно-хвойными лесами на хорошо дренированной территории в условиях преобладания осадков над испарением, обеспечивающих промывной тип водного режима. В пределах таежно-лесной зоны Широкой Оби эти почвы имеют широкое распространение, встречаются отдельными массивами практически во всех ландшафтах территории. Особенно широкое развитие подзолистые почвы

получили в лесных и лесоболотных ландшафтных массивах. Генетический профиль подзолистых почв формируется под воздействием нисходящих токов, содержащих органические кислоты почвенных растворов.

Морфологический профиль подзолистой иллювиально-железистой почвы можно охарактеризовать по разрезу, заложенному на востоке от с. Корлики. Разрез заложен в сосновом бору, поверхность покрыта лишайниками и брусничником, небольшое микропонижение.

A_0 -(0–0,5 см) Лесная подстилка из лишайника и хвойного опада, неразложившаяся, рыхлая.

A_2 -(0,5–1 см) Влажный, белесый, супесчаный, слоистый, рыхлый, кремневая присыпка, растительные остатки, переход по цвету.

B-(1–10см) Влажный, белесый, супесчаный, бесструктурный, рыхлый, отдельные корни, переход по цвету.

B-(10–28см) Влажный, красновато-коричневый, супесчаный, бесструктурный, рыхлый, корни, переход по цвету.

BC-(28–38см) Влажный, серовато-коричневый с белесоватостью по цвету.

C-(3 8–210см) Влажный, серый с белесоватым оттенком, супесчаный, бесструктурный, рыхлый.

Как видно из морфологического описания подзолистых почв, их характерными морфологическими свойствами является четкая дифференциация профиля на генетические горизонты. Наблюдается также четкая дифференциация по гранулометрическому составу.

Почвенный покров ключевого участка «Корлики» представлен подзолистыми иллювиально-железистыми почвами. Гранулометрический состав почв этого участка приведен в табл. 6.

Анализируемая почва характеризуется низким содержанием гумуса, сосредоточенного в небольшом по мощности переходном горизонте A_0A_1 (0–0,2 см), кислой реакцией среды и низкой насыщенностью основаниями. Степень насыщенности основаниями возрастает на 50 % в подзолистом горизонте A_2 . Гидролитическая кислотность в верхних горизонтах выше, чем в нижних.

Гранулометрический состав подзолистой иллювиально-железистой почвы

Горизонт, глубина, см	Содержание фракций, % сухой почвы							Гигроскоп. влаж, %	Название почвы по гран. сост.
	1–0,25 мм	0,25–0,05 мм	0,05–0,01 мм	0,01–0,005 мм	0,005–0,001 мм	<0,001 мм	<0,01 мм		
A ₀ 0–0,2	43,4	52,4	1,0	0,7	0,2	2,2	3,1	0,46	П.рых.
A ₁ 0,2–6	47,9	48,7	0,9	0,2	0,2	2,1	2,5	0,45	П.рых.
B 10–20	41,9	51,7	1,2	0,5	0,2	4,5	5,2	4,52	П.связ.
BC 150–160	43,6	52,9	0,2	0,3	0,4	3,1	3,8	2,82	П.рых.

Физико-химическая характеристика подзолистых иллювиально-железистых почв

Горизонт, глубина, см	pH		Гумус, %	Потери при прокаливании, %	Мг. экв. на 100 г почвы		V, %
	Водной	Солевой			S	H ₊	
AoA ₁ 0–0,2	4,92	3,52	1,45	1,32	0,90	3,14	22
A ₁ 0,2–6	5,67	4,13	1,27	0,58	1,46	1,30	53
B 10–20	5,44	4,88	1,19	1,46	0,62	2,05	23
BC 50–60	5,80	5,15	–	0,25	0,95	1,10	46
C 150–160	5,70	5,14	–	0,34	0,62	1,06	37

Физико-химическая характеристика подзолистых почв приведена в табл. 7.

Результаты проведенного исследования позволили сделать следующие выводы.

1. Болотно-верховые торфяные почвы характеризуются высокой кислотностью торфяных горизонтов (pH 3,7), в минеральном горизонте кислотность уменьшается (pH 4,64), небольшой мощностью торфа (37см), низкозольным торфом (pH 14,68–15,70 %), ненасыщенными основаниями, низкой обеспеченностью фосфором, средне-подвижным калием.

2. Аллювиально-дерновые почвы характеризуются неоднородным гранулометрическим составом генетических горизонтов. Преобладающей фракцией является фракция мелкого песка от 47 до 79 %. Почвы характеризуются слабокислой реакцией среды (pH 4,58–6,51), малым содержанием гумуса (4 % в горизонте A). Средне и слабо насыщены основаниями (45,4–81,8 %), низкая степень обеспеченности подвижным фосфором (1,24 мг/100 г почвы), высокая – подвижным калием (14,4 мг/100 г почвы).

3. Глеуподзолистые почвы представлены среднесуглинистой разновидностью (36 % физической глины), преобладающей фракцией по профилю почв является круп-

ная пыль (42,8–54,7 %), отмечается высокое содержание илистой фракции (14,4–28,1 %). Почвы характеризуются низкой суммой поглощенных оснований (39,0–49,0 %) и кислой реакцией среды, малым содержанием гумуса (2,17 % в горизонте A₂B_g)

4. Подзолистые почвы характеризуются песчаной разновидностью гранулометрического состава, низким содержанием гумуса (1,27 % в горизонте A₂), кислой реакцией среды (pH 4,9–5,8), низкой степенью насыщенности основаниями (47–77 %).

Библиографический список

1. Гаджиев, И.М. Почвы средней тайги Западной Сибири / И.М. Гаджиев, С.М. Овчинников. – Новосибирск: Наука, 1977. – 148 с.
2. Долгова, Л.С. Особенности почв средне- и северо-таежных подзон Западной Сибири (в пределах Тюменской области) / Л.С. Долгова, И.П. Гаврилова // Природные условия Западной Сибири, 1977. – Вып. 1.
3. Караваяева, Н. А. Почвы тайги Западной Сибири / Н. А. Караваяева. – М.: Наука, 1973. – 167 с.
4. Классификация и диагностика почв СССР. – М.: Колос, 1977. – 223 с.
5. Классификация и диагностика почв Западной Сибири. – Новосибирск, 1979. – 47 с.
6. Уфимцева, К.А. Почвы таежной зоны Обь-Иртышского междуречья / К.А. Уфимцева // Природные условия и особенности хозяйственного освоения северных районов Западной Сибири. – М., 1969. – С. 45–57.

МЕТОДИКА БАЛЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ПРИРОДНОСТИ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ И СТЕПЕНИ ИХ ТРАНСФОРМИРОВАННОСТИ

Я.В. ГЕНЫК, доц. Национального лесотехнического университета Украины, канд. с.-х. наук,
Н.В. ЧЕРНЯВСКИЙ, доц. Национального лесотехнического университета Украины, канд.
с.-х. наук,

П.Т. ЯЩЕНКО, доц. Института экологии Карпат НАН Украины, канд. с.-х. наук

yaroslav_henyk@mail.ru

В последние десятилетия в Украине значительное внимание уделяется развитию идеи устойчивого развития и улучшения благоприятной среды обитания человека. С этой целью осуществляются различные мероприятия по повышению эффективности ведения лесного хозяйства, в частности, предлагается применение в лесопользовании принципов приближенного к природе лесоводства, призванного обеспечить непрерывность существования леса, воспроизводство коренных природных разновозрастных древостоев, снижение уровня трансформированности лесного покрова [1–6].

Трансформационные изменения в лесных экосистемах Карпат под воздействием антропогенных и природных факторов весьма значительны [1–6]. Поэтому актуальной задачей лесного хозяйства является повышение функциональной роли лесов и восстановление их природной структуры. При этом необходимо учитывать уровень трансформированности лесных сообществ как зеркальное отражение их природности [4, 6].

Методические аспекты балльной оценки природности лесных насаждений

Природность лесного насаждения предлагается характеризовать суммой баллов, получаемой по итогам балльной оцен-

ки основных компонентов леса – древостоя, подроста, подлеска и травяного покрова, учитывая при этом степень их природности (рисунок). По природности компонентов леса можно также судить и о природоохранной значимости лесных фитоценозов, и о характере и влиянии антропогенной деятельности (незаконные рубки леса, выпас скота, сенокосение) на современное состояние лесных сообществ.

Суммарный максимальный балл природности компонентов лесного насаждения составляет 100 единиц. Наибольшее количество баллов отводится для оценки природности древостоя как основного компонента лесного фитоценоза – максимально 50 единиц (табл. 1).

Природность подроста как молодого поколения древесных пород, которые со временем заменяют материнский полог леса, оценивается максимально в 20 баллов (табл. 2).

Природность подлеска как компонента лесного фитоценоза, который способствует росту главных пород, оценивается максимально в 10 баллов (табл. 3).

Балльную оценку природности травостоя можно осуществлять по количеству лесных видов (4.1), по коэффициенту соотношения количества лесных видов и нелесных видов (4.2), по качественной характеристике травостоя (4.3), а также как усредненный

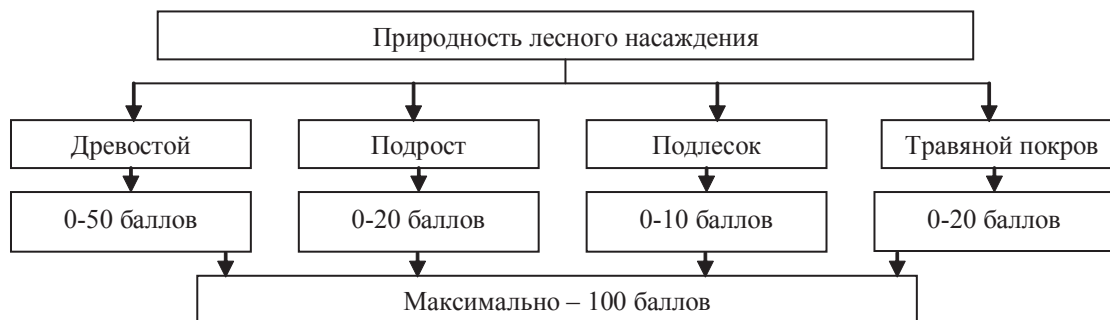


Рисунок. Балльная оценка природности лесного насаждения по его компонентам

Характеристика природности древостоя лесных насаждений

№ показателя	Характеристика природности древостоя	Балл природности, max → 50 баллов
1.1	Древостой природный, состав пород типичный для исследуемого типа леса	50
1.2	Древостой, близкий к природному, и по составу пород незначительно, в пределах 10 %, отличается от типичного	40
1.3	Древостой относительно близок к природному, однако по составу пород отличается от типичного на 20–30 %, или же древостой монодоминантный	30
1.4	Древостой природный, но соотношение древесных пород нетипичное, отличается от природного состава, но не более чем на 50 %; возможно, было дополнение древостоя лесными культурами или произошло природное замещение лесных культур аборигенными породами	20
1.5	Древостой природный, но его доминантами являются сопутствующие породы; или древостой по составу отличается от типичного более чем на 50 %; или это лесные культуры, которые по составу пород соответствуют типу леса; или древостой редкостойный, полнотой менее 0,4	10
1.6	Древостой искусственно созданный, причем, породный состав лесных культур не соответствует типу леса или в составе лесных культур преобладают породы-интродуценты	0

Т а б л и ц а 2

Характеристика природности подроста лесных насаждений

№ показателя	Характеристика природности подроста	Балл природности, max → 20 баллов
2.1	Соответствует природному составу насаждения, надежен	20
2.2	Соответствует природному составу насаждения, но не надежен	15
2.3	Близок к природному составу насаждения, надежен	10
2.4	Не соответствует природному составу насаждений	5
2.5	Подрост отсутствует	0

Т а б л и ц а 3

Характеристика природности подлеска лесных насаждений

№ показателя	Характеристика природности подлеска	Балл природности, max → 10 баллов
3.1	Соответствует растительной ассоциации	10
3.2	Нетипичен для растительной ассоциации	5
3.3	Подлесок отсутствует или его наличие обусловлено антропогенными изменениями (антропогенной деятельностью)	0

балл этих трех оценок травяного покрова. Оценка природности травостоя лесных сообществ, который характеризуется значительным видовым разнообразием, оценивается максимально в 20 баллов (табл. 4).

Определение степени трансформированности лесных насаждений

Степень трансформированности лесных насаждений предлагается устанавливать

по коэффициенту трансформированности (K_t) как соотношение отклонения от максимального балла природности лесных насаждений к суммарному баллу природности отдельных компонентов леса

$$K_t = 100 - X / 100 \rightarrow 0,$$

где 100 – максимальный балл природности компонентов леса,

X – суммарный балл природности компонентов леса.

Характеристика природности травостоя лесных насаждений

№ показателя	Характеристика природности травяного покрова лесного фитоценоза	Балл природности, max → 20 баллов
4.1	Количество лесных видов:	
	– более 80	20
	– 61–80	15
	– 41–60	10
	– 21–40	5
	– менее 20	0
4.2	Соотношение количества лесных видов к нелесным видам, Коэффициент, единиц:	
	– более 10,0	20
	– 5,1–10,0	15
	– 2,1– 5,0	10
	– 1,0– 2,0	5
	– менее 1,0	0
4.3	Качественная характеристика травостоя:	
	– травостой не нарушен, его состав и доминирование видов соответствует типу лесорастительных условий	20
	– в травостое присутствуют нелесные виды, но их появление обусловлено природными факторами, суммарное проективное покрытие менее 1 %	15
	– травостой формируют лесные виды, но со значительным доминированием одного-двух видов, что обусловлено изреживанием древостоя или участие нелесных видов до 5 единиц, а суммарное проективное покрытие до 2 %	10
	– участие нелесных видов в травостое до 10 единиц, а суммарное проективное покрытие до 5 %	5
	– участие нелесных видов более 10 единиц, а суммарное их покрытия более 5 %	0

Меньший коэффициент трансформированности ($Km \rightarrow 0$) указывает на большую потенциальную способность лесных насаждений к саморегуляции и самовосстановлению. Высокий коэффициент трансформированности указывает на незначительную стабильность и устойчивость фитоценоза к неблагоприятным воздействиям различных природных и антропогенных факторов.

Результаты апробации предложенных методических разработок

С целью апробации предложенной методики балльной оценки природности лесных насаждений как отображения проявления трансформационных процессов в лесных экосистемах в Карпатском регионе Украины были заложены пробные площади в лесах разной степени интенсивности ведения лесного хозяйства и антропогенного воздействия. В частности, исследованы ильмово-дубовые и

грабово-дубовые леса в Предкарпатской части бассейна Днестра, а также пихтово-буковые, елово-буковые, пихтово-елово-буковые и елово-буково-пихтовые лесные насаждения на северном мегасклоне Украинских Карпат [6].

Проведенные исследования в лесах предгорной и горной части Карпатского региона показали значительную вариабельность балльных оценок природности лесных насаждений в зависимости от их видового состава и степени трансформированности (табл. 5).

Лесные насаждения с коренными типами древостоев характеризуются значительно более низкой степенью трансформированности ($Km = 0,19-0,37$) по сравнению с производными типами древостоев ($Km = 0,53-0,80$) (табл. 6).

Минимальная степень трансформированности ($Km = 0,05-0,20$) определена для лесных насаждений, породный состав кото-

**Балльная оценка природности лесных насаждений
Карпатского региона Украины и степени их трансформированности**

№ п.п.	Состав древостоя	Древостой, балл	Подрост, балл	Подлесок, балл	Травостой, балл	Итого, баллов	Степень трансфор- мированности
Грабово-дубовые леса							
Коренные грабово-дубовые леса							
8-99	10Д	30	5	10	8	53	0,47
9-99	10Д	30	10	10	8	58	0,42
11-99	10Д + Г, С, Е	30	5	10	13	58	0,42
13-99	7ДЗГ	40	5	0	17	62	0,38
14-99	6Д4Г	40	5	0	13	58	0,42
1-02	9Д1Б + Лп, Олч	40	5	10	15	70	0,30
3-02	10Д + Г	50	15	10	10	85	0,15
10-02	10Д + Г	30	15	10	13	68	0,32
4-02	4Д3Лп3Г + Ос	40	10	10	15	75	0,25
16-99	10Д + Олч	30	5	0	10	45	0,55
Производные грабово-дубовые леса							
7-99	10Д	30	5	5	7	47	0,53
10-99	10 Д	30	15	5	7	57	0,43
12-99	6Ос2Г1Яв1Д + Б, Е, Ивб	0	5	5	5	15	0,85
19-99	8Д2С	10	0	0	17	27	0,73
2-02	9Д1Лп+Ос, Олч, Б	0	10	10	8	28	0,72
5-02	10С + Лп	0	20	10	8	38	0,62
17-99	10Л	0	5	0	8	13	0,87
18-99	9Л1Ос + Д, С, Е	0	5	0	15	20	0,80
Елово-буковые леса							
Коренные елово-буковые леса							
7-00	7Е3Бк	40	10	0	15	65	0,35
8-00	6Е4Бк	40	10	0	12	62	0,38
Производные елово-буковые леса							
9-00	10Е	20	0	0	10	30	0,70
10-00	8Е2Бк	20	15	10	7	52	0,48
11-00	9Бк1Е	10	5	0	3	18	0,82
12-00	10Е	10	0	0	5	15	0,85
Пихтово-елово-буковые леса							
Коренные пихтово-елово-буковые леса							
11-02	6Бк3Е1П	50	20	0	18	88	0,12
12-02	8Бк2Е + Яв	50	15	0	20	85	0,15
13-02	6Е4Бк	30	15	0	15	60	0,40
14-02	6Бк4Е + Б	40	10	0	17	67	0,33
Производные пихтово-елово-буковые леса							
15-02	10Е	10	0	0	10	20	0,80

**Степень трансформированности лесов модельных территорий
Карпатского региона Украины**

Субформации лесов	Коренные типы древостоев			Производные типы древостоев		
	Мах, балл	Min, балл	Усредненный, балл	Мах, балл	Min, балл	Усреднен- ный, балл
Грабово-дубовые леса	0,55	0,15	0,37	0,87	0,43	0,69
Ильмово-дубовые леса	0,20	0,20	0,20	0,85	0,55	0,70
Пихтово-буковые леса	0,30	0,30	0,30	0,72	0,47	0,57
Елово-буковые леса	0,38	0,35	0,37	0,85	0,48	0,71
Пихтово-елово-буковые леса	0,40	0,12	0,25	0,80	0,80	0,80
Елово-буково-пихтовые леса	0,33	0,05	0,19	0,65	0,40	0,53

рых соответствует типу лесорастительных условий и типу леса с надежным подростом, близким по породному составу к составу древостоя, с типичным для растительной ассоциации подлеском и травяным покровом.

Лесные насаждения, сформированные путем создания лесных культур из древесных пород, не соответствующих типу леса, формирование которых можно расценивать как неэффективное ведение лесного хозяйства или как ведение хозяйства на выращивание целевых лесных насаждений, характеризуются высокой степенью трансформированности лесного фитоценоза ($Km = 0,72-0,87$).

Степень трансформированности лесных насаждений, в которых осуществляется интенсивный выпас скота, несколько выше ($Km = 0,53$) по сравнению с лесными угодьями, где выпас скота незначителен ($Km = 0,47$) или практически отсутствует ($Km = 0,42$).

Лесные насаждения, сформировавшиеся путем самозаращения земель, выбывших из сельскохозяйственного использования, характеризуются значительной степенью трансформированности ($Km = 0,80-0,85$) в молодом возрасте (10–15 лет), незначительной устойчивостью к неблагоприятным факторам природной среды и антропогенному воздействию. Однако с возрастом (25–40 лет) степень трансформированности таких лесных экосистем значительно уменьшается ($Km = 0,47-0,62$).

Введение в древостой соответствующих типу леса подпологовых лесных культур как один из способов формирования сложных и высокопродуктивных лесных насаждений снижает степень трансформированности про-

изводного насаждения ($Km = 0,43$) и способствует повышению его устойчивости к неблагоприятным факторам среды.

Выводы

Оценка природности лесных насаждений (max → 100 баллов) предусматривает комплексный подход к характеристике природности основных компонентов леса и их балльной характеристики – древостой (max → 50 баллов), подрост (max → 20 баллов), подлесок (max → 10 баллов) и травяной покров (max → 20 баллов).

Степень трансформированности лесных насаждений устанавливается по коэффициенту трансформированности (Kt), который определяется как соотношение отклонения от максимального балла природности компонентов лесных насаждений к суммарному баллу природности отдельных компонентов лесного фитоценоза.

Оценку природности отдельных компонентов лесных насаждений как показателя уровня их трансформированности (и даже природоохранной ценности лесов) можно использовать с целью определения влияния негативных различных природных явлений и стихий, а также антропогенной деятельности на состояние лесных экосистем.

Апробация методических разработок балльной оценки природности лесных экосистем и оценки трансформированности лесов показала более высокие баллы природности лесных насаждений с коренными типами древостоев и более низкие показатели коэффициента их трансформированности по

сравнению с лесами с производными типами древостоев.

Незначительной степенью трансформированности характеризуются лесные насаждения природного происхождения, породный состав которых соответствует типу лесорастительных условий и типу леса с надежным подростом и типичным для растительной ассоциации подростом и травяным покровом.

Леса, подверженные негативным антропогенным воздействиям, а также созданные лесные культуры с преобладанием древесных пород, не соответствующих типу леса, характеризуются высокой степенью трансформированности. Введение в лесные насаждения подпологовых лесных культур с целью повышения продуктивности лесов снижает степень трансформированности производных лесных насаждений и способствует более эффективному использованию лесорастительного потенциала территории.

Степень трансформированности лесных насаждений, которые формируются путем естественного зарастания земель, вышедших из сельскохозяйственного использования, с возрастом постепенно снижается, а их устойчивость к неблагоприятным факторам среды повышается.

Определение балльной оценки природности лесных насаждений по природности компонентов лесного фитоценоза и степени трансформированности лесных экосистем можно применять для характеристики

разных типов леса, расположенных в различных природно-климатических и природно-географических районах не только Украины, но и других государств. Такая оценка может способствовать планированию эффективных лесохозяйственных мероприятий, направленных на повышение производительности лесов и выполнения ими экологических функций.

Библиографический список

1. Чернявский, Н.В. Приближенное к природе лесоводство в Украинских Карпатах / М.В. Чернявский, Г. Швиттер, Р.В. Ковалишин и др. : под ред. Н.В. Чернявского. – Львов: ЛА «Пирамида», 2006. – 88 с.
2. Голубец, М.А. Средознаводство (инвайронментология) / М.А. Голубец. – Львов: Компания «Манускрипт», 2010. – 176 с.
3. Стойко, С.М. Дубовые леса Украинских Карпат: экологические особенности, воспроизводство, охрана / С.М. Стойко. – Львов: Меркатор, 2009. – 220 с.
4. Яценко, П.Т. Фиторазнообразие как показатель природоохранной значимости и трансформированности лесных насаждений / П.Т. Яценко, Н.В. Чернявский, Я.В. Генчик и др. // Научный вестник: Заповедное дело в Галичине и на Подолье. – Львов: УкрДЛТУ. – 2004. – Вып. 14.8. – С. 148–156.
5. Чернявский, Н.В. Проблемы доступа местного населения к лесным ресурсам и незаконные рубки в лесах Карпат и Западного Полесья: монография / Н.В. Чернявский, И.П. Соловий, Я.В. Генчик и др. – Львов: Зеленый Крест, Лига-Пресс, 2011. – 256 с.
6. Генчик, Я.В. Факторы и оценка уровня трансформационных процессов в лесных экосистемах Карпатского региона Украины / Я.В. Генчик // Научный вестник НЛТУ Украины: Сборник научно-технических трудов. – Львов: РВВ НЛТУ Украины. – 2012. – Вип. 22.10. – С. 78–86.

ИЗМЕНЕНИЯ МОРФОЛОГИИ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ ЛЕНТОЧНЫХ БОРОВ АЛТАЙСКОГО КРАЯ В РЕЗУЛЬТАТЕ ВЕТРОВАЛА

С.И. ЗАВАЛИШИН, доц. каф. почвоведения и агрохимии, декан факультета заочного обучения Алтайского государственного аграрного университета, канд. с-х. наук,
В.Ю. ПАТРУШЕВ, асп. каф. почвоведения и агрохимии Алтайского государственного аграрного университета

serg11zav@mail.ru

Ленточные боры Алтайского края занимают более 1 млн га и представляют собой уникальные природные комплексы, образующие в совокупности экологический каркас

крупной территории [1]. Экосистемы ленточных боров на территории Алтайского края являются не только естественным стабилизатором важных экологических процессов, но и

источником сырьевых недревесных и древесных ресурсов, играющих важную роль в социальной и экономической ситуациях более двух десятков административных районов края. Тем не менее, на протяжении долгих лет экономическую и экологическую роль ленточных боров снижали бессистемные рубки, лесные пожары, а также ветровал.

И.И. Васенев, В.О. Таргульян [2] в исследованиях по изучению влияния ветровала на таежное почвообразование говорят о длительном сохранении и широком распространении ветровальных вывалов в современных зрелых лесных экосистемах, о сильной контрастности почвенного покрова внутри самих ветровальных почвенных комплексов. Они, в сравнении с естественным окружающим фоном, позволяют предположить практически определяющую роль ветровала в образовании, формировании, развитии и функционирования дерново-подзолистых почв.

Нарастание антропогенной нагрузки на почвенный покров и, в свою очередь, разнообразные ответные реакции почв способствуют развитию в почвоведении новых эволюционных исследований. Возрастает неминуемый интерес к анализу существующих временных рядов почв, искусственным и естественным экспериментам по их изменению, трансформации и развитию. Образование подзолистых почв на равнинах обычно рассматривают как идущее в неподвижном субстрате. Тем не менее известно, что свойственный естественным лесам периодический вывал деревьев (ветровал) сопровождается [3]:

- а) вертикальной турбацией субстрата на глубину до 1 м с латеральным перемещением его на расстояние в несколько метров;
- б) выводом на дневную поверхность внутрпочвенного материала;
- в) резким изменением почвенных режимов;
- г) формированием ветровального микрорельефа и контрастного почвенного покрова.

Хорошо выраженный ветровальный микрорельеф и почвенные комплексы вывалов составляют от 8 до 30 % площади раз-

новозрастных таежных лесов и способны длительно (350 и более лет) сохраняться в различных формах. Почвы ВПК отличаются от ненарушенных на высоком таксономическом уровне, до типа и выше, и сохраняют своеобразие как минимум вплоть до полного выравнивания микрорельефа [4].

Вывал деревьев в лесу сопровождается массовыми педотурбационными процессами, которые в дальнейшем определяют образование ветровального микрорельефа. Это увеличивает внутрибиогеоценотическую пестроту почвенного покрова и оказывает значительное влияние на формирование особых сообществ буреломов и ветровалов. Вся зона морфологически выделяемых нарушений почвенного покрова рассматривается как ветровально-почвенный комплекс (ВПК) со специфическими типами микроэкоотопов в составе [5].

При выпадении дерева корни выворачиваются часто с почвенной массой из профиля, в результате чего образуется ветровальный комплекс: западины с почвой, имеющей нарушенное строение и лишенной верхних горизонтов, и бугры, сложенные смесью материала различных горизонтов, осыпавшегося с корней [6].

Ветровальные нарушения создают особую пространственно-временную самоподдерживающуюся пестроту почвенного покрова, причем картина эта меняется вслед за изменением сукцессионного состояния отдельных парцелл биогеоценоза. Благодаря этим турбациям таежное почвообразование приобретает ветровально-пульсационный характер общего развития таежных подзолистых почв с неполной замкнутостью ветровальных циклов – их развитие по своеобразной ветровальной спирали [3].

В результате ветровала происходит нарушение, а местами и полное уничтожение почвенного покрова. В местах вывала почвообразовательный процесс начинается заново.

Влияние ветровалов на свойства дерново-подзолистых, песчаных и супесчаных почв ленточных боров Алтайского края до настоящего времени не исследовалось. Проведенные нами исследования показывают, что

Разрез № 1 заложен непосредственно в месте вывала, почва дерново-мелкоподзолистая слабодерновая песчаная (нарушенная)

Горизонт A_0	Отсутствует
Горизонт A_1	Отсутствует
Горизонт A_2 – 0–15 см	Белесоватой окраски, бесструктурный, рассыпчатый, влажный, супесчаный. Переход ясно выражен по окраске
Горизонт В – 15–59 см.	Более темной окраски, с желтоватым оттенком от содержания полуторных окислов. Влажный, песчаный. Переход ясный
Горизонт ВС – ниже 59 см	Влажный светлоокрашенный песок

Разрез № 2 заложен среди старовозрастного разреженного леса с изреженной травянистой растительностью без вывалов деревьев, почва дерново-мелкоподзолистая слабодерновая

Горизонт A_0 – 0–4 см.	Лесная подстилка преимущественно из хвои. Сверху свежая, в нижней части полуразложившаяся
Горизонт A_1 – 4–11 см.	Светло-серый с белесоватым оттенком, сильно пронизан корнями, влажный. Песчаный. Переход постепенный
Горизонт A_2 – 11–36 см.	Белесоватый, бесструктурный, влажный, песчаный. Переход заметный
Горизонт В – 36–80 см.	Более темной окраски, с желтоватым оттенком от содержания полуторных окислов. Влажный, песчаный. Переход ясный
Горизонт ВС – ниже 88 см.	Влажный светлоокрашенный песок

ветровалы определенным образом влияют на те или иные свойства почвенного покрова.

Исследование влияния ветровала на свойства дерново-подзолистых почв проводилось в Касмалинской ленте. Были выделены мониторинговые площадки для проведения почвенных исследований в лесу с поваленными деревьями и не подверженных действию ветровала.

С целью изучения состояния почвенного покрова в местах ветровала, разработки мероприятий по восстановлению деградированных почв кафедрой почвоведения и агрохимии Алтайского государственного аграрного университета в ленточных борах Алтайского края был организован мониторинг лесных земель.

Предметом нашего исследования являются дерново-подзолистые почвы юго-западной части ленточных боров и изменения, происходящие в них в результате вываливания деревьев и последующего формирования особых биогеоценологических образований, так обычно и называемых – вывалы, ветровалы. При анализе ключевого участка применялась единая схема исследования:

– контроль – в лесу без вывала деревьев;

– ветровал – на месте вывала деревьев.

На мониторинговых площадках были заложены почвенные разрезы, по которым проводилось изучение морфологических признаков почв, и отобраны образцы почв для определения физико-химических свойств (содержание гумуса, реакция среды, гидролитическая кислотность, емкость поглощения) и изучения микробиологического состояния и биологической активности почв.

Целью работы являлось изучение влияния ветровала на изменение морфологических признаков почв.

На мониторинговых площадках были заложены почвенные разрезы до почвообразующих горных пород.

Исследования показали, что в результате ветровала изменяются морфологические признаки почв. Отмечается полное отсутствие горизонтов A_0 и A_1 , частично нарушается и горизонт A_2 .

В момент падения и выворота деревьев почвы практически одновременно лиша-

ются верхних горизонтов и части профиля. В результате на поверхность выходят внутрипочвенные горизонты, как правило, элювиальные, но при глубоком вывале, возможно, и иллювиальные. Они подвергаются впоследствии более активному почвообразованию.

Первое и самое явное отличие почв в местах вывала от исходных естественных и не нарушенных почв наблюдается в отсутствии полностью сформированного горизонта лесного опада (органогенного горизонта) который является основой функционирования лесного фитоценоза и нижележащих минеральных и органо-минеральных горизонтов.

При сдирании под влиянием ветровала верхних элювиальных горизонтов почвы изменяются и теряются четкие признаки профиля. Как правило, в таком случае дерново-подзолистые почвы состоят из элювиально-иллювиального горизонта В и иллювиальных горизонтов.

Под влиянием ветровала при вывороте дерева и его корневой системы идет образование «земляной стены». Минеральная часть насыпавшегося в месте вывала бугра состоит из содранного пласта гумусово-элювиальных и элювиальных горизонтов А₁, А₂ осыпавшихся при падении дерева. Иногда сюда может включаться и фрагменты горизонта В.

Результаты исследования показали, что ветровал вызывает глубокие изменения в профиле почвы, происходит изменение и перемещение почвенного материала, отмечается изменение морфологических признаков и строения почвенного профиля. В результате

таких преобразований в почве может отмечаться усиление элювированности верхних горизонтов почвенного профиля, изменение элювиально-иллювиальной дифференциации профиля дерново-подзолистых почв.

Библиографический список

1. Грибанов, Л.Н. Степные боры Алтайского края и Казахстана / Л.Н. Грибанов. – М.-Л.: Гослесбумиздат, 1960. – 156 с
2. Васенев, И.И. Ветровал и таежное почвообразование (режимы, процессы, морфогенез почвенных сукцессий) / И.И. Васенев, В.О. Таргульян – М.: Наука, 1995. – 247 с.
3. Басевич, В.Ф. Влияние вывалов деревьев на почвенный покров / В.Ф. Басевич, Е.А. Дмитриев. – Почвоведение. – 1979. – № 9. – С. 134–142.
4. Васенев, И.И. Влияние ветровальных нарушений на почвенный покров / И.И. Васенев, А.П. Провирина // Коренные темнохвойные леса южной тайги: (Резерват «Кологривский лес»). – М.: Наука, 1988. – С. 129–147.
5. Дмитриев, Е.А. Роль вывалов в формировании почвенного покрова в лесах / Е.А. Дмитриев, Л.О. Карпачевский, Е.Б. Скворцова // Генезис и экология почв ЦЛГЗ. – М.: Наука, 1979. – С. 111–119.
6. Строганова, М.Н. Особенности почвообразования ветровальных комплексов в ельниках южной тайги / М.Н. Строганова, В.О. Таргульян, Н.Ю. Гончарук, И.И. Васенев // Вестник МГУ. – Сер.17. – Почвоведение. – 1985. – № 3. – С. 23–31.
7. Басевич, В.Ф. Изучение внутренней организации зоны нарушений почвенного покрова при вывале деревьев методом вертикального электрического зондирования / В.Ф. Басевич, А.И. Поздняков, А.Я. Строчков // Пути и методы лесорастительной оценки почв и повышения их продуктивности: тезисы докладов Всесоюзного совещания. – М., 1980. – С. 45–46.

АЛЬГОФЛОРА ПОЧВ ЛЕСНЫХ ПИТОМНИКОВ БЕСКИД (УКРАИНСКИЕ КАРПАТЫ)

В.А. КРАМАРЕЦ, доц. каф. лесоводства Национального лесотехнического университета Украины, канд. с.-х. наук,

И.П. МАЦЯХ, м.н.с. Национального лесотехнического университета Украины, канд. биол. наук,

И.А. МАЛЫЦЕВА, проф. зав. каф. ботаники и садово-паркового хоз-ва Мелитопольского государственного педагогического университета, канд. биол. наук

v_kramarets@ukr.net, iramatsah@ukr.net, maltseva_irina@ukr.net

Для обеспечения посадочным материалом лесохозяйственных предприятий региона на территории Бескид создана сеть лесных питомников. Расположены они в лесных мас-

сивах и за их пределами на разных высотах и почвах. Различаются эти питомники также периодом их эксплуатации, интенсивностью и качеством ухода за сеянцами.

Эдафические условия, микроклиматические особенности участков, режим и интенсивность проведения агротехнических мероприятий влияют на биологическую активность и плодородие почв. Длительное выращивание посадочного материала на одном и том же месте, отсутствие севооборотов, применения пестицидов и др. хозяйственные воздействия приводят к ухудшению состояния почв в питомниках, что, в конечном итоге, может влиять на качество и санитарное состояние сеянцев и саженцев [10]. Важной частью автотрофного блока в питомниках являются почвенные водоросли, которые участвуют в синтезе органических веществ, включаются в пищевые цепи почвенных животных, влияют на биологические и физико-механические свойства почв и т.п. [3–5, 8]. В лесных питомниках почвенные водоросли отражают состояние почвы, нехватку или избыток минеральных элементов, уровень загрязнения [6].

Объекты и методика исследований

Обследованим охвачено 19 питомников на территории государственных лесохозяйственных предприятий региона. Все обследованные питомники можно объединить в следующие группы (табл. 1):

– расположенные под пологом насаждений: лиственничного – Розлучское л-во ГП «Турковское лесное хозяйство» и пихтово-буковых – Сможивское лесничество государственного предприятия (ГП) «Славское лесное хозяйство», Пидгородцивское л-во национального природного парка (НПП) «Сколевские Бескиды»;

– расположенные в прогалинах между лесными массивами – Ясеницкое л-во ГП «Турковское лесное хозяйство», Майданское л-во НПП «Сколевские Бескиды», Гребенивское л-во ГП «Сколевское лесное хозяйство», Сможивское, Климецкое и Верхне-Рожанское лесничества ГП «Славское лесное хозяйство»;

– расположенные за пределами лесных массивов на бывших сельхозугодиях или пастбищах и сенокосах – Тухлянское л-во ГП «Славское лесное хозяйство», Довжанское, Козивское и Коростивское лесничества ГП

«Сколевское лесное хозяйство»; Крушельницкое и Завадкивское лесничества НПП «Сколевские Бескиды».

В питомниках на территории Бескид по общепринятым в почвенной альгологии методикам [7] были собраны образцы верхнего слоя почвы для определения количества клеток (тыс./г почвы) и фитомассы водорослей (мг/г почвы). Пробы отбирали с соблюдением требований стерильности способом случайного отбора из глубин 0–5 см в пяти повторностях (методом конверта). Кроме этого брали образцы для определения влажности почв для того, чтобы пересчитать количество и фитомассу водорослей на 1 г абсолютно сухой почвы. Для выявления видового состава водорослей использовали различные варианты культурального метода – почвенные культуры со стеклами обрастания и агаровые культуры на агаризованной среде Болда с урочным количеством азота (3N BVM) [3, 9].

Химические свойства почв в питомниках (актуальную, гидролитическую и обменную кислотность, подвижный алюминий, сумму обменных оснований, доступные элементы минерального питания) определяли по методическим рекомендациям Е. Аринушкиной [1]. Интенсивность аммонификации и нитрификации определяли путем инкубации образцов почвы в условиях, оптимальных для протекания процессов трансформации соединений азота [2]. Для оценки влияния химических свойств почв на различные группы почвенных водорослей провели расчет тесноты связи методом линейной корреляции, при этом использовали возможности программы Statistica-6.

Постоянными компонентами наземных фитоценозов являются почвенные водоросли, которые чрезвычайно чутко реагируют на любые изменения внешней среды. Поэтому анализ количества клеток и биомассы водорослей разных групп может использоваться для оценки уровня нарушенности почв в лесных питомниках. Результаты исследований количества клеток водорослей в почвах питомников представлены в табл. 1.

Количество клеток водорослей в образцах с подпологовых питомников колебалось в пределах от 38–54,6 тыс. клеток в 1 г почвы в

Количество клеток водорослей в почвах питомников

Расположение питомников	Количество клеток, тыс./г почвы			
	<i>Cyanobacteria</i>	<i>Chlorophyta</i> вместе с <i>Xanthophyta</i> , <i>Eustigmatophyta</i>	<i>Bacillariophyta</i>	Всего
Питомники под пологом древостоев				
ГП «Турковское ЛХ», Розлучское л-во	7,6	114,0	98,8	220,4
ГП «Славское ЛХ», Сможивское л-во (кв. 23 выд. 2)	5,6	14,0	25,2	44,8
ГП «Славское ЛХ», Сможивское л-во (кв. 23 выд. 4)	4,2	42,0	8,4	54,6
НПП «Сколевские Бескиды», Пидгородцивское л-во	–	30,0	8,0	38,0
Питомники в прогалинах между древостоями				
ГП «Турковское ЛХ», Ясеницкое л-во	15,2	55,1	–	70,3
ГП «Славское ЛХ», Сможивское л-во	28,5	38,0	11,4	77,9
ГП «Сколевское ЛХ», Гребенивское л-во	2,1	8,4	4,2	14,7
НПП «Сколевские Бескиды», Майданское л-во	–	8,0	12,0	20,0
ГП «Славское ЛХ», Климецкое л-во	6,3	63,0	25,2	94,5
ГП «Славское ЛХ», Верхне-Рожанское л-во	6,3	157,5	6,3	170,1
Питомники за пределами леса на бывших сельхозугодиях или пастбищах и сенокосах				
НПП «Сколевские Бескиды», Завадкивское л-во	–	52,0	6,0	58,0
ГП «Славское ЛХ», Тухлянское л-во (кв. 7)	–	2,0	4,0	6,0
ГП «Славское ЛХ», Тухлянское л-во (кв. 8)	2,0	14,0	6,0	22,0
ГП «Славское ЛХ», Тухлянское л-во (кв. 31)	–	12,6	16,8	29,4
НПП «Сколівські Бескиды», Крушельницкое л-во	–	28,0	8,4	36,4
ГП «Сколевское ЛХ», Довжкивское л-во	–	21,0	46,2	67,2
ГП «Сколевское ЛХ», Козивское л-во	–	16,8	4,2	21,0
ГП «Сколевское ЛХ», Козивское л-во	–	8,0	14,0	22,0
ГП «Сколевское ЛХ», Коростивское л-во	–	12,0	144,0	156,0

питомниках, расположенных под пологом буковых древостоев (Сможивское и Пидгородцивское л-ва), до 220,4 тыс./г в питомнике под пологом листовенничного древостоя (Розлучское л-во). Во всех образцах наиболее многочисленной была группа *Chlorophyta* вместе с *Xanthophyta*, *Eustigmatophyta*.

Цианобактерии *Cyanobacteria* (синон. *Cyanophyta*) были отмечены во всех подпологовых питомниках, кроме Пидгородцивского л-ва, их количество колебалось в пределах 2,2–7,6 тыс./г почвы. Временный питомник Пидгородцивского лесничества создан в очень разреженном древостое из бука, пихты и ели (сомкнутость полога – 0,2–0,3). Поступление света привело к разрастанию трав и задернению, что, возможно, повлияло на комплекс цианобактерий.

Значительная изменчивость численности клеток почвенных водорослей обнаружена в питомниках, расположенных в прогалинах между древостоями – суммарное их количество здесь колеблется от 14,7 до 170,1

тыс./г. Подавляющее большинство таких питомников эксплуатируется длительное время. Наименьшее количество водорослей обнаружено в питомниках Гребенивского и Майданского лесничеств – они эксплуатируются без перерыва более 30 лет. Очень измененным оказался видовой состав почвенных водорослей в питомнике Майданского л-ва – здесь отсутствуют представители *Cyanobacteria*, а количество видов *Bacillariophyta* в 1,5 раза выше, чем суммарное количество водорослей сборной группы *Chlorophyta* вместе с *Xanthophyta* и *Eustigmatophyta*. Следует сказать, что питомник этого лесничества используется длительное время. Сюда практически не вносились минеральные или органические удобрения, что привело к истощению почвы и к изменению ее биологических свойств.

Вместе с тем, в почве питомника Сможивского л-ва, который был заложен в 50-х гг. XX в., общее количество клеток водорослей является высоким (77,9 тыс./г), здесь же обнаружено наивысшее количество цианобак-

Фитомасса водорослей в почвах питомников

Расположение питомников	Фитомасса водорослей, мг/г почвы			
	<i>Cyano-bacteria</i>	<i>Chlorophyta</i> вместе с <i>Xanthophyta</i> , <i>Eustigmatophyta</i>	<i>Bacillariophyta</i>	Всего
Питомники под пологом древостоев				
ГП «Турковское ЛХ», Розлучское л-во	0,0002	0,0365	0,0177	0,0544
ГП «Славское ЛХ», Сможивское л-во (кв.23 выд. 2)	0,0008	0,0213	0,1260	0,1481
ГП «Славское ЛХ», Сможивское л-во (кв.23 выд. 4)	0,0004	0,0301	0,0298	0,0602
НПП «Сколевские Бескиды», Пидгородцивское л-во	–	0,1530	0,0404	0,1934
Питомники в прогалинах между древостоями				
ГП «Турковское ЛХ», Ясеницкое л-во	0,0032	0,0594	–	0,0626
ГП «Славское ЛХ», Сможивское л-во	0,0047	0,0534	0,0130	0,0711
ГП «Сколевское ЛХ», Гребенивское л-во	0,0017	0,0139	0,0228	0,0384
НПП «Сколевские Бескиды», Майданское л-во	–	0,0055	0,0828	0,0883
ГП «Славское ЛХ», Климецкое л-во	0,0024	0,0417	0,0171	0,0612
ГП «Славское ЛХ», Верхне-Рожанское л-во	0,0049	0,0124	0,0012	0,0185
Питомники за пределами леса на бывших сельхозугодиях или пастбищах и сенокосах				
НПП «Сколевские Бескиды», Завадкивское л-во	–	0,0242	0,0156	0,0398
ГП «Славское ЛХ», Тухлянское л-во (кв.7)	–	0,0218	0,0119	0,0337
ГП «Славское ЛХ», Тухлянское л-во (кв.8)	0,0003	0,0151	0,0282	0,0436
ГП «Славское ЛХ», Тухлянское л-во (кв. 31)	–	0,0181	0,0612	0,0793
НПП «Сколевские Бескиды», Крушельницкое л-во	–	0,1464	0,0028	0,1492
ГП «Сколевское ЛХ», Довжживское л-во	–	0,0151	0,0716	0,0867
ГП «Сколевское ЛХ», Козивское л-во	–	0,0143	0,0014	0,0157
ГП «Сколевское ЛХ», Козивское л-во	–	0,0011	0,0196	0,0207
ГП «Сколевское ЛХ», Коростивское л-во	–	0,0157	0,5256	0,5413

терий – 28,5 тыс./г. Этот питомник с конца 80-х гг. не использовался, произошло задернение полей. Возобновили выращивание посадочного материала на этом участке в 1998 г., однако полями занято только около половины территории.

Не выявлено представителей диатомовых водорослей (*Bacillariophyta*) в питомнике Ясеницкого лесничества, который расположен рядом с пихтовым древостоем на лесосеке. Спелое буково-пихтовое насаждение (состава 9П1Бк + Яв, Е) было срублено зимой, весной на этом месте был создан питомник. На время обследования здесь выращивались двухлетние сеянцы пихты.

В почвах питомников, созданных за пределами лесных массивов на открытых задернелых участках, ранее использовавшихся как сенокосы, пастбища или сельхозугодия, в ходе исследований не выявлено представителей цианобактерий (*Cyanobacteria*). Исключением является один из небольших питомников в квартале № 8 Тухлянського лесничества

(ГП «Славское ЛХ»), который расположен на открытом участке рядом с лесным массивом – здесь цианобактерий было 2,0 тыс./г почвы. Данные о фитомассе почвенных водорослей в обследованных питомниках приводятся в табл. 2.

Фитомасса водорослей исследуемых почвенных проб была образована или за счет *Chlorophyta* вместе с *Xanthophyta*, *Eustigmatophyta* или *Bacillariophyta*. Сравнивая показатели численности и фитомассы водорослей, видим, что последняя зависит не от количества водорослей, а от размеров их клеток.

Преобладание по численности и фитомассе представителей *Chlorophyta* вместе с *Xanthophyta* и *Eustigmatophyta* отражает специфику лесных питомников Бескид – большинство этих водорослей являются типичными лесными видами, которые развиваются на кислых почвах в условиях высокой влажности и затенения. Сенокосы и пахотные земли в регионе носят вторичный послелесной характер, что, очевидно, и оказало влияние на

развитие и распространение этих групп почвенных водорослей.

При изучении распространения различных групп клеток почвенных водорослей в зависимости от химических свойств почвы установлена высокая существенная положительная зависимость фитомассы *Cyanobacteria* от актуальной кислотности – с повышением значения рН (т.е. при увеличении щелочности почвы) увеличивается фитомасса представителей этой группы ($r = 0,9854, p = 0,0021$).

Интенсивность минерализации азота в почвах отражается в процессах аммонификации и нитрификации. В ходе аммонификации происходит разложение органических азотистых веществ с выделением аммиака. Этот процесс осуществляют редуценты, в частности бактерии, актиномицеты, грибы, черви, моллюски и др. При этом органический азот отмерших растений превращается в неорганические формы, первыми из которых является аммиак (NH_4^+) и его соли ($\text{NH}_4^+ \text{X}^-$). Аммонификация имеет важное значение для растений в целом (для сеянцев и саженцев особенно), поскольку 99 % азотистых веществ в почве содержатся в виде органических соединений, которые являются недоступными для растений [2]. В почвах обследованных питомников выявлена тесная отрицательная линейная корреляция между количеством клеток *Cyanobacteria* и содержанием N-NH_4 – чем больше количество N-NH_4 в почве, тем меньшее количество клеток цианобактерий ($r = 0,8608, p = 0,0610$).

Для зеленых водорослей нами установлена высокая существенная положительная зависимость фитомассы почвенных водорослей из групп *Chlorophyta* вместе с *Xanthophyta*, *Eustigmatophyta* от количества N-NO_3 . На процессы нитрификации существенно влияет обработка почвы: чем выше аэрация почвы, тем быстрее протекают процессы нитрификации. Чем выше значение N-NO_3 , тем больше фитомасса зеленых, желто-зеленых и эвстигматофитовых водорослей в почве ($r = 0,7377, p = 0,0149$).

Существенного влияния других показателей почвы (гидролитической и обменной

кислотности, подвижного алюминия, суммы обменных оснований, доступных элементов минерального питания) на количество или фитомассу водорослей в питомниках нами не выявлено.

В почвах обследованных питомников наиболее многочисленными были группы зеленых и диатомовых водорослей по сравнению с меньшими показателями цианобактерий. Численное преобладание представителей группы *Chlorophyta* вместе с *Xanthophyta* и *Eustigmatophyta* отражает специфику лесопитомников региона – большинство этих водорослей принадлежит к типичным лесным видам, которые развиваются на кислых почвах в условиях высокой влажности и затенения. В почвах питомников, которые создавались на месте бывших сельхозугодий, сенокосов, пастбищ отсутствуют цианобактерии (*Cyanobacteria*).

С повышением щелочности почвы увеличивается фитомасса цианобактерий (*Cyanobacteria*), а при росте содержания N-NH_4 – количество их клеток уменьшается. Фитомасса водорослей отделов *Chlorophyta*, *Xanthophyta* и *Eustigmatophyta* возрастает при увеличении количества N-NO_3 в почве. Достоверной зависимости количества и фитомассы клеток почвенных водорослей от других химических свойств (гидролитической и обменной кислотности, подвижного алюминия, суммы обменных оснований, доступных элементов минерального питания) нами не выявлено.

Библиографический список

1. Аринушкина, Е.В. Руководство по химическому анализу почв / Е.В. Аринушкина. – М.: МГУ, 1970. – 482 с.
2. Большой практикум по микробиологии / под ред. Г.Л. Селибера. – М.: Высшая школа, 1962. – С. 373–377.
3. Голлербах, М.М. Почвенные водоросли / М.М. Голлербах, Э.А. Штина. – Л.: Наука, 1969. – 143 с.
4. Домрачева, Л.И. «Цветение» почвы и закономерности его развития / Л.И. Домрачева. – Сыктывкар: Коми научный центр УрО РАН, 2005. – 336 с.
5. Мальцева, I.A. Грунтові водорості у функціональній структурі біогеоценозів / I.A. Мальцева // Грунтознавство. – 2007. – Т.8. – № 3–4. – С. 71–79.
6. Неходимова, С.Л. Количественный и качественный состав альгофлоры почв лесопитомников

- Красноярского края / С.Л. Неходимова, Н.В. Фомина, М.В. Чижевская // Проблемы современной аграрной науки: Материалы междунар. заочной научной конференции (15 октября 2011 г.), Красноярский государственный аграрный университет. – Красноярск, 2011. – http://www.kgau.ru/index.php?for_printing=1&code=1_4_9_4
7. Штина, Э.А. Методы изучения почвенных водорослей / Э.А. Штина // Микроорганизмы как компонент биогеоценоза. – М.: Наука, 1984. – С. 58–74.
 8. Штина, Э. А. Почвенные водоросли как компоненты биогеоценоза / Э.А. Штина // Почвенные организмы как компонент биогеоценоза. – М.: Наука, 1984. – С. 53–58.
 9. Ettl, H. Syllabus der Boden-, Luft und Flechtenalgen / H. Ettl, G. Gartner. – Stuttgart–Jena–New York: G. Fischer, 1995. – 721 s.
 10. Stocka, T. Choroby grzybowe występujące w uprawach leśnych na gatunkach iglastych / T. Stocka // Zeszyt 3051. – Warszawa: Wydawnictwo Świat, 2010. – 16 s.

ДИНАМИКА ВЕСА ПОЕДАЕМЫХ ПТИЦАМИ КОРМОВ НА КОРМУШКЕ ПО СЕЗОНАМ ГОДА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОГОДЫ В УСЛОВИЯХ ГОРОДА

Н.А. ХАРЧЕНКО, *проф. каф. экологии, защиты леса и лесного охотоведения ВГЛТА, д-р биол. наук,*

Е.Б. СКРЫПНИКОВА, *асс. каф. экологии, защиты леса и лесного охотоведения ВГЛТА,*

Е.В. ТУРЧАНИНОВА, *асс. каф. экологии, защиты леса и лесного охотоведения ВГЛТА*

skrypnikovvsafe@mail.ru

Внегнездовой осенне-зимний период жизненного цикла птиц характеризуется выраженными кочевками в поисках доступных кормов. В начале этого периода птицы используют предпочитаемые естественные корма, обычно рассеянные по территории. По мере их использования и в условиях последующего понижения температуры воздуха, установления снежного покрова резко возрастают энергозатраты птиц, в том числе и на кормодобывание. Вследствие этого птицы ограничивают кочевки до минимума и сосредотачивают внимание на уже разведанных местах локальной концентрации доступных кормов. Такими объектами становятся места сбора пищевых отходов, пригородные свалки, сады и др. Стационарные кормушки также относятся к категории таких объектов; по времени и режиму их посещений, суточному объему поедаемых кормов можно судить об уровнях обеспеченности птиц естественными кормами по сезонам года, их доступности в условиях городских ландшафтов и прилегающих территорий, что дает возможность планировать мероприятия по подкормке птиц и территориальному закреплению [1].

Основу стайки птиц, регулярно посещающих оконную стационарную кормушку,

составляли большие синицы, синицы лазоревки, воробьи (полевой и домовый), ряд видов дятлов (большой пестрый дятел, средний пестрый, седой), а из вороновых – сойка; другие виды посещали кормушку эпизодически.

Динамика веса поедаемых кормов не только характеризует кормовую активность птиц, но и дает представление об их сезонной потребности и при различных условиях погоды.

За время наблюдений (ноябрь – первая декада апреля) птицами, посещающими кормушку, съедено около 7 кг сала (в среднем за день 42,9 гр.) (табл. 1, рисунок). Вес поедаемого корма увеличивался с ноября (952 гр.) по январь (1962 гр.) в 2 раза, а затем такими же темпами сокращался (в марте – 1006 гр.). Наибольший расход корма на кормушке наблюдался, таким образом, в зимние месяцы (декабрь – февраль). Максимальное количество съеденного корма в январе в среднем за световой день составило 63,4 гр., а минимальное – в первой декаде апреля (10,1 гр.). При первом взгляде отмеченная динамика употребления корма оседлыми птицами согласуется с динамикой среднемесячных температур и состоянием погоды.

В ноябре наибольшее количество съеденного корма за световой день приходится на

**Динамика поедаемых кормов на кормушке по месяцам
и в зависимости от условий погоды**

Месяц года	Кол-во дней с полож. темп.	Кол-во дней с отриц. темп.	Количество дней с осадками		Всего съеденного корма за период наблюдений, гр.	Среднее кол-во съеденного корма за световой день
	среднее кол-во съеденного корма	среднее кол-во съеденного корма	дождь, мокрый снег	снег		
			среднее кол- во съеденного корма	среднее кол- во съеденного корма		
Ноябрь (1–30.11.07)	15	15	1	4	952	31,7
	40,7	22,7	20,0	28,5		
Декабрь (1–31.12.07)	24	7	–	4	1664	53,7
	57,3	41,3	–	57,8		
Январь (1–31.01.08)	25	6	4	4	1966	63,4
	71,6	29,2	29,8	66,5		
Февраль (1–29.02.08)	19	10	4	9	1187	40,9
	51,6	20,6	17,5	60,8		
Март (1–31.03.08)	2	29	5	4	1006	32,5
	44,0	31,7	19,4	43,5		
Апрель (1–8.04.08)	–	8	–	–	81	10,1
	–	10,1	–	–		
Итого:	85	75	14	25	6856	42,9
	57,0	26,9	21,9	53,3		

дни с отрицательными температурами (40,7 гр.), тогда как в дни с положительными температурами этот показатель почти в два раза (22,7 гр.) ниже. В дни с дождевыми осадками резко снижается потребление корма (20,0 гр.); при выпадении снега оно существенно выше, но все же не превышает среднего количества в дни с отрицательной температурой [2].

В декабре фиксируются примерно выше отмеченные закономерности, но количество потребляемого корма при отрицательных температурах в ясные дни (57,3 гр.) практически такое же, как и при выпадении снега, т.е. кормовая активность птиц в снегопад не снижается, как это имело место в ноябре.

Январь – самый морозный период для нашего региона. При этих условиях в дни с отрицательными температурами количество потребляемого корма самое высокое (71,6 гр.), но во время снегопадов (метелей) оно все же несколько снижается (66,5 гр.). В дни январских оттепелей суммарное суточное потребление корма в 2 раза ниже среднемесячного показателя и не зависит от осадков в виде дождя.

В феврале все еще сохраняется преобладание морозных дней (19 дн.) и наблюдает-

ся самое большое количество дней с осадками (13 дн., в том числе 9 дн. со снегопадами). В пределах этого месяца в морозные ясные дни по-прежнему фиксируется самая высокая поедаемость корма (51,6 гр.), но в дни метелей она уже существенно выше (60,8 гр.). Наблюдается также заметное сокращение интенсивности питания в дни с осадками в виде дождя.

В марте 2008 г. отмечено всего 2 дня с отрицательными температурами (порядка –1 °С). Количество потребляемого корма в один из этих дней без осадков примерно равно среднемесячному (33 гр.), но в день снегопада (22.03.08) оно существенно выше (55 гр.). В дни с положительными температурами количество потребляемого корма (31,4 гр.) также близко к среднемесячным значениям, но в дождливые дни оно существенно снижается (19,4 гр.).

В первой декаде апреля оседлые птицы все реже посещают кормушку, и количество суточного потребления корма снижается до предельно минимальных значений (10,1 гр.).

Если сравнивать между собой месяцы по количеству потребляемого корма в зависимости от условий погоды, то более отчетливо

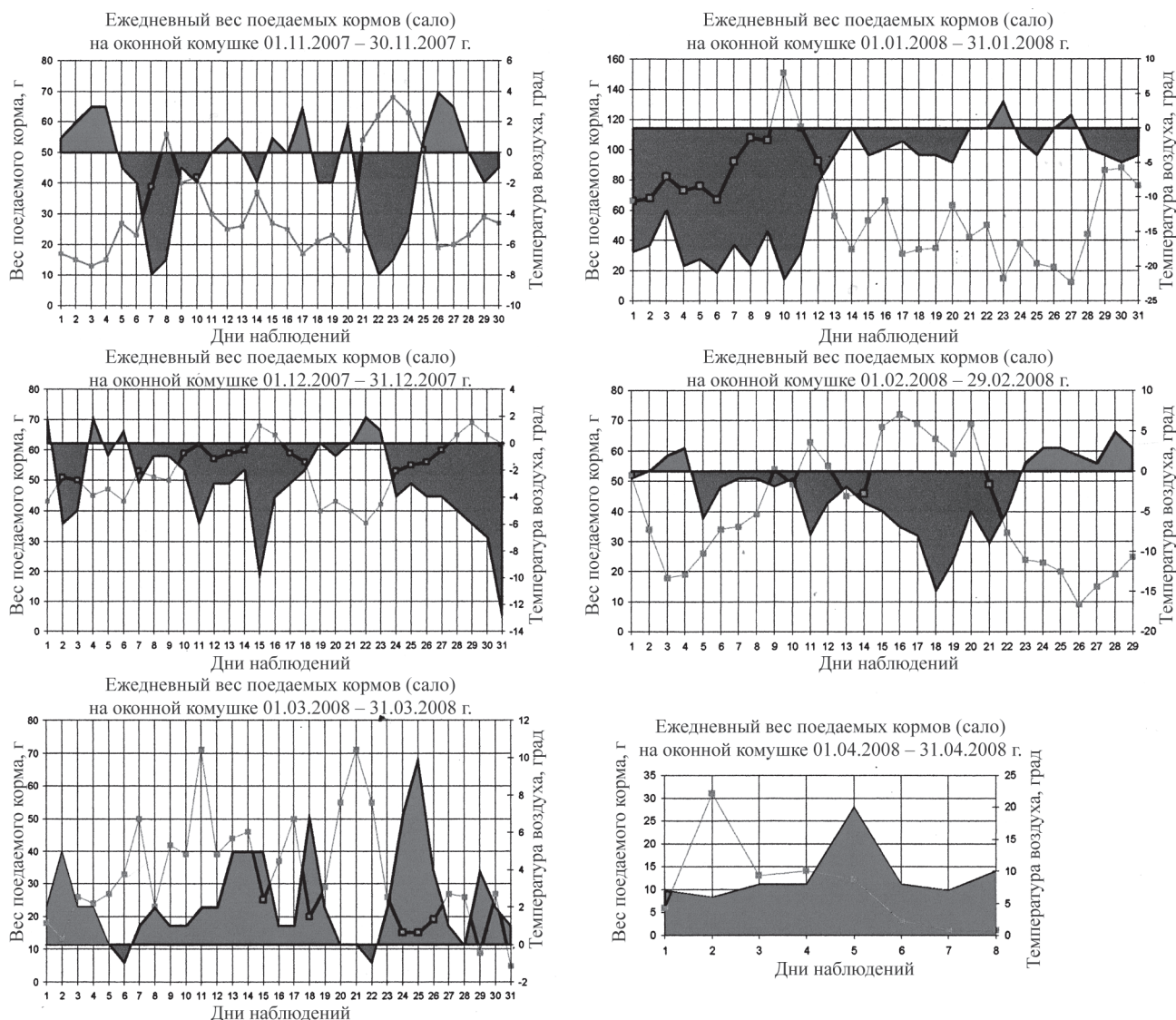


Рисунок. Графики дневной поедаемости кормов на комушке в зависимости от температуры воздуха за период наблюдений

проявляется сезонное влияние «дефицита» естественных кормов на этот процесс.

В дни с отрицательными температурами сохраняется лидерство по суточному потреблению кормов в январе (71,6 гр.), декабре 57,3 гр.) и феврале (51,6 гр.). В дни с положительными температурами этот порядок меняется: декабрь (41,3 гр.), март (31,7 гр.), январь (29,2 гр.). Питаясь более активно в декабрьские дни с положительными температурами (от 0 °С до +2 °С), птицы избегают интенсивных энергозатрат для удовлетворения потребностей, какие неизбежны в сильные морозы. То же объясняет и ситуация в январе. В марте дни с положительными температурами абсолютно преобладают, большая их часть

характеризуется ясной солнечной погодой и при увеличивающейся продолжительности дня резко возрастает кормовая активность мелких птиц (лазоревка, большая синица); естественные корма в это время еще не появились. В дождливые дни интенсивность питания самая низкая; сохраняется она примерно на одном уровне по месяцам (17,5 – 20,0 гр.), а более высокие значения в январе (29,8 гр.) связаны также с дефицитом естественных кормов. Осадки в виде снега провоцируют повышение кормовой активности в связи с угрозой предстоящей малодоступности кормов под слоем выпавшего снега. Естественно, что в этом отношении выделяются январские и февральские дни с метелями [3–4].

Динамика скорости поедания семечек подсолнечника на кормушке комплексом видов птиц в зависимости от температуры воздуха

Период наблюдений	Время (час) поедания корма в зависимости от температуры воздуха							Вес корма, кг
	+5 °С	+10 °С	> +10 °С	-5 °С	-10 °С	> -10 °С	Средн.	
октябрь	9	11	16	–	–	–	13	1,3
ноябрь	7	10	–	6	5	–	7	3,5
декабрь	6	8	–	5	4	–	6	3,5
январь	5	–	–	4	3	2	4	3,5
февраль	5	–	–	5	3	3	4	3,5
март	4	5	11	6	4	–	6	4,4
среднее	6	9	14	5	4	3	7	19,7

Таким образом, потребление корма на кормушке имеет явную зависимость как от погодных условий, так и от уровней сезонной обеспеченности птиц естественными кормами.

Интенсивность использования птицами семечек подсолнечника на кормушке

Постоянство посещений и особенности питания птиц на кормушке зависят также от видов и разнообразия выставленных на ней кормов. Привлекательным кормом для большой синицы, лазоревки, полевого воробья, поползня, щегла, дубоноса являются семечки подсолнечника. Щегол и дубонос, типичные зерноядные (семяноядные) птицы, поедают семечки подсолнечника охотно, тогда как все виды дятлов, сойка, сорока, серая ворона их не используют вообще; одновременно свиное сало и семечки подсолнечника поедают большая синица, лазоревка, полевой и домовый воробьи, поползень.

Наблюдения за интенсивностью питания птиц на кормушке с семечками подсолнечника проводились в осенне-зимне-весенний период 2009/2010 гг. В дни с устойчивой погодой (различные уровни температур воздуха) на кормушку в 7³⁰ утра высыпалась мера (440 гр., 5 тыс. шт.) семечек и фиксировалась общая продолжительность времени, за которое они полностью поедались, а затем внесение корма повторялось.

Практически за световой день внесение корма было одно- или двухразовое; всего израсходовано около 20 кг семечек подсолнечника. Для удобства обработки результатов учета фиксируемое время округлялось, так как этого вполне было достаточно для опре-

деления интенсивности поедания корма в зависимости, главным образом, от температуры воздуха. Результаты выполненных наблюдений отражены в табл. 2.

Из данных таблицы следует, что скорость поедания семечек на кормушке во многом определяется температурой воздуха. В октябре при положительных значениях температур воздуха «мера» семечек поедается в среднем на протяжении всего суточного светового времени, при этом, чем выше температура, тем медленнее поедается корм. В ноябре при общем сохранении невысоких значений положительных температур скорость поедания корма возрастает почти вдвое и соответственно увеличивается его потребляемый вес [5, 6].

В зимние месяцы (декабрь, январь, февраль) скорость потребления корма в виде семечек подсолнечника продолжает нарастать, но динамика ее при различных значениях температуры заметно сглаживается; при этом интенсивность питания несколько выше в дополуденные часы, чем в послеполуденные. В начале весны (март – первая декада апреля) темп питания сокращается, но все же остается выше средних значений. При отрицательных температурах марта (14.03.09) мера семечек в дополуденное время поедалась за 6 часов, а в послеполуденное (при некотором повышении температуры) – за 2 часа. При положительных температурах воздуха (15, 19, 29.03.09) прослеживается обратная зависимость, т.е. темп питания в послеполуденное время замедляется в два и более раза, что является следствием резкого повышения температуры воздуха [3].

Проведенный эксперимент позволяет разработать стратегию подкормки птиц в

периоды наибольшего дефицита природных кормов в условиях города. Объемы поедаемого корма на кормушке указывают на существенную роль этого мероприятия в экстремальных погодных условиях.

Библиографический список

1. Скрыпникова, Е.Б. Методы добывания корма птицами в условиях урбанизированных территорий / Е.Б. Скрыпникова // МГУЛ – Лесной вестник. – 2007. – № 4. – С. 59–59.
2. Скрыпникова, Е.Б. Особенности городских и сельских популяций сизых голубей / Е.Б. Скрыпникова // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2008. – № 2. – С. 56–56.
3. Харченко, Н.А. Основные предпосылки стратегии привлечения птиц в городские экосистемы / Н.А. Харченко, Е.Б. Скрыпникова. – Воронеж, 2011. – Деп. в ВИНТИ 19.10.2011, № 57–В2011. – 144 с.
4. Харченко, Н.А. Экологические принципы формирования орнитофауны искусственных пригородных ландшафтов / Н.А. Харченко, И.В. Партолин // Природные ресурсы Воронежской области, их воспроизводство, мониторинг, охрана. – Воронеж, 1995. – С. 94 – 97.
5. Харченко, Н.А. К вопросу о структуре и функции залетных зон вокруг городов и других населенных пунктов / Н.А. Харченко // Юбилейная конф., посв. столетию особой экспедиции В.В. Докучаева в Каменной степи: тезисы докладов. – Воронеж, 1992. – С. 50–51.
6. Скрыпникова, Е.Б. Экологические особенности формирования орнитофауны крупных промышленных городов в условиях Центрального Черноземья (на примере г. Воронежа): дисс. ... канд. биол. наук. / Е.Б. Скрыпникова. – Воронеж, 2012. – 16 с.

ОЦЕНКА ПОЧВ ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ СРЕДНЕТАЕЖНОЙ ПОДЗОНЫ ПО ЛЕСНЫМ РЕСУРСАМ

Ж.Г. ХЛУДЕНЦОВ, доц. каф. почвоведения и агрохимии Алтайского государственного аграрного университета, канд. с-х. наук,

С.И. ЗАВАЛИШИН, доц. каф. почвоведения и агрохимии, декан факультета заочного обучения Алтайского государственного аграрного университета, канд. с-х. наук,

Ю.И. СИЛЬЧЕНКО, асп. каф. почвоведения и агрохимии Алтайского государственного аграрного университета

serg11zav@mail.ru

Лесоводственная оценка почв целиком зависит от принципов их классификации, систематики и бонитировки. На любом уровне этих группировок могут быть отражены признаки почв, находящиеся в тесной корреляционной зависимости от состава и продуктивности древостоев [1, 2, 7].

Особенность оценки лесных земель состоит в том, что при правильном лесопользовании они служат неограниченно долго, постоянно дают дифференциальный доход, соответствующий их качеству [3].

Исследуемая территория Кондинского района находится в юго-западной части Ханты-Мансийского автономного округа – Югра (ХМАО-Югра), который входит в состав Тюменской области. В соответствии с почвенно-географическим районированием Кондинский район расположен в юго-западной части среднетаежной подзоны подзолистых почв зоны бореального пояса Западно-Сибирской почвенной провинции [4].

Почвенный покров и почвы таежно-лесной зоны Западной Сибири, особенно террито-

Т а б л и ц а 1

Степень связи между почвами и запасами древесины хвойных лесов

Таксономическая единица почв	T, бит	K	D, %
Тип (подтип) Пч	0,2465	0,1269	11
Вид, В	0,1651	0,1001	7
Род, Р	0,0874	0,0431	4
Разновидность, Г (гранулометрический состав)	0,1039	0,0430	4
Полное название почвы			26

Наиболее вероятные значения запасов древесины по каждому из почвенных факторов

Фактор		Состояние продуктивности древесины	
Тип (подтип почвы)		Ранг	м ³ /га
Глеевато-таежные	– Тжс	4–5	150–200
Подзолистые	– П	3–4	101–200
Дерново-подзолистые	– ПД	1–2	< 50–100
Глееподзолистые	– ПГ	6	> 250 (300)
Болотно-подзолистые	– ПБ	2	51–100
Болотно-верховые торфяные	– БВТ	1	< 50
Болотно-низинные торфяные	– БНТ	2	51–100
Аллювиально-болотно торфяные	– АБТ	1	< 50
Вид			
Поверхностные	– 1	1	< 50
Мелкие	– 2	2	51–100
Неглубокие	– 3	6	> 250 (300)
Род			
Илювиально гумусовые	– ИГ	2	51–100
Илювиально железистые	– ИЖ	6	> 250 (300)
Илювиально-гумусово-железистые	– ИГЖ	6	> 250 (300)
Контактно глеевые	– КГ	5	201–250
Обыкновенные		1	< 50
Разновидность (<i>гранулометрический состав</i>)			
Песчаные	– П	1	< 50
Супесчаные	– У	4	151–200
Легкосуглинистые	– Л	3	101–150
Суглинистые	– С	3	101–150
Тяжелосуглинистые	– Т	6	> 250 (300)
Глинистые	– Г	5	201–250

рий северной и средней тайги, изучены слабо. Исследовались почвы и почвенный покров средней тайги, а также их качественная оценка по отношению к продуктивности древесины и средообразующим функциям леса. Использовались методы картографирования, бонитировки, информационно-логического анализа.

В настоящее время леса средней тайги представлены, в основном, хвойными (сосновыми, еловыми, пихтовыми с участием кедра) лесами. Лиственные леса развиваются на таких же почвах, что и хвойные, при восстановлении леса после вырубок и гарей. Учитывая, что лесообразовательный процесс в конечном итоге через 80–100 лет приводит к смене лиственных пород хвойными, правильнее дать оценку почвы по хвойному древостою [5].

В связи с этим для установления тесноты связи и доли влияния почвенных факторов на продуктивность (запасы) древесины были использованы данные лесничеств Кон-

динского района (номер выдела, его площадь, особенности леса, ярус, высота, возраст, диаметр, тип, бонитет леса, запас быстрорастущего леса) и сопряженные с ними данные почвенного обследования ключевых участков мониторинга земель Ханты-Мансийского автономного округа, сопряженные с расположением этих лесничеств. Для математической обработки использованы выборки объемом от 694 до 798 дат [6].

В основу информационно-логического анализа по исследованию влияния типа (подтипа), рода, вида и разновидности почв на запасы древесины положены представления об измеримости информации, передаваемой изучаемому явлению, как одного параметра, так и от их совокупности [2]. Математическая обработка массового сопряженного материала позволила определить степень связи по общей информативности (Т, бит) и коэффициенту эффективности канала связи (К) (табл. 1).

Применяемый математический метод дал возможность установить весьма высокую зависимость между типами и подтипами почв и продуктивностью лесных ресурсов.

Наибольшее влияние на запасы древесины оказывает тип и вид почвы, соответственно 11 % и 7 %, наименьшую – род и разновидность – по 4 %. Доля влияния полного названия почвы (по типу, подтипу, виду, роду и разновидности) составляет 26 %. Это значит, что выбранные почвенные факторы в 26 % случаев определяют запасы полнозрелой стволовой древесины. На долю остальных факторов (атмосфера, гидросфера, биологических особенностей самих древесных насаждений и др.) приходится 74 %.

Взаимосвязи специфичных значений запасов древесины от разных таксонов (типов (подтипов), родов, видов, разновидностей) носят неоднородный характер. Максимальный запас древесины хвойных пород достигается на глееподзолистых неглубоко-подзолистых иллювиально-гумусово-железистых тяжело-суглинистых или глинистых почвах (ПГ^{игж}_{3г} и ПГ^{игж}) и составляет 250–300 м³/га.

Исходя из взаимосвязей почв различных таксономических уровней и запасов древесины была разработана модель оценки

$$Рд = Пч \boxtimes В \boxtimes (Р \boxtimes Г) \times Дп$$

где Рд – ранг продуктивности хвойного леса по запасам древесины м³/га;

Пч, В, Р, Г – запасы древесины в рангах соответственно по типу (подтипу), виду, роду и разновидности почвы;

Дп – доля почвы в формировании продуктивности ресурсов;

⊠ – знак операции функции нелинейного произведения.

По этой модели можно дать оценку почвам разных почвенных контуров по запасам древесины, используя наиболее специфичные (вероятные состояния) значения запасов древесины по каждому из почвенных факторов (табл. 2).

Исходя из этого, нами была проведена оценка почв по запасам древесины изучаемой территории. Расчеты производились исходя из того, что 6 ранг принимается за 100 баллов, а средние запасы древесины 169 м³/га

стоимостью 3142 руб. (по данным кадастровой оценки лесных ресурсов в лесах третьей группы Ханты-Мансийского автономного округа в ценах 1999 г.) (табл. 3).

Таким образом, с учетом доли влияния почв в формировании древесины стоимость 1 б./га получилась равной 14,5 руб., в натуральном выражении – 0,78 м³/га; 1 б./га почвы в натуральном выражении составляет 0,78 м³/га, в стоимостном выражении – 14,5 руб. в ценах 1999 г.

Приведем пример расчета стоимости почвы, имеющей индекс ПГ^{игж}_{3г} – глееподзолистая иллювиально-гумусово-железистая неглубокая глинистая

$$\text{Ранг ПГ}^{\text{игж}}_{3г} \text{ равен } 3,5 \boxtimes 6 \boxtimes (6 \boxtimes 6) =$$

$$= \frac{3,5 \boxtimes 6 \boxtimes \frac{6 \boxtimes 6}{2}}{3} = 6$$

Т а б л и ц а 3

Средняя кадастровая оценка лесных ресурсов по древесине таежной зоны Кондинского района

Порода деревьев	Средний запас древесины, м ³ /га	Оценка лесных ресурсов по древесине, тыс. руб./га
Сосна Кедр Ель	169	3,142

Примечание. *Данные рассчитаны на основе кадастровой оценки лесных ресурсов третьей группы Ханты-Мансийского автономного округа в ценах 1999 г.

Т а б л и ц а 4

Средняя кадастровая оценка лесных ресурсов по средообразующим функциям таежной зоны Кондинского района

Порода деревьев	Средний запас древесины, м ³ /га	Оценка средообразующих функций леса (руб.) *)		
		Поддержание состава воздуха атмосфер	Климато-регулирующие	Водоохранно-регулирующие
Сосна Кедр Ель	169	11360	10640	9600

Примечание: *) данные рассчитаны из «кадастровой оценки лесных ресурсов в лесах третьей группы Ханты-Мансийского автономного округа» в ценах 1999 г.

Оценка почвы по продуктивности древесины в натуральном и стоимостном выражении

№ п/п	Индекс почвы	Оценка 1 га почвы по древесине			Климаторегулирующие	Поддержание состава воздуха атмосфер	Водоохранно-регулирующие
		балл	м ³ /га	руб.			
1	Тж _с	66	51	957	3241	3458	4430
2	Тж _с ^г	66	51	957	4975	4349	3677
3	ПГ _{3у}	83	65	1203,5	3241	3459	4430
4	ПГ _{2с}	66	51	957	3241	3459	4430
5	ПГ _{2г}	50	39	725	3241	3459	4430
6	ПГ ^{ижж} _{3г}	100	78	1450	4910	5240	4430
7	ПГ ^{ижж} _{2с}	83	65	1203,5	3241	3458	4430
8	ПГ ^{ижж} _{3г}	100	78	1450	4910	5240	4430
9	П _{2п}	33	26	478,5	1620	1729	1462
10	П ^{иг} _{3п}	50	39	725	2848	3039	2569
11	П ^{иг} _{4п}	50	39	725	2848	3039	2569
12	П ^{ижж} _{2п}	50	39	725	2848	3039	2569
13	П ^{ижж} _{3у}	66	51	957	3241	3458	4430
14	П ^{иж} _{1у}	50	39	725	2848	3039	2569
15	П ^{иж} _{2у}	50	39	725	2848	3039	2569
16	П ^{иж} _{3п}	66	51	957	3241	3458	4430
17	П ^я _{2п}	33	26	478,5	1620	1729	1462
18	ПД ¹ _{2у}	42	33	609	2062	2201	1861
19	ПБ ² ₂	33	26	478,5	1620	1729	1462
20	ПБ ² ₄	42	33	609	2062	2201	1861
21	ПБ ^п _{2г}	33	26	478,5	1620	1729	1462
22	ПБ ^{г1} ₂	33	26	478,5	1620	1729	1462
23	ПБ ^{г3} ₂	33	26	478,5	1620	1729	1462
24	БНГ	33	26	478,5	1620	1729	1462
25	БНГ ^г	33	26	478,5	1620	1729	1462
26	БВТ ₁	17	13	247	835	891	753
27	БВТ ₂	17	13	247	835	891	753
28	БВТ ₃	17	13	247	835	891	753
29	АД ^с _{2п}	25	20	363	1228	1310	1108
30	АБТ	17	13	247	835	891	753

Примечание: * данные в ценах 1999 г.

Полученный ранг соответствует 100 баллам, следовательно, 1 га почвы ПГ^{ижж}_{3г} по древесине в натуральном выражении будет стоить 100 баллов × 3 × 0,26 = 78 м³/га, а в стоимостном выражении 100 баллов × 14,5 = = 1450 руб. (табл. 5).

Известно, что ресурсы леса не ограничиваются только продуктивностью древесины, дикоросов, охотничье-промысловых угодий и т.д., но также участвуют в формировании определенных средообразующих функций, главные из которых – поддержание состава воздуха атмосферы, климаторегули-

рующие и водоохранно-водорегулирующие функции.

Разрабатывая подход к оценке лесных почв по средообразующим функциям (табл. 4), мы основываемся на том, что доля влияния почв в формировании этих функций равна доле влияния почв на формирование древесины, которая нами определена и соответствует 26 %.

Оценка лесных почв по средообразующим функциям с учетом доли влияния почв на формирование древесины рассчитывается следующим образом: 1 балл почвы равен 3 м³/га древесины, стоимость 1 м³ древесины по под-

держанию состава воздуха атмосферы 11360 руб. При среднем запасе древесины 169 м³/га 1 м³ ее будет стоить 67,2 руб., 1 б./га = 3×67,2 р. = 201,6 руб. Оценка стоимости почвы по поддержанию состава воздуха атмосферы будет 201,6 р.×0,26 = 52,4 р., где 0,26 – доля влияния почвы в формировании запасов древесины. В общем виде стоимость 1 б./га почвы по средообразующим функциям леса может быть представлена следующим выражением

$$(3 \text{ м}^3/\text{га} \times \text{Ос, руб.})/169 \text{ м}^3/\text{га} \times 0,26 \text{ руб.},$$

где Ос – оценка средообразующих функций леса, руб./га,

$$169 – \text{средний запас древесины, м}^3/\text{га},$$

0,26 – доля почв в формировании древесины. Оценка почвы по поддержанию воздуха атмосферы

$$(3 \times 11360)/169 \times 0,26 = 52,4 \text{ руб.}$$

Оценка почвы по климаторегулирующей функции

$$(3 \times 10640)/169 \times 0,26 = 49,1 \text{ руб.}$$

Оценка почвы по водоохранно-регулирующей функции

$$(3 \times 9600)/169 \times 0,26 = 44,3 \text{ руб.}$$

Самую высокую оценку по запасам древесины и средообразующим функциям леса получили глееподзолистые почвы ПП^{игж}_{3г}. Она составила в натуральном выражении 78 м³/га, а в стоимостном 1450 руб. за 1 га, так как эти почвы имеют наибольший запас древесины 250–350 м³/га, и соответствен-

но древостой данных почв в большей степени участвует в водоохранной, водорегулирующей и климатообразующей функциях леса.

Самая низкая оценка у болотных и аллювиально-болотных торфяных почв: БВТ₁, БВТ₂, БВТ₃, АБТ, соответственно 13 м³/га и 247,5 руб. за 1 га, так как древостой угнетен и практически не задействован в средообразующих функциях.

Библиографический список

1. Орлов, В.П. Динамика природы северных районов и меры по охране и улучшению природной среды / В.П. Орлов // Проблемы севера. – Вып.18. – М.: Наука, 1973. – С. 64–79.
2. Пузаченко, Ю.Т. Информационно-логический анализ в медико-географических исследованиях / Ю.Т. Пузаченко, А.В. Мошкин // Итоги науки. – Вып. 3. – М.: ВИНТИ, 1969. – С. 5–71.
3. Сазонов, А.Г. Принципы лесоводственной оценки почв / А.Г. Сазонов. – Иркутск: Ирк. ун-т, 1986. – 237 с.
4. Добровольский, Г.В. Почвенно-географическое районирование СССР / Г.В. Добровольский, Н.Н. Розов, И.С. Урусевская. – Карта для Высшей Школы, 1980.
5. Бурлакова, Л.М. К вопросу оценки лесных почв / Л.М. Бурлакова, В.В. Белов // Почвенно-географические проблемы Западной Сибири: сб. научн. трудов – Барнаул: АГАУ, 2000. – С. 21–24.
6. Ресурсная оценка земель: Ведомость стоимости земельных угодий по растительным ресурсам на территории Ханты-Мансийского района ХМАО. – Кн. 3. – Т. 1, 2. – Братск, 1996. – 127 с.
7. Wilde, S. A. Mycorrhizae fungi, their distribution and effect on tree growth / S. A. Wilde // Soil Sci., 1954. – 78 p.

ИССЛЕДОВАТЕЛЬ ЛЕСОВ И ЗАГАДОК ПРИРОДЫ

(75 лет со дня рождения профессора Владимира Владимировича Коровина)

В.А. БРЫНЦЕВ, проф. зав. каф. селекции, генетики и дендрологии МГУЛ, д-р с.-х. наук,
М.Г. РОМАНОВСКИЙ, гл. научн. сотр. Института лесоведения РАН, д-р биол. наук,
П.А. АКСЕНОВ, зав. лаб. каф. селекции, генетики и дендрологии МГУЛ, канд. с.-х. наук,
П.Г. МЕЛЬНИК, доц. каф. лесоводства и подсочки леса МГУЛ, канд. с.-х. наук

bryntsev@mail.ru, michrom@mail.ru, axenov.pa@mail.ru, melnik_petr@bk.ru

Коровин Владимир Владимирович родился 2 сентября 1938 г. в Москве. До начала войны его семья проживала на улице Малая Молчановка.

Отец, Владимир Иванович – инженер-металлург, создатель первой в России нержавеющей стали. Он работал на металлургических заводах Урала, был репрессирован в Златоусте.

Мама родилась на Урале в Алапаевске Екатеринбургской губернии в многодетной семье. Воспитывалась в монастырском детском доме, закончила юридический факультет Московского университета. Работала учительницей.

В годы войны семья оказалась в г. Георгиевске Ставропольского края. Там Володя окончил среднюю школу и учился заочно в Харьковском высшем военно-инженерном авиационном училище (ХВАИВУ), куда он поступил, не дождавшись выпускного вечера в школе.

В 1957 г. поступил на факультет лесного хозяйства МЛТИ. Выбор будущей специальности определился интересом к лесу и населяющей его живности.

На первом курсе института самым интересным предметом оказалась анатомия растений. По совету доцента кафедры ботаники Г. В. Матвеевой Владимир обратился на кафедру селекции и дендрологии к ст. преподавателю А.Я. Любавской, которую в то время интересовала анатомия карельской березы. Микроскоп оказался «магическим кристаллом» – картины внутреннего строения аномальной древесины зачаровывали. С этого и началась научная работа. Каждое лето, досрочно сдав экзамены, студент В. Коровин уезжал в Башкирию изучать образующую капы березу пушистую.

После защиты дипломной работы он был направлен в Проектно-исследовательское бюро Леспроекта. Два года занимался изучением хода роста кедровников в Томской области

и на Алтае, а затем, работая в Союзгипролесхозе, участвовал в организации лесосеменных хозяйств на селекционной основе в Хакасии, Хабаровском крае, Горьковской области, в Шиповом лесу.

В 1966 г. А.Я. Любавская предложила В.В. Коровину вернуться на кафедру и заняться научной работой. Предложение было принято. Десять лет работал научным и старшим научным сотрудником НИСа на кафедре селекции и дендрологии МЛТИ. Будучи в аспирантуре, факультативно изучал на кафедре высших растений биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова анатомию высших растений, цитологию растений, общую генетику. Совместно с А.Я. Любавской основал при кафедре лабораторию и научную школу анатомических исследований в области лесной селекции. Работая по хозяйственным темам, организовал экспедиции в Закарпатье, на Северный Кавказ, в Узбекистан и Киргизию, на Дальний Восток, участвовал в научных командировках в европейской части России. Кандидатскую диссертацию «Изменчивость анатомических и морфологических признаков березы пушистой в связи с капообразованием в условиях Горной Башкирии» защитил на биофаке МГУ.

С 1975 г. В.В. Коровин – старший научный сотрудник, а затем главный научный сотрудник, заведующий лабораторией лесоведения и лесоводства во ВНИИхимизации лесного хозяйства. Руководил научными исследованиями на стационарах института в Костромской и Новосибирской областях, Приморском крае. За научные разработки был награжден орденом «Знак почета» и медалью «850 лет Москвы».

Работая во ВНИИХЛесхозе, занимаясь в основном проблемами лесоведения, не переставал интересоваться аномальным ростом стебля древесных растений. На основе данных канди-

датской диссертации В.В. Коровин продолжил исследования, выяснял, насколько случайны и независимы внешне совершенно разные аномалии в строении стволов и ветвей (имеются в виду капели, сувели, «ведьмины метлы», древесина карельской березы и кленов с текстурой «птичий глаз», а также другие местные разрастания ткани на стеблях древесных растений)? Может ли быть что-либо общее, связывающее эти проявления?

Решение пришло неожиданно при мысленном сравнении двух внешне очень разных структурных аномалий. Общая закономерность аномального роста сформировалась моментально. Докторская диссертация была написана за 10 месяцев. В диссертационной работе на основании обширного собранного полевого материала, проанализированного в лабораторных условиях, В.В. Коровин сформулировал общую закономерность аномального роста для неспецифических структурных отклонений от нормы, обосновал положение о том, что неспецифические структурные аномалии не только не являются результатом эволюционных преобразований, но и сводят на нет предшествующие морфогенетические приобретения в локальных участках тканей или органов древесных растений, в своей же организации подчиняются законам косной материи. Защита диссертации «Морфолого-анатомические изменения стебля растений при аномальном росте» снова проходила на биофаке МГУ.

Материалы докторской диссертации легли в основу монографии «Структурные аномалии стебля древесных растений» (М.: МГУЛ, 2003) в соавторстве с Л.Л. Новицкой и Г.А. Курносковым. Через год вышло второе дополненное издание этой работы.

В 1990 г. в числе нескольких научных сотрудников ВНИИХЛесхоза В.В. Коровин был на полтора года командирован в г. Хошимин для работы в Советско-Вьетнамском научно-производственном центре.

В 1997 г. по приглашению зав. кафедрой селекции, генетики и дендрологии МГУЛ Г.А. Курносова вернулся на кафедру для ведения новой дисциплины – курса биологии для студентов специальности «Лесоинженерное дело» лесного факультета. Был подготовлен и издан курс лекций по биологии и необходимые для учебного процесса методические пособия.

Профессор Владимир Владимирович Коровин продолжает проводить исследования в полевых условиях. В 2005 г. по его инициативе и при личном участии в Приморском крае работала экспедиция ученых Московского государственного университета леса по изучению качества, свойств, структуры древесины дальневосточных пород. Результатом работы стала коллекция заготовок для анатомических исследований и образцов древесины древесных и кустарниковых видов растений Дальнего Востока.

В.В. Коровин – член координационного совета по современным проблемам древесиноведения, научный консультант и член диссертационного ученого совета ВНИИ пивоваренной безалкогольной и винодельческой промышленности Россельхозакадемии. Им опубликовано более 120 печатных работ, в их числе две монографии, две коллективные монографии, 3 учебника (в соавторстве), 10 учебно-методических пособий, статьи в научных журналах и сборниках. Под его руководством удачно защитились четыре аспиранта (в их числе аспирантка из Ирана) и один докторант. Его основные научные интересы лежат в области лесной селекции, теории эволюции, теории аномального роста и анатомии древесины.

В.В. Коровин организовал и возглавил при кафедре селекции, генетики и дендрологии межфакультетскую анатомическую лабораторию, в работе которой принимают участие и другие научные организации. В 2006 г. по инициативе зав. кафедрой Г.А. Курносова организовал межинститутский постоянно действующий научный семинар «Производственный процесс и структура деревьев, древесин и древостоев». Материалы семинара публикуются, в частности, в виде депонированной коллективной монографии и специальных номеров журнала «Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник». Совместно с главным научным сотрудником Института лесоведения РАН М.Г. Романовским продолжает руководить деятельностью этого семинара.

Поздравляем профессора Владимира Владимировича Коровина с его славным юбилеем! Желаем долгих лет жизни, новых и увлекательных книг о загадках природы, дальнейших творческих успехов в воспитании истинных творцов и создателей леса на благо будущих поколений и лесной науки!

К 75-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ВЯЧЕСЛАВА ВАСИЛЬЕВИЧА СЕМАКОВА (1938–2009)

М.Д. МЕРЗЛЕНКО, *проф., вед. научн. сотр. Института лесоведения РАН, д-р с.-х. наук,*
А.В. ДЕНГУБЕНКО, *вед. спец. по информации Национального парка «Беловежская Пуща»,*
канд. биол. наук,

П.Г. МЕЛЬНИК, *доц. каф. лесоводства и подсочки леса МГУЛ, канд. с.-х. наук*

md.merzlenko@mail.ru, annadeng@mail.ru, melnik_petr@bk.ru

В 2013 г. исполнилось 75 лет со дня рождения Вячеслава Васильевича Семакова, известного ученого-энтомолога, популяризатора Беловежской Пущи, альпиниста и путешественника.

Родился В.В. Семаков 28 ноября 1938 г. в г. Харькове в семье служащих. Его отец возглавлял райком компартии в г. Изюме, был вторым секретарем Харьковского обкома компартии, отвечал за развитие культуры. В их семье бывали известные деятели культуры и искусства, что наложило отпечаток на развитие и формирование характера и кругозора Вячеслава Васильевича.

С особой теплотой В.В. Семаков вспоминал школьные годы. Класс послевоенных ребят отличался жаждой знаний, трудолюбием, желанием сделать что-то полезное для страны и людей. В числе лучших учеников был и Вячеслав, окончивший школу с серебряной медалью.

Хотя с детства у него были серьезные проблемы со здоровьем, он записался в несколько физкультурных секций и благодаря настойчивости и упорству достиг неплохих результатов в легкой атлетике, фехтовании, лыжах и других видах спорта.

После школы В.В. Семаков поступил в Харьковскую аграрную академию, которую окончил в 1961 г. с присвоением квалификации ученого агронома по защите растений.

Воспитанный на литературе о путешествиях он увлекся альпинизмом и туристическими походами. Это помогало и в решении жизненных проблем: хорошо изучив Кавказ, во время каникул работал гидом, водил туристические группы, так как приходилось подрабатывать. Вячеслав Васильевич неоднократно участвовал в лыжных походах в северные районы бывшего СССР по самым сложным маршрутам, побывал практически на всех зна-

чимых горных системах Советского Союза и во многих его уголках. Тяга к путешествиям и открытию непознанного привели его на Камчатку, куда он попросил направить его по окончании вуза.

С 1961 по 1965 гг. В.В. Семаков работал научным сотрудником Камчатской сельскохозяйственной опытной станции. Его основные исследования были посвящены испытанию новых для этого региона сортов различных овощных растений и разработке способов их возделывания, а также способам защиты сельскохозяйственных культур от вредителей. В то время повального увлечения химией он уже обращает особое внимание на биологические методы борьбы с вредителями и использование при этом экстрактов растений-антифидантов.

В 1966 г. В.В. Семаков стал заведующим отдела защиты растений Камчатской сельскохозяйственной опытной станции. В 1968 г. успешно защитил кандидатскую диссертацию на тему «Главнейшие вредители крестоцветных культур Камчатки и методы борьбы с ними».

Камчатка стала не только местом становления В.В. Семакова как ученого, но и одним из главных мест в его жизни, «первой любовью». И в дальнейшем, куда бы ни забросила его судьба, он постоянно вспоминал заснеженные вулканы, леса из каменной березы, цветущие рододендроны, кристально чистые реки, бесконечные пустынные пляжи тихоокеанского побережья и многое другое, близкое и дорогое его сердцу.

На Камчатке он познакомился с будущими лауреатами Государственной премии СССР Крохиным и Крогиус, которые проводили исследования на озере Дальнем, и всегда считал их лучшими учителями.

После Камчатки с 1971 по 1974 гг. В.В. Семаков работал ученым секретарем

Всероссийского научно-исследовательского института защиты растений (п. Рамонь Воронежской области). Принимал участие в экспедициях по лесопатологическому обследованию лесов Сибири, проводимому в целях предотвращения вспышек энтомовредителей.

В 1974 г., занял должность старшего научного сотрудника во Всесоюзном научно-исследовательском институте сельскохозяйственной микробиологии (г. Санкт-Петербург). Он активно разрабатывает биологические методы борьбы с грызунами и энтомовредителями сельскохозяйственных культур. За открытия в этой области получил более 10 авторских свидетельств и патентов на изобретения, не говоря уже о многочисленных публикациях как в СССР, так и за рубежом. Сам он часто называл этот период своим «звездным часом». В этом исследовательском институте сложился очень хороший трудовой коллектив, поэтому работа была легка и плодотворна.

Но жизнь в большом городе, где на работу надо было добираться около двух часов, порядком утомляла. Тянуло в более спокойные места – на любимую Камчатку. В 1982 г. его пригласил работать на Памир профессор И.И. Иоффе, с которым они были знакомы по альпинистской секции. В Памирском биологическом институте Таджикской Академии наук (г. Хорог) Вячеслав Васильевич работал ученым секретарем до 1989 г. За это время ему удалось получить еще одно авторское свидетельство на применение растительных экстрактов в борьбе с грызунами, выпустить ряд научных работ по



Вячеслав Васильевич Семаков

биометодам защиты растений. Кроме того, он заложил высокогорный отдел Памирского ботанического сада на высоте 3000 м над уровнем моря, где были высажены около 200 видов растений для испытаний в условиях высокогорья. Во время многократных экспедиций по Памиру В.В. Семаков собирал материал для исследований, что позволило приступить к написанию докторской диссертации на тему «Состояние и перспективы использования фитопрепаратов в защите растений». Успешная разработка этого направления позволила расширить ассортимент биологических средств борьбы с насекомыми и грызунами. Но с началом перестройки многое изменилось. Пришлось искать работу в другом месте.



В.В. Семаков проводит экскурсию в Беловежской Пуще с участниками выездного заседания Совета УМО по образованию в области лесного дела (20–23 апреля 2004 г.)

По результатам конкурсного отбора в 1989 г. В.В. Семаков прошел на должность старшего научного сотрудника в Государственное заповедно-охотничье хозяйство (ГЗОХ) «Беловежская Пуща». Пуща стала вторым знаковым местом его жизни. Видя работоспособность и хорошие организаторские качества нового сотрудника, руководство хозяйства назначило его на должность ученого секретаря, а затем заместителя директора по научно-исследовательской работе. Этот период совпал с нелегким «перестроечным» временем, когда снизилось финансирование исследований, стали распадаться научные коллективы.

Возглавляя научный отдел Беловежской Пущи, Вячеслав Васильевич главную задачу видел в сохранении первозданного облика этого реликтового леса, его открытости для посещений и исследований. Он был инициатором выдвижения Беловежской Пущи на присвоение самых высоких международных наград – статуса Мирового природного наследия человечества и престижного Диплома Совета Европы высшей категории, автором и разработчиком обоснования и всей необходимой документации для получения этих наград.

Непосредственные научные исследования В.В. Семакова в этот период касались состояния поднадзорных энтомовредителей пушинских лесов. Кроме того, он изучал видовой состав бабочек и насекомых-опылителей цветковых растений Беловежской Пущи.

Поскольку научному отделу в то время подчинялся Музей природы, В.В. Семаков много времени отдавал организации его работы, пополнению коллекций и оформлению новых экспозиций. Для музея были переданы коллекции бабочек и шмелей, собранные и смонтированные им лично.

Во время вхождения Беловежской Пущи в систему ГЗОХ путешествия по лесу, мягко говоря, не приветствовались, поэтому в Пуще отсутствовали туристические маршруты. Вячеслав Васильевич разработал первые туристические маршруты и экологические тропы по Беловежской Пуще, подготовил их описания и экскурсии, которые стали основой туристической деятельности национального парка и используются до настоящего времени.

С распадом СССР поток туристов в Беловежскую Пущу сократился в десятки раз. Поэтому необходимо было наладить информационную работу по привлечению в Пущу посетителей, в первую очередь, с помощью рассказов о ее достопримечательностях. Используя свою энергию и энциклопедическую эрудицию, Вячеслав Васильевич проводил огромную просветительскую работу. На страницах газет и журналов статьи и заметки о Пуще стали в то время обычным явлением. В пропагандистскую работу включились научные сотрудники, которые зачастую проводили и экскурсии, что заметно повысило уровень подачи материала. Вячеслав Васильевич, являясь прекрасным рассказчиком, мог с искренним волнением, восторгом и чувством глубокой любви бесконечно долго рассказывать о Пуще, связывая, казалось бы, далекие друг от друга и непохожие события, анализируя и сопоставляя их.

С марта 1992 г. в Беловежскую Пущу регулярно стали приезжать студенты лесного факультета Московского государственного университета леса. В программе проведения практик и кратких экспедиционных поездок всегда была обзорная экскурсия, которую традиционно проводил Вячеслав Васильевич, откладывая порой важные и срочные дела. Экскурсия по первозданному лесу включала не только знакомство с Пущей и ее уникальными лесными насаждениями. Это был профессиональный, увлекательный рассказ о таежных дебрях Сибири, красотах и природе Камчатки, заснеженных вершинах Кавказа, бореальных лесах Европы и Азии в целом, уникальных уголках планеты.

Экскурсии всегда продолжались полный день. Он закачивался дружественным ужином в доме у Семаковых. До настоящего времени выпускники университета с теплотой вспоминают эти встречи в домашней обстановке, где оказывалось внимание каждому студенту, обсуждались перспективы работы, проблемы исследований.

Все, кому посчастливилось общаться с Вячеславом Васильевичем, унесли с собой крупицу его восхищения этим необычным лесом, Беловежской Пущей, и его красотой, как и желание вернуться туда, где их встретят гигантские 600-летние дубы, стройные стволы многовеко-

вых янтарных сосен, прохлада ажурной листвы ясеней и кленов... Может быть, именно поэтому из более чем полусотни студентов Московского государственного университета леса, побывавших в разное время в Беловежской Пуще, большинство связали свою жизнь с лесом. Многие сделали научную карьеру: докторами наук стали С.В. Левыкин, Д.Е. Румянцев, кандидатами наук – П.Г. Мельник, Д.Л. Котуранов, О.В. Прошина, Н.Н. Карасев, О.В. Рябцев.

Неоценимую помощь оказал Вячеслав Васильевич Семаков Московскому государственному университету леса и в проведении II Международной конференции молодых ученых «Леса Евразии в XXI веке: Восток – Запад» в октябре 2002 г., а также выездного заседания Совета Учебно-методического объединения по образованию в области лесного дела в апреле 2004 г. Помимо выполнения работы по организации, подготовке и проведению этих важных мероприятий, он по традиции был и главным гидом по беловежским лесам.

За талант гида и непревзойденного рассказчика Вячеслав Васильевич был удостоен «Золотого сертификата» Госстандарта России.

Двадцать лет яркой, насыщенной жизни В.В. Семаков посвятил изучению и пропаганде идей охраны природы уникального природного уголка Беларуси – Беловежской Пущи. Он написал ряд книг, посвященных ее природе и истории. Самая известная из них – «Беловежская Пуща: 1903–2003» – явилась продолжением монографии летописца Беловежской Пущи Г.П. Карцова. В 2003 г. она стала победителем российского конкурса имени Эдуарда Володина по разряду «социально-политические науки», выбранная из более чем 12,5 тысяч книг, представленных на конкурс. Этой премией, имеющей еще и собственное имя, «Имперская культура», награждаются деятели литературы, науки, искусства, геополитики и богословия, творчество и деятельность которых способствуют развитию культуры всех народов России, духовному оздоровлению общества и укреплению Отечества. Всего же Вячеслав Васильевич написал более 100 научных статей, брошюр и книг, изданных как в бывшем СССР, так и в России, США, Германии, Индии, Франции, Польше. Количество же научно-популярных публикаций подсчитать

трудно. Это серии очерков в газетах и журналах, главы книг «Память», «Энциклопедия» и других изданий. Только за последние десять лет жизни он издал для взрослых и детей более десятка книг, популяризирующих Беловежскую Пущу.

Уже после выхода на пенсию В.В. Семаков стал первым Дедом Морозом в «Поместье белорусского Деда Мороза», построенном в Пуще, максимально содействовал его популяризации. В том числе, им написана книга «Дед Мороз и его родня», рассказывающая о новогоднем волшебнике.

За огромный вклад в популяризацию исторического наследия Беловежской Пущи, научные исследования в области ее истории и природы Вячеслав Васильевич в 2008 г. был награжден медалью Франциска Скорины.

Тяжелая болезнь оборвала жизнь Вячеслава Васильевича на самом высоком творческом подъеме. Остался ряд практически завершенных работ, подготовленных к публикации, в числе которых и рукопись докторской диссертации, которую он так и не успел защитить. Уже после смерти вышла великолепная книга (прежде изданная в Германии в соавторстве с Валерием Риппергером) «Мечта о первобытном лесу».

Вячеслав Васильевич оставил богатое наследство, пользоваться которым будет не одно поколение. Он был замечательный человек, интеллигент в высшем понимании этого слова, непревзойденный популяризатор Беловежской Пущи. Он был счастливым человеком, умел радоваться жизни, любил жизнь и людей, мог придать значимость и смысл всему, чего касался и чем интересовался.

В жизни Вячеслав Васильевич был простым и доступным человеком, общительным и богатым идеями, которыми щедро делился с окружающими. Рядом с ним всегда было легко, весело, спокойно и интересно. Главным мериллом его жизни оставались человечность и порядочность, равнодушие к людям с их бедами и заботами.

Светлая память о Вячеславе Васильевиче Семакове сохранится в его книгах, публикациях, научных разработках и сердцах многих людей, которым выпало счастье общения с этим талантливым, бескорыстным и душевно щедрым человеком.

Коровин В.В. ПРЕПОДАВАНИЕ ОБЩЕЙ БИОЛОГИИ В ЛЕСНЫХ ВУЗАХ.

Основные дидактические сложности в преподавании общей биологии, по мнению автора, состоят в следующем: 1) сопоставление религиозных и научных концепций; 2) смена основной парадигмы в теории эволюции; 3) низкий уровень образования в средней школе. Выход из создавшейся ситуации в следующем: 1) не противопоставлять религиозные и научные взгляды, а излагать только научные точки зрения; 2) знакомить студентов с основными положениями синтетической теории эволюции и с основными концепциями номогенеза; 3) начинать изучение каждой темы с начального уровня.

Ключевые слова: общая биология, преподавание, сложности, религия, наука, ведущая парадигма.

Korovin V.V. TEACHING OF THE GENERAL BIOLOGY IN THE HIGH SCHOOLS OF WOOD.

The basic didactic complexities in the teaching of the general biology, according to the author, consist in the following: 1) the comparison of religious and scientific concepts; 2) the change of the basic paradigm in the evolution theory; 3) a low educational level in high school. The exit from the created situation can be the following: 1) not to oppose religious and scientific views and to state only the scientific points of view; 2) to acquaint students with substantive provisions of the synthetic theory of evolution and with the basic concepts of nomogenesis; 3) to begin studying of each theme with the initial level.

Key words: the general biology, teaching, complexities, religion, science, a leading paradigm.

Романовский М.Г., Завидовская Т.С., Аксенов П.А. ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЛЕСНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ.

Лесные биогеоценозы (БГЦ) отличаются огромными запасами условной мортмассы, учитываемой в общем составе биомассы. В лесных БГЦ с древостоями высоких классов бонитета условная мортмасса составляет 70–90 %. Грибы-ксилотрофы, разрушающие с равным успехом условную и безусловную мортмассу, приобретают в лесных БГЦ особый вес. Охарактеризованы блоки видов, ведущих в лесном БГЦ ступенчатую деструкцию биомассы. Основным показателем интенсивности работы БГЦ – потенциальная мощность углеродного цикла. В лесных БГЦ мощность С-цикла соответствует классу бонитета древостоев. Обсуждается значение видового разнообразия биома для устойчивой работы БГЦ. Накопление конечных продуктов жизнедеятельности почвенных микроорганизмов определяет необходимость их периодического разрушения в «древних» почвах, в связи с чем особое значение приобретает возраст БГЦ.

Ключевые слова: лесные биогеоценозы, структура биомассы, условная мортмасса, возраст биогеоценоза.

Romanowsky M.G., Zavidovskaja T.S., Axenov P.A. FUNCTIONAL PECULIARITIES OF FOREST BIOGEOCENOSES.

Forest biogeocenoses (BGC) concentrate a plenty of «relative mortmass» usually accounted in a corpora of a total biomass. «Relative mortmass» takes 70–90 % of biomass in a forest BGC with the tree stands of high bonitet classes. The xylo-trophic fungi have a significant importance in the forest BGC as destructors of the «relative mortmass» and the mortmass sensu stricta both. We named a structure of species blokes leading step-by-step the destruction of biomass. Potential power of a carbon cycle is the main criteria of BGC work. It is according to the bonitet class (height in age 100) of tree stands – in the forest BGC. The influence of species diversity on BGC work stabilization is

discussed. The final products of activity of soil microorganisms makes necessary their periodical destruction in ancient soils, so the age of BGC gets an exceptional meaning.

Key words: forest biogeocenoses, biomass structure, «so sad mortmass», biogeocenose age.

Романовский М.Г. РЕЧНЫЕ ТЕРРАСЫ.

В соответствии с классической схемой позднего плейстоцена и голоцена лесная растительность Европейской России выходила к берегам Северного Ледовитого океана в периоды Одинцовского, Микулинского, Средне-Валдайского интерстадиалов и в голоцене. Анализ формирования аккумулятивных террас речных долин подтверждает периодичность ландшафтов Восточной Европы после Днепровской истории. Необходимо только различать геологические террасы, возникающие при эрозии «коренных» берегов, и аккумулятивные, возникающие при заполнении и вторичной эрозии аллювия. Число аккумулятивных террас в относительно молодых ландшафтах падает.

Ключевые слова: геологические террасы, аллювиальные террасы, история расселения лесов.

Romanowsky M.G. RIVER VALLEYS.

The classic scheme of the late Pleistocene and Holocene time let the forest plants in Europe to extend to the shores of Arctic Ocean seas during Odintsovsky, Mikulinsky, Middle Valday interstadials and Holocene. The accumulative terraces formation of river ravines analyze corroborates the periodical rhythm of after-Dnepr history of the Eastern Europe landscapes. It is necessary only to take apart the geological terraces of high native slopes of valley and the accumulative terraces in alluvial sediments filling ravines. The accumulative terraces quantity grows less in relatively young landscapes.

Key words: geological terraces, alluvial terraces, forest spreading history.

Лакида П.И., Василюшин Р.Д., Слюсарчук В.В., Василюшин О.М. МОДЕЛИ И НОРМАТИВНО-СПРАВОЧНЫЕ ТАБЛИЦЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ НАДЗЕМНОЙ ФИТОМАССЫ ДРЕВОСТОЕВ ГЛАВНЫХ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ПОРОД УКРАИНСКИХ КАРПАТ.

Приведены результаты моделирования количественных параметров компонентов надземной фитомассы еловых, пихтовых и буковых древостоев Карпатского региона Украины. В статье представлены нормативно-справочные таблицы для количественной оценки надземной фитомассы исследуемых древостоев в целом, а также нормативы, которые отображают ее отношение к запасу древостоя в коре. Разработанные системы моделей позволяют осуществлять оценку содержания живого органического вещества в древостоях главных лесобразующих пород Украинских Карпат и сформулировать научное экологическое обоснование комплексного использования лесных ресурсов в этом регионе.

Ключевые слова: ель европейская, пихта белая, бук лесной, фитомасса, древостой, стволовая часть, крона, диаметр, высота, Украинские Карпаты.

Lakyda P.I., Vasylyshyn R.D., Slyusarchuk V.V., Vasylyshyn O.M. MODELS AND REFERENCE TABLES FOR ASSESSING ABOVEGROUND LIVE BIOMASS OF TREE STANDS OF MAIN FOREST-FORMING TREE SPECIES OF UKRAINIAN CARPATHIANS

Results of modeling of quantitative parameters of components of aboveground live biomass of spruce, fir and beech stands in Carpathian region of Ukraine are presented in the article. This article presents reference tables for quantification of the aboveground biomass of forest stands in whole and reference materials that reflect relation of aboveground live biomass to the growing stock of forest stand over bark. Developed system of models enable evaluation of content of live organic matter in stands of the main tree species of Ukrainian Carpathians and formulation of scientific ecological basis for comprehensive utilization of forest resources in the region.

Key words: spruce, silver fir, beech, live biomass, stand, stem portion, crown, diameter, height, Ukrainian Carpathians.

Матушевич Л.М., Лакида П.И. ОСОБЕННОСТИ ТАКСАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ ЛЕСНОГО ФОНДА ВОСТОЧНОГО ПОЛЕСЬЯ УКРАИНЫ.

Проанализированы особенности таксационной структуры лесного фонда государственных предприятий лесного хозяйства Восточного Полесья Украины по основным лесообразующим породам (сосна обыкновенная, береза повислая, дуб обыкновенный). Дано распределение площади насаждений главных лесообразующих пород по происхождению, типам лесорастительных условий, коэффициентам состава насаждений, классам возраста, бонитету и полноте насаждений.

Ключевые слова: Восточное Полесье Украины, главные лесообразующие породы, сосна обыкновенная, береза повислая, дуб обыкновенный, площадь, распределение, таксационные показатели.

Matushevich L.M., Lakyda P.I. FEATURES OF FOREST STAND PARAMETERS OF EAST UKRAINE POLISSIA FOREST FUND

The features of the forest stand parameters structure of the forest fund of state forestry enterprises of the Eastern Polissia of Ukraine on the main forest-forming species (Scots pine, silver birch, common oak) were analysed. The distribution of the square stands the main tree species for their origins, types of forest conditions, the coefficient of space, age class, site class and completeness of plantings was given.

Eastern Polesye of Ukraine, the main tree species, Scots pine, silver birch, common oak, area, distribution, inventory indices.

Мельник П.Г., Пронина О.В., Станко Я.Н., Дюжина И.А. ВЛИЯНИЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ ЕЛИ.

Приводятся результаты продуктивности физико-механических свойств древесины экотипов ели в географических культурах, заложенных в 1967 г. Заслуженным лесоводом России кандидатом с.-х. наук А.М. Пальцевым в Сенежском лесничестве Солнечногорского опытного лесхоза Московской области установлено, что по продуктивности лидировали экотипы из Черновицкой области – 462 м³/га, Латвии – 458 м³/га, Ленинградской области – 417 м³/га, Литвы – 416 м³/га, а также из Гродненской, Закарпатской, Брестской, Львовской областей и Эстонии, имеющих процент от контроля (Московская область Солнечногорский лесхоз 347 м³/га – 100 %) от 111 % до 133 %. экотипы. Худшим запасом ствольной древесины характеризуется ель из Карелии, Коми, Новосибирской, Томской и Мурманской областей.

В Московской области наиболее перспективны для выращивания культуры ели с древесиной высокой плотности – семенные потомства популяций из Гродненской и Черновицкой областей, характеризующиеся хорошим качеством (прямолинейности ствола) и имеющие среди изучаемых экотипов максимальные показатели физико-механических свойств, расчётные показатели биомассы.

Полученные результаты свидетельствуют, что в целях повышения продуктивности лесов Клинско-Дмитровской гряды необходимо внести корректировки в «Лесосеменное районирование основных лесообразующих пород» по использованию семян в центральном (№10) лесосеменном районе из Гродненской и Брестской областей Белоруссии, а также Закарпатской, Ивано-Франковской, Черновицкой, Львовской и Волынской областей Украины.

Ключевые слова: географические культуры, ель, продуктивность, физико-механические свойства древесины, биомасса, качество ствола, Московская область.

Melnik P.G., Pronina O.V, Stanko Y.N., Duzhina I.A. THE IMPACT OF GEOGRAPHIC VARIATION ON PRODUCTIVITY AND PROPERTIES OF THE SPRUCE WOOD

The results of productivity and properties of the sprucewood ecotype in the provenance trial plantation established in 1967 are presented by the merited Russian forester, Master of Agriculture

A.P. Paltsevym in the Senezhskoe division of forestry of the Solnechnogorskiy experimental forestry enterprise, Moscow region. It was established that the ecotypes played a leading role in the productivity in Chernovitskoy region – 462 m³/ga, Latvia – 458 m³/ga, the Leningrad Region – 417 m³/ga, Lithuania – 416 m³/ga, as well as in the Grodno region, the Transcarpathian Region, the Brest region, the Lvov region and Estonia, having percent from the control (Moscow region, the Solnechnogorskiy forestry enterprise 347 m³/ga – 100%) from 111% to 133%. The worst growing stock of stem wood is a spruce from Karelia, Komi, the Novosibirsk Region, Tomsk Region, Murmansk region.

In Moscow region the most prospective species for cultivation is a spruce with the high density wood, seed's population from Grodno and Chernovitsa Regions that have the maximum efficiency of the properties of wood, estimate indicator of biomass, and characterized by good quality (directness stem).

The obtained results testify that it is necessary to make adjustments in the «The forest seed's regionalization of the main tree specie's» concerning seed usage in the (№ 10) forest seed's region from Grodno and Brest regions, Byelorussia, as well as Transcarpathian Region, Ivano-Frankovskaya region, Chernovitskoy, Lvov and Volynsk regions of Ukraine in order to increase the forest productivity of the Klinsko-Dmitrovskaya stratum.

Key words: geographical species, spruce, productivity, properties of wood, biomass, the stemp quality, Moscow region.

Погуляй К.С., Заварзин В.В. КАЧЕСТВЕННЫЕ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛЕСОВ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ ПО МАТЕРИАЛАМ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ЛЕСОВ.

В статье рассматривается методика закладки пробных площадей государственной инвентаризации лесов. Исследован лесной фонд Калужской области по данным государственного учета лесного фонда и современным данным государственной инвентаризации лесов. Проанализирована динамика состояния лесного фонда Калужской области за 50 лет. Показано, что качество ведения лесного хозяйства и лесопользования Калужской области находится на низком уровне.

Ключевые слова: пробная площадь, лесной фонд, Калужская область.

Pogulyai K.S., Zavarzin V.V. QUALITY AND QUANTITY OF THE KALUGA REGION FOREST ON MATERIALS STATE FOREST INVENTORY.

In this article the technique of laying out sample plots the state forest inventory. Forest resource in Kaluga region according to the state forest inventory and current data state forest inventory was studied. The dynamics of the state forest fund Kaluga region for the period of 50 years. It is shown that the quality of forest management and forest Kaluga region is low.

Key words: sampling area, forest fund, Kaluga Region.

Пушкин А.А., Ильючик М.А. РЕСУРСНАЯ ОЦЕНКА ПОВРЕЖДЕННЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ КОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ И ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ.

В работе рассматривается технология и программный комплекс ресурсной оценки поврежденных вследствие ветровалов и буреломов лесных насаждений на основе использования материалов космической съемки и ГИС-технологий. Разработка позволяет на основе использования материалов космической съемки, цифровых лесных карт и выдельной лесотаксационной базы данных формировать тематические карты поврежденных лесных насаждений и ряд отчетных документов по оценке поврежденной древесины.

Ключевые слова: космическая съемка, геоинформационные системы, ветровал, бурелом, ресурсная оценка.

Pushkin A.A., Pyuchik, M.A. RESOURCE ESTIMATION OF DAMAGED FOREST ON THE BASIS OF SATELLITE OBSERVATIONS DATA AND GIS TECHNOLOGIES.

The article describes technology and software system of windfall damaged forest plantings resource assessment, based on the satellite observations and GIS-technology. Based on satellite observations, digital forest maps and taxation forest subcompartment database, the technology allows to create thematic maps of damaged forest and a number of report documents on timber damage evaluation.

Key words: satellite observations, geographic information systems, windfall, resource assessment.

Рубцов М.В., Глазунов Ю.Б., Николаев Д.К. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЕЛИ ПОД ПОЛОГОМ КУЛЬТУР СОСНЫ НА СУГЛИНИСТЫХ ПОЧВАХ В ЦЕНТРЕ РУССКОЙ РАВНИНЫ.

По материалам стационарных исследований рассмотрены особенности естественного восстановления ели под пологом культур сосны (65–85 лет), созданных в типичных для ели условиях произрастания. Показана связь естественного возобновления ели с фазами возрастного развития сосняков. Дан анализ возрастной и вертикальной структуры еловой популяции, роста ели в связи с периодом ее возобновления в культурах сосны. Отмечаются особенности влияния освещенности в подпологовом пространстве на выживаемость ели.

Ключевые слова: Русская равнина, условия произрастания ели, культуры сосны, популяция ели, восстановление, возрастная и вертикальная структура.

Rubtsov M.V., Glazunov Yu.B., Nikolaev D.K. SPRUCE REGENERATION UNDER A CANOPY OF PINE CULTURES CREATED ON LOAMY SOILS IN THE CENTRE OF RUSSIAN PLAIN

Forest cultures of pine created in the conditions typical for spruce forest are rather usual on the Russian plain. These cultures are naturally complementing by spruce renewal. Process of spruce regeneration was investigated on the permanent experimental plots for cultures of 65-85 years old. Dependency of spruce regeneration from phases of development of pine canopy are shown. Age-related and spatial structures of spruce population were analyzed. Features of oblique-angled light penetration under the canopy affect on understore tolerance.

Key words: Russian plain, conditions of spruce growth, cultures of pine, spruce population, regeneration, age-related and spatial structures

Рыбакова Н.А., Рубцов М.В. СЕМЕНОШЕНИЕ ЕЛИ ПОД ПОЛОГОМ ЮЖНО-ТАЕЖНЫХ БЕРЕЗНЯКОВ.

Дан анализ семеношения ели под пологом южнотаежных 50–105 - летних березняков в центре Русской равнины. Показано влияние динамики парцеллярной структуры древостоев и густоты второго елового яруса на семеношение ели. Рассмотрена возрастная структура семеносящих деревьев ели. Отмечено слабое семеношение ели под пологом березняков в урожайный (для региона) год.

Ключевые слова: центр Русской равнины, южная тайга, 50–105-летние березняки, ель под пологом, семеношение, динамика.

Rybakova N.A., Rubtsov M.V. SEED PRODUCTION OF SPRUCE UNDER THE CANOPY OF BIRCH FOREST IN SOUTH TAIGA.

Seed production of spruces growing under a canopy of 50-105 years old birch forest in the center of Russian Plain was analyzed. Dynamics of parcel structure and density of second spruce layer affect the seed production of spruces. Age structure of fertile spruces was examined. Seed productivity is low under a canopy of birch forest even in year of high crop in the region.

Key words: center of Russian Plain, southern taiga, birch forests 50-105 years old, spruce under a canopy, seed production, dynamics

Сопушинский И.Н., Мельник П.Г. КАЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЕКОРАТИВНОЙ ДРЕВЕСИНЫ КЛЕНА-ЯВОРА (*ACER PSEUDOPLATANUS* L.) И ЯСЕНЯ ОБЫКНОВЕННОГО (*FRAXINUS EXCELSIOR* L.).

Приведены качественные характеристики клена-явора формы “птичий глаз”, клена-явора и ясеня формы “волнисто-свилеватый”, которые обусловлены механизмом аномальных изменений ствола древесных растений в определенных экологических нишах. Раскрыты некоторые методологические аспекты изучения аномальных образований ксилемы. Исследованы длина стволовой декоративной древесины клена-явора и ясеня в сравнении с контролем (прямо волокнистой древесиной). Рассмотрены закономерности формирования морфологических признаков клена-явора и ясеня с декоративной древесиной.

Ключевые слова: клен-явор формы «птичий глаз», ясень обыкновенный, волнисто-свилеватая древесина, древостой, декоративная древесина.

Sopushynskyy I.N., Melnik P.G. QUALITATIVE FEATURES OF DECORATIVE WOOD OF SYCAMORE (*ACER PSEUDOPLATANUS* L.) AND COMMON ASH (*FRAXINUS EXCELSIOR* L.)

In the paper qualitative features of sycamore “birdseye”, sycamore and ash with wave-grained wood has been revealed, which are caused by the mechanism of abnormal changes in the trees in certain ecological niches. Some methodological aspects of the study of abnormal xylem formation have been given. The variation of length of the stem decorative wood of sycamore and ash was studied and compared to the control (straight-grained wood). The characteristics of the formation of morphological features of sycamore and ash with a decorative timber was considered.

Key words: sycamore “birdseye”, Common ash, wave-grained wood, forest stand, decorative wood.

Васильева Г.В. СЕМЕННАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ГИБРИДОВ КЕДРА СИБИРСКОГО И КЕДРОВОГО СТЛАНИКА НА СЕВЕРНОМ МАКРОСКЛОНЕ ХРЕБТА ХАМАР-ДАБАН.

В работе приведен сравнительный анализ семенной продуктивности естественных гибридов кедров сибирского и кедрового стланика с их родительскими видами, произрастающими на северном макросклоне хребта Хамар-Дабан. Показано, что гибриды, имея низкую семенную продуктивность, потенциально способны оставить потомство и способствовать дальнейшей интродукции родительских видов.

Ключевые слова: гибридизация, кедр сибирский, кедровый стланик, семенная продуктивность.

Vasilyeva G.V. SEED EFFICIENCY OF HYBRIDS BETWEEN SIBERIAN STONE PINE AND SIBERIAN DWARF PINE FROM NORTHERN SLOPE OF KHAMAR-DABAN RIDGE

The article provides comparative analysis of seed efficiency of natural hybrids between Siberian stone pine and Siberian dwarf pine and their parental species from northern slope of Khamar-Daban Ridge. The hybrids have low seed efficiency but potentially they can produce seed progeny and facilitate the introgression of parental species.

Key words: hybridization, Siberian stone pine, Siberian dwarf pine, seed efficiency.

Гостев К.В., Гаврилова О.И., Гостев В.А. ПРИМЕНЕНИЕ ХОЛОДНОГО ПЛАЗМЕННОГО СПРЕЯ ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ.

Целью работы являлась обработка посевного материала сосны обыкновенной холодным водяным плазменным спреем и исследование ее результатов для существенного повышения процента всхожести семян хвойных пород, ускорения роста на начальном этапе развития.

Результатом работы является проведенный анализ результатов посева семян сосны обыкновенной, обработанных холодным водяным плазменным спреем в течение разного времени (от 5 до 10 мин) в производственных условиях на базе тепличного комплекса по выращиванию посадочного материала с закрытой корневой системой. Сделаны основные выводы и даны рекомендации по применению холодного плазменного спрея для предпосевной подготовки семян сосны обыкновенной.

Ключевые слова: холодный водяной плазменный спрей, всхожесть, однолетние сеянцы, сосна обыкновенная

Gostev K.V., Gavrilova O.I., Gostev V.A. THE USE OF COLD PLASMA SPRAY FOR PRE-PROCESSING OF PINE SEEDS

Study on the treatment of seeds with cold water plasma spray was conducted to Scots pine. As a result, the percentage of seed germination and vigor of growth has increased greatly. At first seedlings of pine grew very active. Pine seeds treated with cold water plasma spray for different time (5–10 min). Thereafter, the seeds were sown in the greenhouse. Containerized seedlings grown during the growing season. The seedlings were dug, the roots were washed and the plant was measured. The experimental results were analyzed. The recommendations are made on the application of cold plasma spray for seedbed preparation Scotch pine seeds.

Key words: cold plasma spray, germination, annual seedlings, pine

Грюнталь Е.Ю. ГЕНОТИПИЧЕСКАЯ ВАРИАНСА РАДИАЛЬНОГО ПРИРОСТА И ЕГО ИЗМЕНЧИВОСТИ В ЛИСТВЕННИЧНИКАХ СЕВЕРО-ВОСТОКА ЕВРАЗИИ.

Генотипическая варианса сглаженного прироста по диаметру в лиственничниках разной полноты и возраста равна 0,7–0,8 и практически не меняется во времени. Генотипическая обусловленность коэффициента вариации прироста несколько ниже.

Ключевые слова: лиственница, радиальный прирост, генотипическая варианса.

Gryuntal E.U. GENOTIPICHESKAYA VARIANSA OF THE RADIAL GAIN AND ITS VARIABILITY IN LISTVENNICHNIKAKH OF THE NORTHEAST OF EURASIA.

Genotypic variance smoothed growth in diameter in larch forests varying completeness and age is 0.7–0.8 and almost constant over time. Genotypic variation coefficient conditionality is growth lower.

Key words: larch, ring growth, genotypic variance.

Жук Е.А. РОСТ КЛОНОВ КЕДРА СИБИРСКОГО РАЗЛИЧНОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ НА ЮГЕ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ.

В работе приведены результаты исследования фенологии роста и морфоструктуры побега клонов из широтных, долготных и высотных экотипов кедр сибирского, выращенных в клоновом архиве на юге Томской области. Показаны закономерности дифференциации клонов по фенологическим признакам, высоте ствола, длине годичного побега и соотношению различных типов метамеров в его составе в зависимости от их географического и высотного происхождения.

Ключевые слова: кедр сибирский, внутривидовая изменчивость, экотип, адаптация

Zhuk E.A. GROWTH OF SIBERIAN STONE PINE CLONES HAVING DIFFERENT GEOGRAPHICAL ORIGIN IN THE SOUTH OF TOMSKAYA OBLAST'

The article presents the results of growth phenology and shoot structure investigation in clones from latitudinal, longitudinal and altitudinal Siberian stone pine ecotypes growing in clone archive in the south of Tomskaya oblast'. Some patterns are in clone differentiation with phenological traits, height growth, annual shoot length and different metamere types ratio related with geographical and altitudinal origin were shown.

Key words: Pinus sibirica Du Tour, intraspecific variation, ecotype, adaptation

Залывская О.С., Бабич Н.А. ЗИМОСТОЙКОСТЬ И МОРОЗОУСТОЙЧИВОСТЬ ИНТРОДУЦЕНТОВ.

Зимостойкость является одним из основных биологических признаков, определяющих возможность интродукции растений на Север. Для климата Архангельской области характерна частая смена воздушных масс. Вторжение арктического холодного воздуха в летние месяцы вызывает обычно заморозки в период вегетации, при этом от заморозков не гарантирован ни один летний месяц.

Под зимостойкостью понимают устойчивость растений к длительным отрицательным температурам, а под морозоустойчивостью – способность переносить резкие понижения температуры ниже -25°C .

Зимостойкость оценивалась по 7-балльной шкале Главного ботанического сада Академии наук.

Ключевые слова: зимостойкость, морозоустойчивость, интродуценты, адаптация.

Zalyvskaya O.S., Babich N.A. WINTER HARDINESS AND RESISTANCE TO FROST INTRODUCED SPECIES.

Winter hardiness is one of the main biological features determining the possibility of the introduction of the plants in the North. The climate of the Arkhangelsk region is characterized by frequent change of air masses. The invasion of arctic cold air in the summer months is usually freezing during the growing season, when the frost is not guaranteed, nor one summer month.

Under winter hardiness we understand the resistance of plants to long-term negative temperatures, but under the frost-resistance - the ability to transfer temperature drops below -25°C .

Frost-resistance is estimated by 7-mark scale of the Main botanical garden of the Academy of sciences.

Key words: winter hardiness, frost-resistance, introduced species, adaptation.

Иванов Ю.В., Пашковский П.П., Карташов А.В., Иванова А.И., Савочкин Ю.В. МОРФОГЕНЕЗ ОСЕВЫХ ОРГАНОВ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ И ЕЛИ ПРИ ДЕЙСТВИИ СВЕТА РАЗЛИЧНОГО СПЕКТРАЛЬНОГО СОСТАВА.

Изучены особенности роста и развития сеянцев сосны обыкновенной и ели европейской при освещении красным (660 нм) и синим (465 нм) узкополосным светом, излучаемым светодиодными матрицами. Исследованы параметры, характеризующие морфологию и анатомию осевых органов (главный корень, гипокотиль) сеянцев. Показано стимулирующие воздействие красного света на рост и развитие корневой системы, надземных органов сеянцев ели, а также рост гипокотыля сеянцев сосны. Установлено ингибирующее воздействие синего света на рост сеянцев обоих видов растений, за исключением гипокотыля сосны. Обсуждаются эколого-физиологические механизмы наблюдаемых различий в ответе исследуемых растений на воздействие разных видов света.

Ключевые слова: хвойные, узкополосный свет, светодиод, синий свет, красный свет, корневая система, гипокотиль.

Ivanov Yu.V., Pashkovskiy P.P., Kartashov A.V., Ivanova A.I., Savochkin Yu.V. MORPHOGENESIS OF AXIAL ORGANS OF SCOTS PINE AND NORWAY SPRUCE SEEDLINGS UNDER THE ACTION OF LED LIGHT OF DIFFERENT SPECTRAL COMPOSITION.

In the article the features of the growth and development of seedlings of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* under red (660 nm) and blue (465 nm) high power LED matrix were studied. The morphology and anatomy of the axial organs (the main root, hypocotyl) of seedlings were investigated. We demonstrate stimulating effect of red light on the growth and development of the root system, the aerial parts of seedlings of *Picea abies* and hypocotyl growth of *Pinus sylvestris*. Also we evidence blue light inhibitory effect on the growth of both species seedlings except hypocotyl of *Pinus sylvestris*.

We discuss the ecological and physiological mechanisms of the differences in the response of studied coniferous plants to the influence of different types of LED light.

Key words: conifers, narrow-band light, light-emitting diode (LED), blue light, red light, the root system, hypocotyl.

Иванов Ю.В., Савочкин Ю.В., Кузнецов Вл.В., Марченко С.И. ВЛИЯНИЕ ИОНОВ СВИНЦА НА ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН И РАЗВИТИЕ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ.

Изучено влияние ионов свинца (10 и 50 мкМ $Pb(CH_3COO)_2$) на посевные качества семян сосны обыкновенной, рост и развитие сеянцев (накопление биомассы, изменение линейных размеров органов и содержание воды). Показано, что хроническое действие ионов свинца не вызывает изменений посевных качеств семян, но приводит к увеличению гибели сеянцев (10 мкМ Pb^{2+} – на 14%, 50 мкМ – на 65%). Интенсивная аккумуляция свинца в корневой системе (до 93 мкмоль/г сухой биомассы при 50 мкМ Pb^{2+} (в 560 раз выше контроля)) и его проникновение в ассимилирующие органы (семядоли – до 0,174, хвоя – до 0,068 мкмоль/г сухой биомассы) вызывает ингибирование роста и развития сеянцев, особенно корневой системы. Совокупность представленных данных свидетельствует о высокой чувствительности сосны обыкновенной на ранних этапах онтогенеза к токсическому действию ионов свинца. В то же время значительное повышение содержания свинца в семядолях (в 3,3 раза по отношению к контролю) и хвое (в 5,7 раз) не сопровождается развитием хлороза, о чем свидетельствует стабильное содержание фотосинтетических пигментов (хлорофилл а и b, каротиноиды).

Ключевые слова: сосна обыкновенная, тяжелые металлы, свинец, посевные качества семян, сеянцы, ингибирование роста, фотосинтетические пигменты

Ivanov Yu.V., Savochkin Yu.V., Kuznetsov Vl.V., Marchenko S.I. SOWING QUALITIES OF SEEDS, GROWTH AND DEVELOPMENT OF SCOTS PINE SEEDLINGS UNDER LEAD IONS TOXIC ACTION.

Influence of lead ions (10 and 50 μM of $Pb(CH_3COO)_2$) on Scots pine seeds sowing qualities, growth and development of seedlings (biomass accumulation, organs linear sizes changes and water content) is studied. It is shown that lead ions chronic action don't cause changes of seeds sowing qualities, but lead to the increase in seedlings death (10 μM of Pb^{2+} – for 14%, 50 μM – for 65%). Intensive accumulation of lead ions in root system (to 93 $\mu mol/g$ of dry biomass at 50 μM of Pb^{2+} (in 560 times as much as control)) and its uptake into assimilative organs (cotyledons – to 0,174, needles – to 0,068 $\mu mol/g$ of dry biomass) causes inhibition of seedlings growth and development, especially root system. Presented data testifies to high sensitivity of Scots pine at early ontogenetic stage to lead ions action. At the same time substantial increase of lead content in cotyledons (in 3,3 times above control) and needles (in 5,7 times) isn't accompanied with chlorosis as evidenced by photosynthetic pigments (chlorophyll a and b, carotenoids) content.

Key words: Scots pine, heavy metals, lead, sowing qualities of seeds, seedlings, growth inhibition, photosynthetic pigments

Исаков И.Ю. ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДЕРЕВЬЕВ БЕРЕЗЫ ПУШИСТОЙ, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ КУЛЬТУРАХ.

Целью данного исследования было изучение изменчивости роста в высоту у первого поколения березы пушистой, полученного при разных способах опыления. Приводятся данные результатов изменчивости роста в высоту и сравнение между ростом потомства в 10 лет и 13 лет, полученного при самоопылении и при свободном опылении.

Isakov I.Yu. GENETIC ASSESSMENT OF TREES OF THE DOWNY BIRCH, GROWING IN TEST CULTURES.

The aim of this investigation was to study the variability of growth among first generation of Downy Birch, obtained by different pollination methods. As the first result of this research a

comparison is given of the growth performance of 10-year and 13-year old progenies from self pollination and from open pollination.

Ключевые слова: Система размножения, испытательные культуры, береза пушистая самофертильность, самостерильность.

Key words: Mating system, test cultures, downy birch, self-fertility, self-sterility.

Коровин В.В., Аксенов П.А., Оганесянц Л.А., Песчанская В.А., Захарова В.А., Андриевская Д.В., Захаров М.А. ИЗУЧЕНИЕ АНАТОМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ДРЕВЕСИНЫ ВИШНИ С ЦЕЛЬЮ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ СПИРТНЫХ НАПИТКОВ.

На основании проведенных исследований по изучению анатомического строения древесины вишни с целью использования в производстве спиртных напитков, включающих анализ пробных экстрактов методом ВЭЖХ. Установлено, что ядровая древесина вишни содержит комплекс химических компонентов, благоприятно влияющих на качество спиртных напитков. Установлена и высокая экстрактивная способность этой древесины. В результате у нас есть основания считать, что древесина вишни может быть пригодной для использования в виде щепы при выдержке плодовых дистиллятов.

Ключевые слова: анатомическое строение, древесина, виноделие, вишня, микроскопирование, плодовые дистилляты, щепы.

Korovin V.V., Axenov P.A., Oganesyants L.A., Peschanskaya V.A., Zakharova V.A., Andriyevskaya D.V., Zakharov M.A. THE STUDY OF THE ANATOMICAL STRUCTURE OF CHERRY WOOD FOR USE IN THE PRODUCTION OF ALCOHOLIC BEVERAGES.

On the basis of studies on the anatomy of cherry wood for use in the production of alcoholic beverages including the analysis of test extracts by HPLC. Found that the heartwood of cherry contains a complex of chemical components, a positive impact on the quality of alcoholic beverages. High extractive capacity of the timber Established. As a result, we have reasons to believe that cherry wood may be suitable for use in the form of wood chips by exposing the fruit distillates.

Key words: anatomy, wood, wine, cherry, microscopy, fruit distillates, chips.

Коровин В.В., Аксенов П.А., Оганесянц Л.А., Песчанская В.А., Захарова В.А., Андриевская Д.В., Захаров М.А. ИЗУЧЕНИЕ ПРИГОДНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ СЛИВЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПЛОДОВЫХ ВОДОК.

В статье на основании изучения макро- и микроструктуры древесины сливы, а также анализа пробных экстрактов авторами показано, что ядровая древесина сливы содержит комплекс химических компонентов, благоприятно влияющих на качество алкогольных напитков. Установлена и высокая экстрактивная способность этой древесины. В результате древесина рассмотренного вида сливы может быть пригодной для использования в виде щепы при выдержке плодовых дистиллятов.

Ключевые слова: анатомическое строение, древесина, виноделие, слива, микроскопирование, плодовые дистилляты, плодовые водки, щепы.

Korovin V.V., Axenov P.A., Oganesyants L.A., Peschanskaya V.A., Zakharova V.A., Andriyevskaya D.V., Zakharov M.A. THE STUDY OF THE SUITABILITY OF PLUM WOOD IN THE PRODUCTION OF FRUIT VODKA.

Abstract: in the article based on the study of macro-and microstructure of wood sinks, as well as the analysis of test extracts, the authors showed that heartwood plum contains a complex of chemical components which has a positive impact on the quality of alcoholic beverages. High extractive capacity of the timber was established. As a result, considered plums wood species may be suitable for use in the form of wood chips, by exposing the fruit distillates.

Key words: anatomy, wood, wine, plum, microscopy, fruit distillates, fruit vodka, chips.

Махрова Т.Г., Шапкин П.В. УЧАСТИЕ ГАБИТУАЛЬНЫХ ФОРМ ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ В ФОРМИРОВАНИИ ОБЪЕМНО-ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ УРОЧИЩА «ДУБКИ».

В урочище «Дубки» содержится большое количество уникальных форм ели европейской в возрасте более 100 лет. Разные формы ели, отличающиеся внешним видом, по-разному используются при организации пространственной структуры насаждения.

Ключевые слова: ель, формовое разнообразие, пространственная структура насаждения

Makhrova T.G., Shapkin P.V. PARTICIPATION OF HABITUAL FORMS OF SPRUCE IN FORMING THREE-SPACE STRUCTURE OF THE TRACT «DUBKI».

The tract «Dubki» contains a large number of unique forms of Norway spruce over the age of 100 years. Different forms of spruce characterized by the appearance are used in different ways in organizing the spatial structure of the stand.

Key words: spruce, shaped the diversity, spatial structure of stands

Салогуб Р.В. ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР ХВОЙНЫХ ПОРОД В УСЛОВИЯХ СТЕПНОЙ ЧАСТИ КРЫМА.

Установлено, что в степной части Крыма на протяжении последних 50-ти лет самые большие площади лесных культур сосны крымской и биоты восточной созданы в 80-х гг. XX в. (45 %). Посадку производили преимущественно (70 %) весной 1–2-летними сеянцами. Приживаемость и сохранность культур в настоящее время значительно ниже, чем была в 60-х и 70-х гг.

Ключевые слова: лесные культуры, сосна крымская, биота, степной Крым

Salogub R.V. SPECIFIC CHARACTER OF CONIFEROUS SPECIES HOMOGENEOUS STANDS PLANTING IN THE STEPPE PART OF CRIMEA.

It was discovered that during the last 50 years the biggest areas of coniferous species homogeneous stands in the steppe part of Crimea were planted in the 80ies of the 20th century (45 %) Planting was predominantly executed in spring (70 %) with 1–2-year-old seedlings. The survival ability and conservation of homogeneous stands at present are much lower than they used to be in 60ies and 70ies.

Key words: homogeneous stands, Crimean pine, biota, steppe Crimea

Бурлакова Л.М., Ельчищев Е.А., Завалишин С.И. ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ ОПОРНЫХ ПУНКТОВ МОНИТОРИНГА ЛЕСНЫХ ЗЕМЕЛЬ ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА.

Изучен почвенный покров на опорных пунктах мониторинга земель Ханты-Мансийского автономного округа. Преобладающими почвами являются болотные верховые торфяные, аллювиально-дерновые глееподзолистые и подзолистые. Почвы на опорных пунктах различаются по морфологическому строению, имеют неодинаковые физические и физико-химические свойства.

Ключевые слова: почвенный покров, мониторинг земель, опорный пункт, ключевой участок, свойства почв.

Burlakova L.M, Elchischev E.A., Zavalishin S.I. SOIL OF REFERENCE POINTS FOR MONITORING OF FOREST LANDS KHANTY-MANSI AUTONOMOUS OKRUG.

The soil cover on the strong points of land monitoring of the Khanty-Mansi Autonomous Okrug was studied. The predominant soils are boggy peat bogs, alluvial sod, gleepodzolic and podzolic. Soils on the strong points differ in morphological structure, are of different physical and physicochemical properties

Key words: soil cover, land monitoring, reference point, crux, soil properties.

Геньк Я.В., Чернявский Н.В., Ященко П.Т. МЕТОДИКА БАЛЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ПРИРОДНОСТИ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ И СТЕПЕНИ ИХ ТРАНСФОРМИРОВАННОСТИ.

Предложена методика определения балльной оценки природности лесных насаждений по показателям природности компонентов леса – древостоя, подроста, подлеска и травяного покрова. Разработан алгоритм определения степени трансформированности лесных экосистем на основании оценки природности компонентов лесных насаждений. Изложены результаты апробации предложенной методики на примере лесных насаждений, типичных для предгорной и горной части Карпатского региона Украины.

Ключевые слова: лесные насаждения, природность леса, трансформированность лесных экосистем, фитоценоз, древостой, подрост, подлесок, травяной покров.

Henyk Ya.V., Chernyavskyy M.V., Yashchenko P.T. METHODOLOGY OF POINT EVALUATION OF NATURALNESS OF FOREST STANDS AND GRADE OF THEIR TRANSFORMATION.

Methodology of defining of point evaluation of naturalness of forest plantations based on indicators of naturalness of forest components – stands, underbushes, undergrowth and herbage – is offered. Algorithm for definition of the grade of transformation of forest ecosystems on the basis of evaluation of naturalness of components of forest stands is developed. Results of offered methodology probation on the example of forest stands which are typical for the foothill and mountain parts of the Carpathian region of Ukraine are presented.

Key words: forest stands, naturalness of forest, transformation of forest ecosystems, phytocoenosis, stand, underbushes, undergrowth, herbage.

Завалишин С.И., Патрушев В.Ю. ИЗМЕНЕНИЯ МОРФОЛОГИИ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ ЛЕНТОЧНЫХ БОРОВ АЛТАЙСКОГО КРАЯ В РЕЗУЛЬТАТЕ ВЕТРОВАЛА.

Изучалось влияние ветровала на морфологию дерново-подзолистых почв ленточных боров Алтайского края. Исследования показали, что в результате вывала деревьев изменяются морфологические признаки почв. Отмечается полное отсутствие горизонтов A_0 и A_1 , частично нарушается и горизонт A_2 .

Ключевые слова: ленточные боры, ветровал, дерново-подзолистые почвы, морфология почв.

Zavalishin S.I., Patrushev V.Y. CHANGES IN MORPHOLOGY OF THE SOD-PODZOLIC SOILS BELT ELECTION IN ALTAI TERRITORY AS THE RESULT OF WINDFALL.

The effect on the morphology of the windfall sod-podzolic soils tape hog Altai Krai were studied. Studies have shown that as the result of the fallen trees morphological characteristics of soils vary. The complete absence of horizons A_0 and A_1 , partially broken horizon A_2 .

Key words : Band drills , windfall , sod– podzolic soils , soil morphology

Крамарец В.А., Мацяк И.П., Мальцева И.А. АЛЬГОФЛОРА ПОЧВ ЛЕСНЫХ ПИТОМНИКОВ БЕСКИД (УКРАИНСКИЕ КАРПАТЫ).

Приведены результаты исследования почвенных водорослей в разных типах лесных питомников. Общее количество клеток альгофлоры колеблется от 6,0 до 220,4 тыс./г. почвы. Количественно и за фитомассой в верхнем слое почвы обследованных питомников преобладали представители группы Chlorophyta вместе с Xanthophyta та Eustigmatophyta. В питомниках, которые расположены за пределами лесных массивов (на задернелых почвах, бывших пастбищах, сенокосах или сельхозугодиях), отсутствуют или представлены в незначительном количестве Cyanobacteria.

Ключевые слова: лесные питомники, почвенные водоросли, плодородие почв, биологические особенности почв.

Kramarets V.A., Matsiakh I.P., Malceva I.A. ALGAL FLORA OF THE SOIL IN THE FOREST NURSERIES IN BESKIDY (UKRAINIAN CARPATHIANS).

The results of the studies of the soil algae in the different types of forest nurseries have been presented. The total number of algal cells varied from 6,0 to 220,4 thousand/g of the soil. The groups of Chlorophyta with Xanthophyta and Eustigmatophyta dominated quantitatively and by their biomass in the upper layer of the soil (0–5 cm) in the inspected forest nurseries. In the nurseries, which locate outside of forests (on an overgrown soils with grass, former pastures, grasslands or agricultural lands), species of Cyanobacteria are absent or represented in a small amount.

Key words: forest nurseries, soil algae, soil fertility, *biological characteristics of soils*.

Харченко Н.А., Скрыпникова Е.Б., Турчанинова Е.В. ДИНАМИКА ВЕСА ПОЕДАЕМЫХ ПТИЦАМИ КОРМОВ НА КОРМУШКЕ ПО СЕЗОНАМ ГОДА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОГОДЫ В УСЛОВИЯХ ГОРОДА.

В статье описан эксперимент, позволяющий разработать стратегию подкормки птиц в периоды наибольшего дефицита природных кормов в условиях города. Объёмы поедаемого корма на кормушке указывают на существенную роль этого мероприятия в экстремальных погодных условиях. Потребление корма на кормушке имеет явную зависимость как от погодных условий, так и от уровней сезонной обеспеченности птиц естественными кормами.

Ключевые слова: вес поедаемых кормов, подкормка, птицы, кормушка, погодные условия.

Harchenko N.A., Skrypnikova E.B., Turchaninova E.V. DYNAMICS OF WEIGHT OF FORAGES EATEN BY BIRDS ON A FEEDING TROUGH ON SEASONS OF YEAR DEPENDING ON WEATHER IN THE CONDITIONS OF A CITY.

The article studies the experiment that allows to develop strategy of additional nutrition of birds during the periods of the greatest deficiency of natural forages in the conditions of a city. Eaten volumes of a forage on a feeding trough show us the essential role of this action in extreme weather conditions. Consumption forage has obvious dependence both on weather conditions and on levels of security seasonal.

Key words: weight of feed eaten, feeding, bird feeder, the weather conditions.

Хлуденцов Ж.Г., Завалишин С.И., Сильченко Ю.И. ОЦЕНКА ПОЧВ ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ СРЕДНЕТАЕЖНОЙ ПОДЗОНЫ ПО ЛЕСНЫМ РЕСУРСАМ.

В данной статье исследовались почвы и почвенный покров средней тайги, а также их качественная оценка по отношению к продуктивности древесины и средообразующим функциям леса. Использовались методы картографирования, бонитировки, информационно-логического анализа. В результате установлено, что наибольшую оценку получили глееподзолистые почвы, а наименьшую – болотные и алювиально болотные торфяные.

Ключевые слова: лесоводственная оценка, средняя тайга, почвенные факторы, запасы древесины, средообразующие функции леса.

Hludentsov Z.G., Zavalishin S.I., Silchenko J.I. ESTIMATION OF THE SOILS OF THE SOUTHWEST PART OF THE MIDDLE TAIGA SUBBAND ON WOOD RESOURCES.

In the given article soils and a soil cover of an average taiga, and also their quality standard in relation to efficiency of wood and forming the environment to wood functions were investigated. Methods used: mappings, estimation, the information and logical analysis. In the result it is established that the greatest estimation have received gleepodzol soils, and the least - marsh and aluvial marsh peat ones.

Key words: Silvicultural evaluation, middle taiga, soil factors, tree stocks Sina, environmental functions of the forest

Брынцев В.А., Романовский М.Г., Аксёнов П.А., Мельник П.Г. ИССЛЕДОВАТЕЛЬ ЛЕСОВ И ЗАГАДОК ПРИРОДЫ.

75-летний юбилей профессора Владимира Владимировича Коровина. Более полувека В.В. Коровин посвятил лесному делу. Это работа в проектно-исследовательском бюро Леспроекта, изучение хода роста кедровников в Томской области и на Алтае, в Союзгипролесхозе, участие в организации лесосеменных хозяйств на селекционной основе в Хакасии, Хабаровском крае, Горьковской области, в Шиповом лесу. В.В. Коровин работал старшим научным сотрудником, а затем заведующим лабораторией лесоведения и лесоводства во ВНИИ химизации лесного хозяйства. Руководил научными исследованиями в институтах Костромской и Новосибирской областей, Приморском крае. За научные разработки награждён орденом «Знак почета» и медалью «850 лет Москвы». Был командирован в г. Хошимин для работы в советско-вьетнамском научно-производственном центре. В настоящее время профессор Коровин работает в Московском государственном университете леса и проводит занятия по биологии, дендрологии, генетике и лесной селекции, руководит работой межинститутского постоянно действующего научного семинара «Производственный процесс и структура деревьев, древесины и древостоев». Научное достояние Владимира Владимировича Коровина охватывает более 120 печатных работ, в их числе две монографии, две коллективные монографии, 3 учебника (в соавторстве), 10 учебно-методических пособий, статьи в научных журналах и сборниках.

Ключевые слова: Владимир Владимирович Коровин, биология, лесоводство, генетика, селекция, Московский государственный университет леса.

Bryntsev V.A. Romanowsky M.G., Axenov P.A., Melnik P.G. THE EXPLORER OF FOREST AND NATURE'S RIDDLES (by 75 anniversary of professor Vladimir Vladimirovich Korovin).

The paper is dedicated to 75 anniversary of professor Vladimir Vladimirovich Korovin.

More than half a century of Korovin's life was devoted to silviculture, working in the engineering research center «Lesproekt», studying the cembretum growth course in Tomsk region and Altai, in the Soyuzgiproleskhoz, he took part in organization of the forest-seed establishment on the selection base in Khakassia, Khabarovsk Territory, Gorkovskiyregion, in the Shipov forest. Since 1975 V.V. Korovin is a senior scientist, later – a laboratory chief of forestry and silviculture in the All-Soviet Union Institute for scientific research of the forestry chemicalization. He led the scientific researches on the university's stations in the Kostroma and Novosibirsk Regions, Primorsk Territory. He was awarded an order of «Badge of Honor» and a medal «850 years of Moscow» for the scientific research results by the special assignment performing. In 1990 he was sent to Ho Chi Minh City for work in the Soviet–Vietnam scientific and production center. At the present time professor Korovin is working in the Moscow state university of forest and teaching biology, dendrology, genetics and forest selection classes, directing activities of the inter-institution permanent academic seminar «The production process and the structure of trees, timber and stands». The scientific achievement of Vladimir Vladimirovich Korovin includes more than 120 published works, among them – 2 monographs, 2 collective monographs, 3 text-books (in coauthorship), 10 study guides, articles in scientific journals and collections.

Key words: Vladimir Vladimirovich Korovin, biology, forestry, genetics, selection, the Moscow State University of Forest.

Мерзленко М.Д., Денгубенко А.В., Мельник П.Г. К 75-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ВЯЧЕСЛАВА ВАСИЛЬЕВИЧА СЕМАКОВА (1938–2009).

Вячеслав Васильевич Семаков был известным учёным-энтомологом, популяризатором Беловежской Пуши, альпинистом и путешественником. Являясь крупным учёным в облас-

ти биологических методов борьбы с грызунами и энтомо вредителями сельскохозяйственных культур, работал на Камчатке, Воронежской области, Ленинграде, Сибири, Памире и Беловежской Пуще. Вячеслав Васильевич неоднократно участвовал в лыжных походах в северные районы бывшего СССР по самым сложным маршрутам, побывал практически на всех значимых горных системах Советского Союза и во многих его уголках.

Его перу принадлежат более 100 научных статей, брошюр и книг, изданных как в бывшем СССР, так и в России, США, Германии, Индии, Франции, Польше. Количество научно-популярных публикаций подсчитать трудно. Это серии очерков в республиканских, областных и районных газетах и журналах, главы для книг «Память», «Энциклопедия» и др. Только за последние десять лет жизни он написал более десятка книг о Беловежской Пуще, за что В.В. Семакова по праву можно считать ведущим историком и популяризатором этого лесного массива.

Ключевые слова: Вячеслав Васильевич Семаков, история, Беловежская Пуща, Московский государственный университет леса.

Merzlenko M.D., Dengubenko A.V., Melnik P.G. BY 75 ANNIVERSARY OF VYACHESLAV VASILIEVICH SEMAKOV (1938–2009).

The paper is dedicated to 75 anniversary of Vyacheslav Vasilievich Semakov, the famous entomologist, the popularizer of the Bialowieza forest, the climber and traveler. He was a savant in the field of the biological methods of the rodent and pest control and worked in Kamchatka, Voronezh region, Leningrad, Siberia, Pamir and Bialowieza forest. Vyacheslav Vasilievich took part in the skiing trips in the north region of former USSR on the most complicated routes, visited almost all significant mountain system of USSR and many different places.

His works include more than 100 research articles, brochures and books published in the USSR as well as in Russian Federation, the USA, Germany, India, France, Poland. The quantity of all semi-popular publications can be hardly calculated. This is a series of features in republican, regional and district newspapers and magazines, chapters to the books «Memory», «Encyclopedia» and so on. Only for the last 10 years of his life he wrote more then 10 books for adults and children, popularizing the Bialowieza forest for which we can consider that he is a leading historian and a popularizer of this forest area.

Key words: Vyacheslav Vasilievich Semakov, the history, the Bialowieza forest, the Moscow State University of Forest.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ ЖУРНАЛА

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Обливин Александр Николаевич, профессор, доктор технических наук, академик РАЕН и МАНВШ, Заслуженный деятель науки и техники РФ, Президент МГУЛ, профессор кафедры процессов и аппаратов деревообрабатывающих производств Московского государственного университета леса
e-mail: prezident@mgul.ac.ru

ЗАМ. ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Никишов Владимир Дмитриевич, кандидат технических наук, академик РАЕН, профессор кафедры технологии и оборудования лесопромышленного производства Московского государственного университета леса
e-mail: nikishov.08@mgul.ac.ru

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА

Бемманн Альбрехт, профессор, доктор технических наук, Дрезденский дендрологический университет, директор Института профессуры для стран Восточной Европы, Германия; Albrecht Bemann, Dr. Dr. h.c., Professor
e-mail: albrecht.bemann(at)forst.tu-dresden.de

Залесов Сергей Вениаминович, профессор, доктор сельскохозяйственных наук, проректор по научной работе, заведующий кафедрой лесоводства Уральского государственного лесотехнического университета
e-mail: zalesov@usfeu.ru

Запруднов Вячеслав Ильич, профессор, доктор технических наук, проректор по научной работе, заведующий кафедрой геодезии и строительного дела Московского государственного университета леса
e-mail: zaprudnov@mgul.ac.ru

Исаев Александр Сергеевич, академик Российской академии наук, Председатель Научного совета по лесу РАН, член Совета «Совет РАН по космосу», Президент-сопредседатель Международного института леса, иностранный член Болгарской академии наук
e-mail: isaev@cepl.rssi.ru

Карелайнен Тимо, профессор университета Восточной Финляндии г. ЙОЭНСУУ, лесной НИИ «Метла», Финляндия; Karjalainen, Timo D.Sc. (Agr. & For.), Professor
e-mail: timo.karjalainen@metla.fi

Кожухов Николай Иванович, профессор, академик РАСХН, доктор экономических наук, заведующий кафедрой Мировой экономики Московского государственного университета леса
e-mail: kozhukov@mgul.ac.ru

Комаров Евгений Геннадиевич, профессор, доктор технических наук, проректор по экономической и финансовой деятельности, заведующий кафедрой информационно-измерительных систем Московского государственного университета леса
e-mail: komarov@mgul.ac.ru

Корольков Анатолий Владимирович, профессор, доктор физ.-мат. наук, декан факультета электроники и системотехники, профессор кафедры прикладной математики и математического моделирования Московского государственного университета леса
e-mail: korolkov@mgul.ac.ru

Кох Нильс Элерс, профессор, доктор агрономии в области лесной политики, Президент IUFRO, Генеральный директор Центра лесного и ландшафтного планирования университета г. Копенгаген, Дания
e-mail: nek@life.ku.dk

Кротт Макс, профессор, специализация Лесная политика, Георг-Аугуст-Университет, Геттинген
e-mail: mkrott@gwdg.de

Липаткин Владимир Александрович, профессор, кандидат биологических наук, декан факультета лесного хозяйства, заведующий кафедрой экологии и защиты леса Московского государственного университета леса
e-mail: lipatkin@mgul.ac.ru

Майорова Елена Ивановна, профессор, доктор юридических наук, кандидат сельскохозяйственных наук, декан гуманитарного факультета, заведующий кафедрой права Московского государственного университета леса
e-mail: mayorova@mgul.ac.ru

Мартынюк Александр Александрович, доктор сельскохозяйственных наук, кандидат биологических наук, директор ФБУ ВНИИЛМ, советник Российской академии естественных наук, Заслуженный лесовод РФ
e-mail: info@vniilm.ru

Моисеев Николай Александрович, профессор, доктор сельскохозяйственных наук, академик Россельхозакадемии, заслуженный деятель науки РФ, заслуженный лесовод РФ, иностранный член (академик) Шведской королевской академии сельского и лесного хозяйства, Финской академии наук и письменности, Итальянской лесной академии, почетный доктор Дрезденского технического университета Санкт-Петербургской ГЛТА, член Совета по развитию лесного комплекса при Правительстве РФ, член научно-экспертного совета при председателе Совета Федерации, член научно-технического Совета Рослесхоза, заведующий кафедрой экономики и управления Московского государственного университета леса

e-mail: moiseev@mgul.ac.ru

Редькин Анатолий Константинович, профессор, доктор технических наук, академик РАЕН, заведующий кафедрой технологии и оборудования лесопромышленного производства Московского государственного университета леса

e-mail: redkin@mgul.ac.ru

Рыкунин Станислав Николаевич, профессор, доктор технических наук, заведующий кафедрой технологии деревоперерабатывающих производств Московского государственного университета леса

e-mail: rikunin@mgul.ac.ru

Рубцов Михаил Владимирович, профессор, доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент РАСХН, заслуженный лесовод Российской Федерации, Председатель секции «Лесоводство» Научного совета по проблемам леса РАН, член президиума Российского общества лесоводов, руководитель лаборатории лесоводства и биологической продуктивности Института лесоведения РАН

e-mail: root@ilan.ras.ru

Семенов Юрий Павлович, профессор, доктор технических наук, профессор кафедры электротехники, теплотехники и энергоснабжения предприятий лесного комплекса Московского государственного университета леса

e-mail: semenov@mgul.ac.ru

Стрекалов Александр Федорович, Первый вице-президент РКК «Энергия», Генеральный директор ЗАО «ЗЭМ» РКК «Энергия», действительный член Российской Академии космонавтики им. Циолковского, кандидат технических наук

e-mail: mail@rscc.ru, post@rscc.ru, boris.harlov@rscc.ru

Теодоронский Владимир Сергеевич, профессор, доктор сельскохозяйственных наук, академик РАЕН, член Союза архитекторов России, член правления Московского объединения ландшафтных архитекторов (МОЛА), профессор кафедры ландшафтной архитектуры и садово-паркового строительства Московского государственного университета леса

e-mail: teodoronskiy@mgul.ac.ru

Тулузаков Дмитрий Владимирович, доцент, кандидат технических наук, проректор по учебной работе, заведующий кафедрой технической механики Московского государственного университета леса

e-mail: tuluzakov@mgul.ac.ru

Уголев Борис Наумович, профессор, доктор технических наук, заслуженный деятель науки РФ, академик ИАВС, почетный член РАЕН, профессор кафедры древесиноведения Московского государственного университета леса

e-mail: ugolev@mgul.ac.ru

Федоренчик Александр Семенович, кандидат технических наук, член-корреспондент Международной академии технического образования, академик Белорусской инженерной академии, член учебно-методического совета России по специальности «Лесоинженерное дело», член научно-технического совета Министерства лесного хозяйства, член двух учебно-методических объединений высших учебных заведений Республики Беларусь: по химико-технологическому образованию и образованию в области лесного хозяйства и природопользования, член президиума: Научно-методического совета при Министерстве образования; Республиканского товарищества дружбы «Беларусь - Финляндия»; председатель учебно-методического совета БГТУ профессор кафедры лесных машин и технологии лесозаготовок Белорусского государственного технологического университета

e-mail: root@bstu.unibel.by

Цветков Вячеслав Ефимович, профессор, доктор технических наук, академик РАЕН, заведующий кафедрой технологии древесных плит и пластиков Московского государственного университета леса

e-mail: tsvetkov@mgul.ac.ru

Чубинский Анатолий Николаевич, профессор, доктор технических наук, заведующий кафедрой технологии лесопиления и сушки древесины Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета им. С.М. Кирова

e-mail: tfsd@inbox.ru

Шимкович Дмитрий Григорьевич, профессор, доктор технических наук, заведующий кафедрой теории и конструирования машин Московского государственного университета леса

e-mail: shimkovich@mgul.ac.ru