

# Реферативная информация

*В январе 2008 г. в Москве состоялась конференция «Лесная генетика, селекции и биотехнологии в лесном хозяйстве». Цель конференции – выработка консолидированной обоснованной позиции по проблемам изучения, сохранения, повышения продуктивности, рационального использования и воспроизводства лесных ресурсов, направленной на эффективное решение научных и практических задач лесной отрасли Российской Федерации.*

*Работу конференции открыли руководитель Рослеса В. П. Роцупкин и председатель Пушчинского научного центра РАН академик А. И. Мирошников.*

*Данный номер журнала «Лесохозяйственная информация» в разделе «Реферативная информация» публикует материалы конференции.*

*С вступительным словом к участникам конференции обратился В. П. Роцупкин. Он отметил, что цель конференции состоит в подведении итогов генетико-селекционных работ в Российской Федерации и определении приоритетных направлений их развития для повышения продуктивности, качества и устойчивости создаваемых насаждений. В своем выступлении В. П. Роцупкин подчеркнул, что в лесном хозяйстве наступил период решений серьезных научных задач. В России создан Лесной совет и возглавляет его Председатель Правительства РФ. Перед лесным хозяйством поставлена цель – разработать стратегию развития лесного хозяйства России. Основные направления развития лесопромышленного комплекса:*

*сохранение биоразнообразия и генетического потенциала лесов;*

*повышение продуктивности и устойчивости лесов;  
воспроизводство сырьевой базы лесной промышленности.*

*В заключение В. П. Роцупкин подчеркнул, что, только объединив все усилия и ресурсы, российский лесной сектор экономики может выйти на мировой уровень.*

## Опыт использования достижений лесной генетики, селекции и семеноводства за рубежом

*А. И. Мирошников, Пушчинский научный центр РАН*

Развитие России как одной из ведущих держав мира невозможно без ускоренных темпов совершенствования биотехнологий, которые являются одним из научно-практических приоритетов XXI в. В 2004 г. биотехнологическая продукция на мировом рынке оценивалась в 162 млрд долл. США, из них на препараты для пищевой промышленности и сельского хозяйства приходилось 45 млрд, на семенной материал трансгенных растений – 30 млрд, фармацевтические препараты – 26 млрд, ферменты для производства моющих средств – 21 млрд, косметические средства – 40 млрд долл. США. Наблюдается тенденция наращивания объемов производства. По прогнозам, к 2010 г. объем этого рынка превысит 2 трлн долл. США.

В России насчитывается 6 направлений биотехнологии – медицинское, сельскохозяйственное, пищевое, промышленное, экологическое и лесное. Однако доля Российской Федерации на мировом биотехнологическом рынке крайне низка. Это обусловлено несколькими причинами: а) отсутствие тесной интеграции науки и производства; б) разобщенность академической, вузовской и отраслевой науки; в) дефицит молодых специалистов со специальным образованием по современным направлениям биотехнологии; г) морально устаревшее материально-техническое оснащение; д) недостаточное государственное финансирование научно-практических разработок. Особенно остро данные проблемы ощущаются в самом «молодом» направлении – лесной биотехнологии. Для решения проблем может быть полезен западный опыт «кластерного» подхода и отечественный опыт академических наукоградов, который имеет главное преимущество – интеграция за счет концентрации.

В качестве конкретного примера реализованного биотехнологического проекта РАН, можно привести запуск в производство отечественного рекомбинантного инсулина на базе ИБХ РАН. Проект от классических научно-исследовательских работ был доведен до стадии опытного производства. Не последнюю роль здесь сыграл именно «кластерный» подход.

Применение биотехнологий особенно важно для плантационного лесовыращивания. Точками соприкосновения являются 4 ключевые технологии – клональное микроразмножение, депонирование *in vitro* и криоконсервация, генетическая трансформация и молекулярное маркирование. Ожидаемые и реальные результаты – совершенствование селекционного процесса, улучшение качества посадочного материала, повышение продуктивности насаждений, надежное сохранение селекционных достижений.

В силу того, что продукция лесной отрасли находит применение практически в каждой производственной сфере, лесной сектор крайне привлекателен для внедрения биотехнологий. К числу сопутствующих результатов внедрения биотехнологий можно отнести производство биоэтанола из древесного сырья, биопластика, биоконверсию отходов деревообработки и целлюлозобумажных комбинатов (ЦБК), секвестирование углерода из атмосферы.

Плантационное лесовыращивание выгодно по экономическим и экологическим критериям оценки. Однако реализовать его можно только при условии формирования целевых государственных программ, планомерного их выполнения и активного участия частного капитала на этапах внедрения наукоемких разработок и опытного производства.

Применение методов генетики, селекции и интродукции открывает большие возможности для повышения продуктивности, качества и устойчивости лесов. Такого роста продуктивности и качества насаждений, который достигается при этих методах, невозможно добиться совершенствованием технологий выращивания посадочного материала, а также лесоводственными и агротехническими приемами создания насаждений. Об этом убедительно свидетельствует мировая практика.

Наиболее яркие примеры эффективного использования ценного генофонда демонстрируют скандинавские страны, в частности Швеция и Финляндия. Здесь последовательно реализуются селекционные программы создания искусственных сортов-популяций, которыми являются лесосеменные плантации второго порядка, создаваемые потомством элитных деревьев. Семена, собираемые на этих плантациях, гарантируют повышение продуктивности лесов не менее чем на 20%. При этом доля семян основных лесобразующих пород, заготавливаемых на лесосеменных плантациях и используемых при воспроизводстве лесов, составляет около 90%.

Следует отметить положительный многолетний опыт интродукции в Швеции ели европейской из Белоруссии. По результатам оценки показателей роста культур, созданных с использованием белорусских семян, сделан вывод о том, что они обеспечивают повышение продуктивности лесов больше, чем при использовании семян местных сортов.

Самым большим достижением лесоводства XX в. в Швеции считается использование при лесоразведении канадского интродукента – сосны скрученной, превосходящей по скорости роста сосну обыкновенную на 60%. За последние 30 лет насаждения сосны скрученной созданы в Швеции на площади более полумиллиона гектаров.

В скандинавских странах интенсивно ведется селекция березы на качество ствола, а полученные сорта уже несколько десятилетий в производственных масштабах размножаются с применением технологии *in vitro*.

## Состояние лесного селекционного семеноводства

В России успехи в применении генетико-селекционных методов при воспроизводстве лесов и создании плантационных культур следует признать более скромными. Доля улучшенных семян, используемых при воспроизводстве лесов, составляет несколько процентов от общего объема семян. Это объясняется не только недостаточным вниманием к этому направлению на федеральном уровне, но и рядом объективных причин. К их числу следует отнести, прежде всего, незаинтересованность лесхозов в использовании генетически улучшенного материала, отдачу от которого можно ожидать через десятилетия. Положение Лесного кодекса РФ (2006) о запрете использования нормальных семян при наличии генетически улучшенных, а также возможность долгосрочной аренды участков лесного фонда должны привести к изменению ситуации.

В России динамика роста объемов работ по созданию лесосеменных плантаций и заготовке с них семян объясняется результатами масштабного эксперимента по закладке и изучению географических культур. На основе этого было разработано лесосеменное районирование, выведен ряд сортов тополей и других видов лесных древесных растений. Однако имеющийся генофонд сортов и форм недостаточно используется при воспроизводстве лесов.

Необходимость увеличения темпов и масштабов работ, а также расширение их направлений с учетом достижений мировой и отечественной науки представляется очевидной.

В определенной степени этому способствует введенная Рослесхозом система целевого финансирования работ по созданию и содержанию объектов единого генетико-селекционного комплекса (ЕГСК) в стране. Однако основные усилия по использованию сортовых семян для воспроизводства лесов должны предпринимать субъекты Российской Федерации за счет субвенций федерального бюджета на эти цели.

## Законодательная база

Анализ законодательной базы позволяет сделать вывод о необходимости четкого разделения понятий «лес» и «плантационные культуры».

Только одно требование о сохранении биологического разнообразия лесов, по сути, является запретом на использование генетически однородного материала при их воспроизводстве. Это требование, как и требования Лесного кодекса РФ о сохранении многоцелевых, средообразующих функций лесов, вполне обоснованы. Однако они не предусматривают при создании лесов многоцелевого назначения применение генетически модифицированных форм, выведенных с использованием основных методов генетики – мутагенеза, полиплоидии, генетической инженерии.

Правила санитарной безопасности в лесах, утвержденные Правительством РФ в 2006 г., также запрещают разведение и использование в лесах растений, не свойственных естественным экологическим системам, а также созданных искусственным путем, без разработки мер по предотвращению их неконтролируемого размножения.

Одним из требований добровольной лесной сертификации является запрет на использование генетически измененных организмов.

## Основные требования к генетическому материалу

При воспроизводстве лесов и создании плантационных культур целевого назначения необходимо разработать требования к используемому генетическому материалу.

Генетический материал должен обеспечивать сохранение биологического разнообразия лесов и прогнозируемость долгосрочных результатов выращивания лесных культур, т.е. исключать гибель насаждений или их низкие продуктивность, устойчивость и качество.

При создании плантационных лесных культур целевого назначения (например с целью получения биомассы для ЦБК) требование к генетическому материалу одно – его генетические свойства

должны гарантировать получение товарной продукции заданного объема и качества к определенному сроку в конкретных условиях выращивания.

Для определения потребности страны в лесосырьевых плантациях необходим прогноз развития лесного сектора экономики страны на несколько десятилетий вперед, чтобы понять, потребность в каких видах лесной продукции и в каких регионах будет существовать к возрасту товарной спелости насаждения, например через 30–40 лет, если иметь в виду лесосырьевые плантации тополей. В настоящее время таких прогнозов нет. Более того, крупные лесопромышленные предприятия пока четко не обозначили свой интерес к проектированию, созданию и эксплуатации промышленных плантаций.

## Лесные плантации

В Лесном кодексе РФ (2006) не используются термины «лесосырьевые плантации», «плантационные лесные культуры» или «лесные культуры целевого назначения», а применяется термин «лесные плантации».

Согласно Лесному кодексу РФ (2006) «Создание лесных плантаций и их эксплуатация представляют собой предпринимательскую деятельность, связанную с выращиванием лесных насаждений определенных пород (целевых пород)» (пункт 1, ст. 42 ЛК РФ) и далее: «Гражданам, юридическим лицам для создания лесных плантаций и их эксплуатации лесные участки предоставляются в аренду в соответствии с настоящим Кодексом, а земельные участки – в соответствии с земельным законодательством» (пункт 4, ст. 42 ЛК РФ).

Таким образом, использовать средства федерального бюджета для создания лесных плантаций не предусматривается. Однако это не исключает возможности участия Рослесхоза в финансировании НИОКР по выведению форм лесных растений, генетические свойства которых позволяют применять их при создании таких плантаций.

В последнее годы Рослесхоз, в рамках проводимых конкурсов НИОКР, постепенно увеличивает число тем, посвященных решению вопросов генетики, селекции и семеноводства.

## Приоритеты развития генетики и селекции

В связи с тем что воспроизводство лесов должно осуществляться с соблюдением требований действующего законодательства в части сохранения биоразнообразия, а также многоцелевых и средообразующих функций лесов, генетико-селекционные работы должны быть направлены на получение сортов-популяций, размножаемых семенным путем. Популяцией в современном понимании является набор не менее чем 50-ти генотипов.

В области создания лесных плантаций работы должны вестись во всех направлениях – селекция на биомассу, на получение балансовой древесины, выход целлюлозы и др.

Получение сортов-популяций для воспроизводства лесов достигается двумя методами. Метод индивидуального отбора – создание лесосеменных плантаций второго порядка потомством элитных деревьев, отобранных по фенотипическим признакам и проверенных по генотипу. Метод группового отбора заключается в отборе и испытании имеющихся в природе популяций с выделением сортов-популяций.

Для лесных плантаций может применяться весь арсенал генетических методов: мутагенез, полиплоидия, генетическая инженерия, биотехнология. Наибольшую актуальность имеют те из указанных методов, которые обеспечивают получение наиболее эффективного результата в виде формы лесного растения с заданными свойствами.

## Основные задачи лесной генетики

Наиболее эффективный путь повышения продуктивности и качества лесов – использование при искусственном лесовыращивании сортов-популяций, размножаемых семенным путем. Их выведение должно основываться на знании внутривидовой дифференциации основных лесобразующих пород, т.е. границ подвидов, экотипов и популяций. К сожалению, внутривидовая дифференциация даже основных лесобразую-

щих пород России, обладающих огромными ареалами, не разработана. Эти знания необходимы. На их основе можно совершенствовать лесосеменное районирование, т.е. более точно определять предельные границы переброски семян от места их заготовки, что обеспечит повышение продуктивности и качества создаваемых лесов.

В дальнейшем необходимо последовательно реализовывать долгосрочные программы селекции основных лесобразующих пород, предусматривающие отбор фенотипически лучших форм и их генетическую оценку по потомству.

Задачи лесной генетики при организации лесных плантаций должны решаться за счет коммерческих структур, заинтересованных в их создании на арендованных лесных или земельных участках. Требования к таким участкам следует закрепить в нормативных документах. Для соблюдения «Правил санитарной безопасности в лесах» (в части предотвращения неконтролируемого размножения не свойственных естественным экологическим системам форм) участки лесных плантаций должны располагаться на значительном удалении от природных популяций тех же видов или ограничиваться буферными полосами для предотвращения разлета пыльцы. Во всех случаях созданию лесных плантаций должен предшествовать этап их проектирования с последующим согласованием рабочих проектов в надзорных органах.

К числу актуальных направлений лесной генетики следует отнести генетическую паспортизацию лесосеменных объектов. Она позволит осуществлять контроль за принадлежностью лесных семян конкретной лесосеменной плантации и исключить возможность использования при воспроизводстве лесов генетического материала неизвестного происхождения.

## Биотехнологии

За десятилетия генетико-селекционных работ в лесном хозяйстве накоплен большой потенциал новых форм, сортов, гибридов. Многие из них могут использоваться для создания лесных плантаций. Однако для этого необходим поса-

дочный материал лучших генотипов, размноженный вегетативно.

Эту задачу можно решить методами биотехнологии, особенно при массовом вегетативном размножении форм деревьев лиственных пород и кустарников.

Поскольку создание лесных плантаций является предпринимательской деятельностью, логично считать такой деятельностью и производство посадочного материала биотехнологическими центрами. Соответственно, затраты на строительство и техническое оснащение биотехнологических центров для производства генетически однородной продукции, используемой для создания лесных плантаций, должны нести ее потребители. Если же инвестиции потребителей в создание таких центров не предусматриваются, то рентабельность их деятельности должна быть обеспечена за счет высокой цены производимого и реализуемого на рынке посадочного материала.

С учетом того, что в России пока нет ни одного биотехнологического центра, обеспечивающего потребности лесопромышленного комплекса в посадочном материале для создания лесных плантаций, актуальной является разработка концепции и генеральной схемы их размещения в стране с учетом потребности наиболее крупных предприятий.

## Основные задачи селекции, семеноводства и интродукции

Основные задачи лесной селекции – отбор популяций и фенотипически лучших форм. Отобрать лучшие популяции можно только на основе результатов прямых экспериментов по испытанию их потомств. Методом испытания популяций является закладка и изучение популяционно-экологических культур. При этом испытывается семенное потомство популяций, потенциально способных показать результаты роста и развития, превосходящие аналогичные показатели местных популяций.

Необходимость подготовки и реализации общероссийской программы создания сети популя-

ционно-экологических культур назрела давно. Без этого невозможен прогресс развития лесной селекции в Российской Федерации. В нашей стране существует опыт закладки сети географических культур основных лесобразующих пород по единой программе и методике (1972 г.). До настоящего времени – это самый масштабный в мире эксперимент по изучению географической изменчивости лесных пород.

Методику и программу создания сети популяционно-экологических культур основных лесобразующих пород целесообразно разработать в рамках НИОКР Рослесхоза. Для реализации программы следует применить механизмы, аналогичные системе взаимодействия Рослесхоза с субъектами Федерации при реализации положений Киотского протокола в части создания углероддепонирующих насаждений. Кроме того, необходимо разработать и реализовать программу испытания по потомству в опытных культурах 40 тыс. плюсовых деревьев, отобранных в лесах России.

Критика плюсовой селекции, периодически появляющаяся в печати, состоит в том, что при создании лесосеменных плантаций используется потомство плюсовых деревьев, отобранных по фенотипу, что не гарантирует проявления их ценных признаков в потомстве. Это соответствует действительности. Но отбор плюсового дерева – это лишь первый этап селекции. Мы остановились на нем и, в отличие от скандинавских коллег, не продолжаем дальнейших исследований. По итогам реализации программы создания и изучения испытательных культур плюсовых деревьев можно будет выделить лучшие из них, т. е. элитные.

Потомство элитных деревьев можно использовать при создании лесосеменных плантаций второго порядка, по сути, являющихся искусственно созданными сортами-популяциями, продуцирующими сортовые семена.

В области интродукции необходимо разработать и утвердить на федеральном уровне рекомендации по использованию пород-интродуцентов. Однако целесообразность их применения должна быть достоверно подтверждена результатами многолетних экспериментов.

## Необходимость корректировки законодательной и нормативной базы

В Лесном кодексе РФ (2006) отсутствует ряд необходимых для развития лесного семеноводства положений.

Так, в ст. 65 Лесного кодекса (ЛК РФ) в качестве объектов семеноводства упоминаются только постоянные лесосеменные участки, продуцирующие семена нормальной селекционной категории. При этом двумя пунктами ниже говорится о том, что при воспроизводстве лесов эти семена можно использовать только при отсутствии улучшенных и сортовых, производимых на лесосеменных плантациях.

В ст. 81 ЛК РФ приведены полномочия органов государственной власти Российской Федерации по установлению правил лесовосстановления, лесоразведения, ухода за лесом, использования лесов, правил заготовки пищевых лесных ресурсов и форм соответствующей отчетности. Целесообразно ввести в данную статью положение об установлении правил ведения лесного селекционного семеноводства, а также формы отчетности о семеноводстве.

Наиболее существенная правка необходима в тексте ст. 83 ЛК РФ «Передача осуществления отдельных полномочий Российской Федерации в области лесных отношений органам государственной власти субъектов Российской Федерации». Положение данной статьи в части семеноводства допускает двоякое толкование. Многие субъекты Федерации трактуют эту статью в том смысле, что

ведение лесного семеноводства целиком относится к полномочиям Российской Федерации, и исключают функции по ведению семеноводства из положений о формируемых лесничествах. Это может привести к печальным последствиям – вплоть до разрушения всей инфраструктуры семеноводства в этих субъектах Российской Федерации.

В ст. 102 ЛК РФ необходимо ввести положение о том, что к числу особо защитных участков относятся все объекты единого генетико-селекционного комплекса.

С введением в 2006 г. Лесного кодекса РФ, а также в связи с предстоящим введением изменений к Федеральному закону «О семеноводстве», весь пакет нормативных документов по лесному семеноводству и семенному контролю потребует переработки.

Таким образом, в ближайшей перспективе необходимо осуществить:

- разработку и последовательную реализацию программы улучшения генетического фонда лесов России;
- разработку механизма использования результатов генетико-селекционных работ в лесном комплексе;
- сохранение биологического разнообразия лесов при их воспроизводстве;
- разработку стратегии развития работ по созданию лесных плантаций и соответствующей нормативной базы;
- создание биотехнологических центров с учетом потребности крупных предприятий лесной промышленности в сырье.

## Состояние и перспективы лесной селекции в России

*Р. Г. Шеверножук, Научно-исследовательский институт лесной генетики и селекции*

Завершается более чем 40-летний период с начала практического развертывания в России работ по лесной генетике, селекции и семеноводству. Их цель – повышение продуктивности,

устойчивости и качества создаваемых лесных культур, улучшение генофонда лесов, обеспечение его постоянного воспроизводства и сбережения.

В 1970–1990-х годах была разработана нормативно-методическая база по селекционной инвентаризации насаждений, отбору, испытанию и размножению плюсовых деревьев, выделению генетических резерватов. В этот же период провели отбор ценного генофонда, было заложено большое число опытных селекционных объектов. Анализ полученных результатов позволяет сделать следующие выводы.

В процессе работ по селекции была выявлена эффективность различных форм отбора по ряду признаков, характеризующих качество ствола и древесины, смолопродуктивность, различные виды устойчивости к стрессовым факторам. Высокая результативность получена при вегетативном размножении высокоурожайных форм сосны кедровой сибирской (кедра сибирского) со стабильным плодоношением. Впервые в качестве кандидатов в сорта-клоны выделены хозяйственно-ценные клоны сосны, ели, кедра сибирского, пригодные для создания корнесобственных и прививочных целевых плантаций. Скорость роста деревьев на таких плантациях дополнительно может быть повышена благодаря агротехнике. Разработка и реализация проектов создания таких плантаций несомненно является актуальной проблемой. Получены данные о возможности отбора лучших популяций древесных видов в пределах лесосеменных районов, что позволяет рассчитывать на эффективность группового отбора.

Менее значимые результаты на предварительном этапе оценки получены для таких сложных признаков полигенной природы, как быстрота роста и продуктивность. Отмечается невысокая (1–10%) доля плюсовых деревьев, дающих быстрорастущее потомство в испытательных культурах I класса возраста. Во многих опытах рост потомства плюсовых деревьев не отличается от роста на контроле. Доля деревьев с большей высотой у отдельных вариантов колеблется от 2,8 до 5–6%. Различия по этому признаку между потомствами отдельных популяций (в пределах одного лесосеменного района) достигают 7–9%. Большие различия по высоте наблюдаются в раннем возрасте. Лучшая результативность отбора на продуктивность отмечена в районах с более

благоприятными почвенно-климатическими условиями. Это свидетельствует о необходимости дифференцированного подхода к выбору целей и методов селекции.

В НИИЛГиС разработана технология микроклонального размножения лиственных пород, которая обеспечивает возможность размножения взрослых растений, сохраняет генетическую стабильность и однородность материала и показывает высокую экономическую эффективность. В институте разработан метод ранней диагностики потенциала роста и засухоустойчивости плюсовых деревьев сосны по семенному потомству с помощью функциональных экологических тестов, который позволяет в раннем возрасте выделять генотипы интенсивного типа обмена и повышенной гомеостатичности. При апробации в специально созданных испытательных культурах сосны вероятность совпадения ранних прогнозов роста с реальным ростом семей в культурах с 20-летнего возраста составляет 80%.

Для совершенствования методологии лесной селекции важными являются работы, которые проводятся в лаборатории генетики по выявлению и изучению у древесных пород (сосны, березы) различного типа сексуализации. Это открывает возможности для разработки более совершенных дифференцированных методов синтетической селекции.

Преобразования в лесной отрасли страны и связанная с этим реорганизация науки создали определенные трудности для развития лесной селекции, а именно:

нарушилась ранее существовавшая в отрасли координация НИР и международное сотрудничество;

краткосрочность заключаемых контрактов (1–3 года) и недостаточное финансирование отдельных проектов не позволяют изучать виды древесных растений с длительным онтогенезом, приобретать научное оборудование, осуществлять ротацию кадров, что усугубляется крайне низкой оплатой труда научных сотрудников в отрасли;

отобранный фонд плюсовых деревьев лесобразующих пород недостаточно (не более 10%) во-

влекается в испытания по потомству, ограничено количество создаваемых типологических культур.

Наблюдается отставание селекционной науки и практики от разработок зарубежных ученых как по уровню исследований, так и по практическому использованию результатов.

Создание сортов интенсивного типа, как основы для развития плантационного лесоводства, требует развития новых направлений в селекции древесных растений. Это связано с использованием и разработкой более сложных методов, в том числе селекции на гетерозис, дифференцированных методов сортовыведения с учетом различных систем семенного размножения у древесных пород и др.

Для совершенствования селекционного процесса в научной работе и практике необходимо шире использовать методы ранней диагностики, микрклонального размножения наиболее цен-

ных генотипов и применять современные технологии выращивания селекционного посадочного материала.

Основные задачи лесной селекции:

привлечение и использование научных кадров академической, вузовской и отраслевой науки для решения наиболее актуальных вопросов лесной генетики, селекции, связанных с разработкой методов генетической оценки, геномной идентификации и генетической паспортизации генофонда, методов размножения ценных генотипов на основе биотехнологии;

использование результатов предшествующих работ для реализации селекционных проектов при решении конкретных запросов производства;

развитие приоритетных направлений лесной селекции, обеспечивающих высокую конкурентоспособность лесного комплекса в условиях рынка.

## Приоритетные направления лесного селекционного семеноводства и плантационного лесовыращивания на Северо-Западе России

*А. В. Жигунов, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства*

### Лесное селекционное семеноводство

Игнорирование генетико-селекционных принципов при воспроизводстве лесов может привести к большим потерям:

до 4-х классов бонитета от нерегламентированной переброски семян в широтном и долготном направлениях;

до 30% нерегламентированного использования семян по эдафическим экотипам;

до 20% нерегламентированного использования семян по селекционным категориям деревьев (Котов, 1996).

У многих специалистов лесного хозяйства сложилось скептическое отношение к принятой в нашей стране схеме селекции лесных древесных пород, основанной на индивидуальном отборе – отбор плюсовых деревьев, закладка лесосеменных плантаций, испытание потомств плюсовых деревьев, закладка элитных лесосеменных плантаций и т.д. (Исаков, Машкова, 2001). Такое отношение имеет объективные причины, так как в этой схеме есть недостатки (Бондаренко, Жигунов, 2004). В качестве альтернативы принятой в России плюсовой схеме селекции древесных видов многие исследователи предлагают селекцию на основе использования природных популяций

как единицы отбора (Потылев, 1997). Однако, несмотря на множество недостатков, плюсовая селекция имеет ряд преимуществ перед популяционной селекцией.

Обобщение существующего опыта показало, что генетический эффект лесосеменных плантаций (ЛСП) первого порядка, определяемый по скорости роста испытательных культур, оценивается в среднем на уровне 8–9% с колебаниями от 5 до 25% (Ефимов, 1987; Мордась, Раевский, Акимова, 1998). Как показали результаты испытаний потомства, этот эффект может быть увеличен (Ефимов, 2000).

Это указывает на необходимость разработки методик, позволяющих применять оба направления селекции – плюсовую и популяционную.

В лесном хозяйстве можно выделить следующие основные направления при лесовосстановлении: целевое (например ускоренное выращивание древесины) и направленное на обеспечение природоохранных функций леса.

При ориентации на ускоренное выращивание древесины основное внимание должно уделяться индивидуальному отбору с последующим созданием плантационных культур с высоким уровнем агротехники. При этом риск снижения устойчивости насаждений и биоразнообразия находится под контролем человека (аналогично тому, как это происходит в сельском хозяйстве).

При ориентации на обеспечение средообразующих и природоохранных функций леса основное внимание уделяется массовому отбору – популяционной селекции. В этом случае главная задача – сохранение биологического (прежде всего генетического) разнообразия насаждений и обеспечение их устойчивости. Продуктивность таких насаждений не является определяющим фактором.

В практике селекционного семеноводства эти направления необходимо четко разделять, и разрабатывать схемы селекционной работы на их основе. Опыт финских селекционеров показывает, что перспективны оба подхода (Yriana-Ketola, Karvinen, 1997).

В лесном селекционном семеноводстве можно выделить следующие основные направления работ.

#### *I. Районирование.*

*II. Создание лесосеменных плантаций.* В этом направлении необходимо выполнить следующие виды работ:

оценить вегетативное потомство плюсовых деревьев на имеющихся ЛСП;

создать испытательные культуры (с использованием информации о росте и семеношении вегетативного потомства);

заложить новые и обновить существующие ЛСП.

Работы должны выполняться с учетом информации о росте испытательных культур, а также о росте и семеношении клонов на ЛСП.

При создании и эксплуатации объектов постоянной лесосеменной базы (ПЛСБ) необходимо использовать семена с улучшенными наследственными свойствами (полный сбор урожая, выделение средств на защиту урожая на ЛСП, создание предпосылок для максимальной заинтересованности в этой категории семенного материала и др.).

*III. Переход от постоянных лесосеменных участков (ПЛСУ) к временным лесосеменным участкам (ВЛСУ) и лесосекам.* Обеспечить лесное хозяйство семенами в полном объеме можно на основе возобновления работ по использованию для сбора семян ВЛСУ и насаждений, назначенных в рубку, в противовес практикуемому в Северо-Западном регионе созданию больших площадей ПЛСУ.

*IV. Сохранение и использование ценного генофонда естественных насаждений.* Данное направление предусматривает совершенствование работ по выделению плюсовых насаждений, семенных заказников и генетических резерватов. Особое внимание необходимо уделить мероприятиям по заготовке семян с объектов единого генетико-селекционного комплекса (ЕГСК).

Вопросы селекционного семеноводства невозможно решить без учета проблем лесного семеноводства.

Одной из причин дефицита семян, даже нормальной селекционной ценности, является их низкая стоимость. В России цена 1 кг семян хвойных пород, заготовленных на лесосеменных

плантациях, составляет около 100 долл. США, в США и Швеции – от 2 до 3 тыс. долл. США. Ни по одному из товаров в лесном секторе не наблюдаются столь разительные отличия в цене (Гладзки, Проказин, Рутковский, 2004).

Периодичность плодоношения хвойных пород зависит от очень большого числа факторов, и вряд ли в ближайшее время будут разработаны эффективные мероприятия по решению этой проблемы. Однако способы защиты урожая от вредителей разработаны достаточно хорошо и должны применяться шире, особенно в годы необильного урожая.

Необходимо проводить работы, направленные на обеспечение максимального сбора шишек и выхода семян. Это невозможно сделать без разработки методик кронирования деревьев на лесосеменных плантациях, механизации сбора шишек, совершенствования технологий сушки семян, обеспечивающих их длительное хранение без потери посевных качеств, а также возобновления работ по получению семян хвойных пород искусственным путем (технология получения семян на основе соматического эмбриогенеза из тканей эксплантатов в условиях *in vitro*). Последнее направление считается наиболее перспективным.

Для выращивания сеянцев из селекционно-улучшенных и сортовых семян должны применяться теплицы летнего типа или укрывной материал, при выращивании сеянцев в посевном отделении питомника открытого грунта.

Необходимо создавать новые и изучать существующие географические культуры ели, сосны, лиственницы, кедра (сосны кедровой сибирской) и закладывать географические культуры только перспективных интродуцентов. Ограничения по дальности переброски семян, используемых для выращивания посадочного материала в закрытом грунте, могут быть иными, чем это предусмотрено действующим лесосеменным районированием.

Построение продуманной, научно обоснованной системы мероприятий в лесном селекционном семеноводстве позволит добиться поставленных перед лесной селекцией задач с наимень-

шими затратами времени и средств. Разработка приоритетных направлений работы является основой такой системы мероприятий.

## Плантационное лесовыращивание

В России развитие идеи плантационного лесовыращивания сдерживается широко распространенным представлением о неисчерпаемости лесов, в составе которых на долю хвойных насаждений приходится 80% покрытых лесной растительностью земель. Однако запасы древесины, доступные для эксплуатации по экологическим и экономическим обстоятельствам, невелики (Шутов, Маслаков, Маркова, 1997).

Развитие лесного комплекса в современных условиях должно сопровождаться организацией промышленного производства деловой древесины на лесных плантациях повышенной продуктивности с укороченными оборотами рубки.

Ускоренное лесовыращивание целесообразно организовывать на Северо-Западе и в центральной части России, где сосредоточены основные деревообрабатывающие мощности, а условия произрастания характеризуются высокой продуктивностью (табл. 1).

Широко используемые на практике примитивные технологии закладки и выращивания лесных культур, как правило, не дают преимуществ в росте по сравнению с молодняками естественного происхождения и не предотвращают процесс смены хвойных пород лиственными (Тюрин, 1996). В отличие от таких посадок, плантационные культуры ели и сосны растут по II–Ib классам бонитета (Маркова и др., 2004; Ковалев, 2004). При определенных технологиях закладки и выращивания лесосырьевых плантаций ели и сосны оборот рубки древостоев может быть значительно сокращен. На плантациях в 50-летних насаждениях можно получить не менее 300 м<sup>3</sup>/га балансов, а в 70-летних – не менее 400 м<sup>3</sup>/га пиловочных бревен.

Главное качество плантационных культур (их форсированный рост) было достигнуто благодаря сочетанию определенных факторов и ус-

Таблица 1. Покрытые лесной растительностью земли и производительность лесов в лесных регионах России

Регион	Площадь лесопокрытых земель		Запас древесины на корню, млрд м <sup>3</sup> /га	Средний класс бонитета	Средний запас древесины в спелых и перестойных древостоях, м <sup>3</sup> /га
	Всего, млн га	Доля спелых и перестойных древостоев, %			
Северный	69,4	54	7,0	IV,7	128
Западно-Сибирский	78,8	51	9,5	IV,3	140
Восточно-Сибирский	216,4	48	26,1	III,9	152
Дальневосточный	273,7	40	20,4	IV,9	108
Северо-Западный	6,3	24	1,0	II,8	242
Центральный	12,9	15	2,1	I,9	242
Волго-Вятский	10,5	20	1,4	II,8	226
Уральский	29,5	31	4,1	III,0	191

ловий. К числу наиболее значимых из них относятся следующие:

1. Закладка плантационных культур на площадях с достаточно плодородными почвами в условиях, отвечающих биологическим требованиям выращиваемых пород.

2. Дифференцированная по регионам и лесорастительным условиям агротехника механической обработки почвы.

3. Использование селекционно-улучшенного посадочного материала.

4. Превентивная защита культур от конкурирующей растительности, вредителей и болезней.

5. Поддержание оптимальной густоты на протяжении всего цикла выращивания древостоя с обеспечением формирования основной массы древесины за счет деревьев с повышенной энергией роста. Важнейшим элементом стратегии ускоренного лесовыращивания является интенсивный отбор и устранение худших деревьев популяции, чтобы древесный запас накапливался лучшими деревьями – лидерами, с повышенной энергией роста. Регулирование густоты хвойных молодняков способом инъекции гербицидов в стволы, предложенный НИИЛГиС, во многом позволяет снять эту проблему.

За 20-летний период в 13-ти субъектах Российской Федерации было заложено 36 тыс. га плантационных культур хвойных пород (Гиряев, 2003). Лучшие из них произрастают в опытном лесхозе «Сиверский лес», Псковском Тосненском, Гатчинском, Волосовском, Ломоносовском, Волоsovском, Кадниковском, Великолукском, Остро-

вском, Ковернинском, Пряжинском, Пудожском, Кингисеппском, Порховском и Стругокрасненском лесхозах.

Сопоставление результатов выращивания плантационных культур с нормативными затратами на их производство позволяет сделать вывод, что несмотря на 1,5–2-кратное увеличение стоимости закладки культур, экономическая эффективность очевидна. Она возрастает из-за положительного взаимодействия комплекса применяемых лесохозяйственных мероприятий. (Маркова, Жигунов, 2003).

Производительность лесных плантаций при оптимальной технологии выращивания культур на стационарных опытных объектах НИИЛГиС в Псковской и Ленинградской областях (табл. 2) позволяет надеяться, что поставленные цели по получению соответствующих объемов балансов и пиловочника будут достигнуты.

Приоритетными в области плантационного лесовыращивания могут быть следующие направления:

I. Лесоводственно-биологические исследования:

увеличение ассортимента используемых древесных пород и расширение перечня целей и задач, которые могли бы решаться при закладке и выращивании лесосырьевых плантаций;

создание научного фундамента знаний и технологических нормативов для производства древесного сырья на плантациях, закладываемых на заброшенных сельскохозяйственных землях;

Таблица 2. Производительность лесных плантаций при оптимальном режиме выращивания

Возраст культур, лет	Тип условий местопроизрастания	Густота, шт./га	Диаметр на высоте 1,3 м, см	Высота, м	Запас, м <sup>3</sup> /га
<b>Ленинградская область</b>					
<i>Культуры ели</i>					
28	Травяно-таволжный осушенный	2810	13,4	12,2	289
30	Кислично-черничный	2205	14,7	12,4	263
<i>Культуры сосны</i>					
30	Кислично-черничный	1778	16,7	13,8	302
25	Травяно-таволжный осушенный	2733	14,1	11,3	285
<b>Псковская область</b>					
<i>Культуры ели</i>					
26	Чернично-кисличный	1804	16,0	14,5	256
25	Кисличный	1762	15,7	15,2	265
<i>Культуры сосны</i>					
26	Сельхозугодья	1490	16,5	14,2	237
37		1409	20,3	17,5	392

конкретизация целей и задач лесной генетики, селекции и биотехнологии для производства древесного сырья на плантациях;

продолжение и организация новых комплексных исследований опытных культур, выращиваемых в плантационном режиме. Цель исследований – всесторонняя оценка различных вариантов плантационных культур, приближающихся к возрасту хозяйственной спелости. К числу сопоставляемых характеристик культур следует отнести продуктивность, устойчивость к вредителям, болезням и другим негативным факторам, а так-

же особенности роста деревьев, качество ствола и древесины. Исследования должны учитывать различия типов условий местопроизрастания и технологических решений, реализованных при закладке и выращивании культур.

совершенствование технологий применения биологически активных веществ для ухода за плантациями и для их защиты.

II. Разработка новых технических средств для закладки плантаций и их усовершенствование.

III. Экономическая и юридическая организация плантационных лесных предприятий.

## Эффективная государственная политика в области сохранения и восстановления лесных ресурсов как стимул развития отечественной ЦБП

*И. В. Битков, ЗАО «Северо-Западная лесопромышленная компания»*

Запасы древесины в России долгое время считались неисчерпаемыми: около 82 млрд м<sup>3</sup>, что составляет свыше 1/4 мировых запасов. Однако в настоящее время проблемы сырьевой бе-

зопасности и, в итоге, выживания и стратегического развития отечественной целлюлозно-бумажной промышленности (ЦБП) приобретают все большую остроту. Интенсивные лесозаготов-

ки прошлых лет в сочетании с отсутствием вложений в создание лесной инфраструктуры и лесовосстановление могут привести к полной потере конкурентоспособности отечественной ЦБП. Необходимо выработать взвешенную лесную политику, направленную на поддержку отечественной промышленности и стимулирующую ее поступательное развитие.

## Лесные плантации и тенденции развития мировой ЦБП

Мировая целлюлозно-бумажная промышленность сделала ставку на Южную Америку, Индонезию, Южный Китай: именно там строятся гигантские целлюлозно-бумажные комбинаты (ЦБК), производящие миллионы тонн продукции в год. А из Европы и Северной Америки идет процесс выведения мощностей. Только за 2004–2007 гг. в Европе и Северной Америке транснациональные корпорации сократили производство бумаги на 6 млн т в год. В Китае за это же время мощности по ее производству возросли на 30 млн т в год.

Основа прогрессивного использования лесов – создание лесных плантаций. Миллионы семян и саженцев высокопродуктивных древесных пород выращиваются поточным методом. Конкуренты российской ЦБП имеют массу преимуществ, способствующих максимальному удешевлению сырья: благоприятный климат, близкое расположение сырья к производствам, низкая стоимость доставки, малые вложения в лесную инфраструктуру, дешевая рабочая сила и относительно недорогие энергоносители. Затраты на строительство новых производств очень быстро окупаются. В Китае площадь, занятая лесами, составляет 175 млн га (18,21% общей площади страны), из них 53 млн га – лесные плантации. По площади лесных плантаций Китай является рекордсменом в мире. Наблюдается гигантский рывок в развитии ЦБП этой страны. Только в 2007 г. здесь введено в действие или модернизировано 17 ЦБК.

Сегодня, по данным ФАО, плантации обеспечивают 35% мирового потребления древесины, а в ближайшие годы будут обеспечивать до 45%. Почему же транснациональные корпорации не закрывают все намного менее рентабельные предприятия на севере и не перенесут все производственные мощности на юг? Дело в том, что на юге распространены лиственные породы: они быстро растут, но не дают армирующее волокно, как хвойные породы. В связи с этим продолжается развитие ЦБК в Финляндии, Швеции, США и других странах, имеющих в силу естественных географических условий обширные площади хвойных лесов.

В этих странах сделана ставка на плантационное выращивание хвойных пород (ель, сосна, пихта и лиственница). Разработанные методы эффективной обработки почв, искусственного стимулирования микробиологических и биоэнергетических процессов, семеноводства, ускоренного выращивания саженцев позволяют добиться значительного эффекта. Так, в Финляндии, где практически все леса находятся в частной собственности, ежегодно заготавливается около 100 млн м<sup>3</sup> древесины, что сопоставимо с объемом лесозаготовок в России. И это при существенно меньшей лесопокрытой площади.

В США вложения в создание лесных плантаций за 40 лет обеспечивают доходы на уровне 14% в год. Это выше, чем все остальные виды инвестиционных вложений, за исключением более рискованных краткосрочных вложений. А срок лесовосстановления на плантациях в северных странах приближается к 25–30 годам.

## Россия: страна хвойных лесов без доступа к ним

Российская ЦБП опирается на естественное разнообразие древесных пород и производит не только лиственную, но и хвойную целлюлозу, а значит, страна способна предложить на мировом рынке более разнообразную продукцию. Однако

наблюдается обратное. По данным Росстата, производство целлюлозно-бумажной продукции в стране неуклонно сокращается. По сравнению с уровнем 1990 г. показатели производства снизились на 20%. Только с января по июнь 2007 г. производство целлюлозы в стране снизилось на 2,4%, бумаги (всех видов) – на 0,3% по сравнению с производством 2006 г.

Это объясняется экономическим кризисом начала 1990-х годов и отсутствием инвестиций для замены изношенной техники и внедрения новых технологий. В аналитической записке коллегии Счетной палаты Российской Федерации «Эффективность государственного управления лесными ресурсами Российской Федерации в 2004–2006 гг.» отмечено: «В силу низкой степени развития производств по глубокой переработке древесины деятельность лесопромышленного комплекса не отвечает экономическим интересам государства как собственника лесного фонда... Доля убыточных предприятий в лесозаготовительной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной подотраслях составляет соответственно 56, 45 и 32 % общего их количества». Основную причину такого положения производители целлюлозно-бумажной продукции в полной мере ощутили зимой 2008 г. Это – нехватка в доступной от производств близости хвойных лесов. Летом 2007 г. пересохли реки, по которым традиционно осуществлялся лесосплав, а из-за затяжных дождей осенью и в первой половине зимы не удалось вывезти заготовленную древесину лесовозами.

В большинстве многолесных регионов расчетная лесосека рубок главного пользования по хвойному хозяйству в транспортно доступных лесах и высокоствольных древостоях используется практически на 100%. Дополнительных резервов хвойных лесосырьевых ресурсов, которые могут быть вовлечены в лесозаготовку в многолесных регионах России, прежде всего в европейской части, практически нет.

Причина создавшейся ситуации – интенсивные рубки хвойных древостоев при постоянном снижении объемов лесовосстановления в последние 50 лет.

Лес – сложная экологическая система, подверженная следующим процессам:

1. На вырубках, где не занимаются лесовосстановлением, происходит постепенная замена хвойных более быстрорастущими лиственными породами (хозяйственно менее ценными) – осинной, березой, ольхой.

2. Значительные площади лесных угодий сильно переувлажнены, рубка леса в этих условиях приводит к заболачиванию. Без специальных мер по мелиорации здесь качественного леса не вырастить.

3. Без должного контроля за деятельностью лесопользователей на освоенных участках леса остаются порубочные остатки, это становилось причиной пожаров. По данным Рослесхоза, ежегодно в лесах России накапливается 34 млн т лесосечных отходов.

Мировой опыт показывает, что Россия идет по канадскому пути лесопользования, доказавшему свою экстенсивность. В Канаде длительное время использовали лесные массивы на юге страны, где создана развитая транспортная инфраструктура, построены крупные целлюлозно-бумажные комбинаты – потребители балансов. Но уже к середине 1990-х годов канадским предприятиям ЦБП пришлось осуществлять гигантские вложения в создание транспортной инфраструктуры намного севернее традиционной зоны заготовки древесины. На освоенных лесных землях стали пытаться создавать лесные плантации. По данным РАО «Бумпром», с 1998 по 2005 г. в Канаде было закрыто 8 целлюлозно-бумажных комбинатов. Основная причина – не столько устаревшее оборудование, сколько недостаток сырья.

Иновацией Лесного кодекса РФ (2006) стало развитие системы инвентаризации лесов. Это позволит получить достоверную информацию о состоянии лесных ресурсов. Государству прежде всего необходимо знать объем работ по лесовосстановлению, возрождать лесные питомники. В 1970-х годах 16 лесных питомников в Ленинградской обл. выращивали 100 млн шт. посадочного материала в год, а в 2005–2006 гг. – лишь 30 млн единиц. Заготовка сортовых семян от высокопро-

изводительных маточных культур хвойных пород сократилась с 20 до 3 т в год.

Освоение удаленных лесных массивов, достаточно затратно. Проблемы общеизвестны: отсутствие инфраструктуры, технологическая и экономическая разобщенность предприятий лесной отрасли, крайняя изношенность основных производственных фондов, недостаточные инвестиции. Предварительные расчеты показывают, что для повышения транспортной доступности лесных ресурсов необходимо строительство около 6 тыс. км лесных дорог.

### Положение в российской ЦБП на примере ЗАО «Северо-Западная лесопромышленная компания»

ЗАО «Северо-Западная лесопромышленная компания» (СЗЛК) в полной мере столкнулось со всеми перечисленными выше проблемами. СЗЛК было вынуждено отказаться от собственного производства балансов прежде всего из-за удаленности лесосек от мест погрузки (железнодороги) и отсутствия лесных дорог. Раньше не было возможности аренды лесов на длительный срок. Предприятие столкнулось с необходимостью выбора одного из двух вариантов:

модернизировать устаревшее оборудование, развивать глубокую переработку и выпускать конкурентоспособную продукцию европейского качества (вариант А);

вкладывать средства в развитие лесной инфраструктуры (вариант Б).

В условиях неопределенности, когда неизвестно, можно ли получить лесной участок в аренду для заготовки древесины хотя бы на 10 лет, невозможно вкладывать гигантские средства в длительный по времени высокорискованный и экономически неэффективный проект. На реализацию низкорентабельного и практически не окупающегося проекта невозможно получить кредит или инвестиции. Существовавшие условия использования лесов не давали бизнесу возможности проведения долгосрочной плановой политики, начиная от выращивания леса и лесо-

восстановления и заканчивая глубокой переработкой древесины.

В состав СЗПК входит Неманский ЦБК – крупнейшее предприятие, уникальность географического положения которого нельзя не отметить. Это самый современный в России ЦБК, где существует единственное в стране полностью бесхлорное производство целлюлозы. Его продукция востребована даже на экологически чувствительных рынках Западной Европы и Северной Америки. Однако пока не решена проблема получения балансов. В настоящее время предприятие вынуждено приобретать существенную часть балансовой древесины за рубежом – в Литве и Республике Беларусь.

Необходимо отметить, что с принятием лесного кодекса 2006 г. вложения в участки лесного фонда для использования их в целях заготовки древесины значительно выросли. Это вызвано следующими обстоятельствами:

1. По действующему Лесному кодексу РФ для юридических лиц приобретение права на заготовку древесины на условиях аренды и купли-продажи возможно на общих основаниях – по результатам аукционов. Финансовые средства у СЗПК ограничены: развивая глубокую переработку на производствах, руководство вынуждено брать кредиты и долгое время возвращать эти суммы финансовым структурам, с учетом процентов. То есть производитель, вкладывающий большие средства в модернизацию, не может составить конкуренцию предпринимателям, желающим, например, получить участок леса в аренду для заготовки и реализации балансов за рубежом.

2. Положительным фактором, на первый взгляд, является переход лесного ведомства в состав Минсельхоза России и возможное использование заброшенных земель сельскохозяйственного назначения для выращивания лесов. Однако такие территории требуют первоначальных огромных вложений в создание лесных плантаций. Балансы там можно будет получать через несколько десятков лет. К таким затратам производители не готовы.

3. Участки леса, близкие к местам погрузки и товарным рынкам, большей частью истощены или не обустроены. Необходимость больших вложений в инфраструктуру и высокая аукционная цена делают освоение таких участков нерентабельными.

В подобном положении находятся и многие другие предприятия отечественной ЦБП. Требующиеся гигантские затраты либо не позволяют развивать глубокую переработку древесины, либо делают невозможным освоение лесных массивов. Последнее слово остается за государством, за формированием лесной политики.

Рассмотрим 2 варианта формирования доходов от деятельности отрасли:

1. Основная часть доходов бюджетов от лесопромышленного комплекса будет формироваться за счет средств, поступивших от аукционных продаж и арендной платы. При этом имеется вероятность, что компании, имеющие мощности по глубокой переработке древесины и статус социально и экологически ответственных лесопользователей, останутся вообще без лесных участков, арендованных с целью заготовки древесины. Лесозаготовителям, победившим на аукционах, может оказаться невыгодным продавать балансы отечественным ЦБП (например, за рубежом, где также велика потребность в хвойных балансах, за них смогут заплатить больше). Возможный дальнейший путь – более глубокая дезинтеграция лесного сектора и виток системного кризиса.

2. Эффективное использование лесного ресурса и ведение лесного хозяйства в интересах предприятий, развивающих глубокую переработку древесины. В этом случае бюджетные доходы от лесопромышленного комплекса формируются, прежде всего, за счет налогов производителя продукта с высокой добавленной стоимостью. Только в этом случае лесной сектор национальной экономики станет оптимальной средой для интеграции технологически связанных отраслей и производств. В ЦБП завершится процесс ориентации на развитие глубокой переработки, появится возможность экспортировать большие объемы

высококачественной, востребованной мировым рынком продукции с высокой добавленной стоимостью.

В настоящее время структура лесопромышленного производства в России остается неудовлетворительной: на долю продукции химической переработки древесины приходится около 33%, а в странах с развитой лесной промышленностью – более 80%. Только эффективное использование лесного ресурса и ведение лесного хозяйства в интересах предприятий, развивающих глубокую переработку древесины, позволит решить вопрос сохранения и восстановления лесных ресурсов, который сегодня является одним из основных в нормальном функционировании и развитии лесной отрасли.

### **Возможности решения проблем сохранения и восстановления лесных ресурсов в рамках государственной политики**

Государственная лесная политика в сегодняшней ситуации должна быть направлена на мотивацию лесопользователя к выращиванию высококачественных древостоев, на создание условий для полноценного использования лесов с реализацией долгосрочных проектов в лесном хозяйстве. Такая мотивация может возникнуть у долгосрочного пользователя, которым является ЦБП, а не у фирмы, занимающейся продажей древесины. Долгосрочный пользователь заинтересован в получении древесины в определенной близости от производства, а значит – в постоянном лесовосстановлении.

Для развития и повышения конкурентоспособности отечественной лесной экономики как на внутреннем, так и на внешнем рынках, необходимо разработать новые методы экономической и экологически ответственного использования лесов, направленные на укрепление сырьевой базы ЦБП.

Ситуация с перерабатывающими мощностями и обеспечением их балансами в лесной про-

мышленности достаточно критична. В США при строительстве нового крупного предприятия, не только сами предприятия конкурируют за какой-то ресурс, но и муниципалитеты, и штаты в свою очередь конкурируют за то, чтобы это предприятие к ним пришло. Подобные механизмы, на наш взгляд, должны быть задействованы и в России. В случае с ЦБП основной задачей национальной лесной политики, должна быть поддержка в обеспечении сырьем крупных лесных корпораций.

Для заинтересованности государства в развитии глубокой переработки древесины в стране и сохранении конкурентоспособности отечественной ЦБП необходимо внедрить следующие механизмы:

1. Целлюлозно-бумажный комбинат, развивающий глубокую переработку древесины, обязуется вложить в производство большие средства, создать соответствующую налогооблагаемую базу, рабочие места и прочее. Государство, в свою очередь, предоставит ему лесные ресурсы на льготных условиях – в рамках отдельного инвестиционного конкурса или инвестиционного соглашения.

2. Выделение субвенций из федерального бюджета на охрану, защиту и воспроизводство лесов. В настоящее время на лесные участки, находящиеся в аренде, субвенции не выделяются. Они могут предоставляться на основании специальных деклараций, своего рода проектов освоения лесов, которые готовят лесопользователи (участники инвестиционных конкурсов). Экспертиза деклараций может проводиться соответствующими органами.

3. Совместная с лесопользователями организация «целевых хозяйств», или лесных плантаций с оборотами рубки, ориентированными на конкретный потребляемый вид сырья (балансы, пиловочник). Это позволит увеличить объемы производства сырья, не изменяя площади эксплуатируемых лесов, что крайне важно с точки зрения экологии. Организация целевых хозяйств может поднять производительность каждого участка леса как минимум на 15–20%. Причем практика использования лесов на лесных плантациях должна быть оптимальной для сохранения био-

логического разнообразия и природоохранных функций леса.

Весьма интересен механизм интенсивного лесопользования, действующий в Финляндии и Великобритании. В лесном комплексе этих стран в последние несколько десятилетий наблюдается устойчивая тенденция перехода от традиционного лесоводства (по формуле «срубил лес, посадил новый, а то, что вырастет, увидят только твои внуки») к интенсивному выращиванию древесины, скорее напоминающему сельское хозяйство. Такие лесные плантации создаются на брошенных сельскохозяйственных землях, освобождающихся благодаря интенсификации сельского хозяйства или по другим причинам. Плантации могут создаваться на деградированных землях – оврагах, карьерах и т.д. Этот путь решает сразу две проблемы – экологическую (уменьшение эрозии, сохранение рек и ручьев, уменьшение засушливости климата и др.) и экономическую (обеспечение древесиной эффективных предприятий).

В Финляндии для создания таких плантаций отбирается генетически лучший посадочный материал, используются формы ели с более высокими показателями роста, формируются древостои с необходимой сортиментной структурой и сокращенными сроками выращивания. Ель с таких плантаций можно использовать с 25–30-летнего возраста. Запасы древесины ели в 25–30 лет превышают 120 м<sup>3</sup>/га, в 40 лет – более 350 м<sup>3</sup>, а в 50 лет – 500 м<sup>3</sup>/га.

В средней полосе России площадь бросовых или неудобных сельскохозяйственных земель достаточно велика (около 10–12 млн га). Часть этих земель вряд ли когда-либо будет вновь вовлечена в сельскохозяйственное использование – при интенсивном ведении хозяйства гораздо выгоднее сосредоточить сельскохозяйственное производство на наиболее удобных землях и в более южных районах. В перспективе выращивание древесины на бросовых и неудобных сельскохозяйственных землях может обеспечить получение до 50–60 млн м<sup>3</sup> древесины в год (половина от современного объема заготовок древесины в России).

Однако длительный срок и большой объем вложения средств в создание лесных плантаций на бывших сельскохозяйственных или деградированных землях в российских условиях делают этот процесс нерентабельным. Предприятиям отечественной ЦБП прежде всего требуются средства на модернизацию производства и создание инфраструктуры. Государству необходимо заинтересовать производителя. По подобному пути идут в Великобритании, где лесопользователь, приобретающий сельскохозяйственные земли для устройства лесных плантаций, имеет возможность субсидирования государством процентной ставки по кредиту на эти цели. Кроме того, данный лесопользователь пользуется льготным налогообложением. В некоторых случаях организация, занимающаяся созданием лесных плантаций на рекультивируемых землях, может рассчитывать на грант Министерства охраны окружающей среды, продовольствия и развития сельских районов Великобритании.

Для поддержки отечественного производителя этот опыт не только можно, но и нужно с учетом местных условий применить в России. Для реализации этого можно предложить следующее:

передать лесопользователю безвозмездно бывшие сельскохозяйственных земли для создания лесных плантаций с одновременным субсидированием процентных ставок по кредитам на эти цели и освобождением (или минимизацией) от налога на землю;

предоставить данному лесопользователю в аренду на льготных условиях лесопокрытые земли площадью, равной площади бывших сельскохозяйственных земель. При этом лесопользователь должен дать обязательство заниматься лесовосстановлением и на данной территории, что в перспективе приведет к созданию лесной плантации на всей полученной лесопользователем площади;

предоставляемые участки земель должны располагаться в определенной близости от целлюлозно-бумажного комбината. В лесопокрытой части будущей плантации должны преобладать хвойные древостой.

В данном случае площадь земель, на которых заготавливается древесина, значительно уменьшится. Например, Неманскому ЦБК для полной загрузки с учетом окончания модернизации и ввода в действие дополнительных производственных мощностей необходимо 18 тыс. га лесных плантаций. При этом дополнительной закупки балансов уже не понадобится.

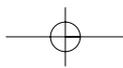
При создании плантаций повысится выход конечной продукции из единицы сырья. Сегодня в нашей стране, по сравнению с США, на 1 тыс. м<sup>3</sup> заготавливаемой древесины производится меньше пиломатериалов в 2,1 раза, фанеры – в 3,4, древесных плит – в 2,7, бумаги и картона – в 5,5 раза. Это происходит, прежде всего, из-за работы лесозаготовителей и производителей «под заказ»: например, при производстве пиловочника используется только толстая часть ствола от 15 см в диаметре, а тонкая, вершинная часть дерева, кора и ветки не используются. В случае комплексного подхода одного лесопользователя-производителя и установки соответствующего оборудования отходы оставаться не будут: толстая часть ствола пойдет на пиловочник, более тонкая – на балансы (производство целлюлозы), а кора и ветки будут сожжены в котельной или переработаны в пеллеты.

Предложенный путь развития позволит решить следующие жизненно важные проблемы:

повысит эффективность и интенсивность эксплуатации лесных ресурсов, находящихся на транспортно доступных территориях, и позволит их использовать для нужд отечественной ЦБП;

создаст возможность для совершенствования форм ведения лесного хозяйства и максимально эффективного использования естественных природных условий, формирования древостоев требуемого породного состава с максимальным годовым приростом;

стимулирует эффективно работающие целлюлозно-бумажные комбинаты, изменит структуру экспорта лесопромышленного комплекса и обеспечит развитие глубокой переработки древесины, увеличит доходы бюджетов.



## Мировой опыт и достижения технологий клонального микроразмножения и генетической трансформации

*К. А. Шестибратов, филиал Института биоорганической химии РАН им. М. М. Шемякина и Ю. А. Овчинникова*

Открытие и детальное изучение фундаментальных принципов культуры *in vitro* изолированных клеток, тканей и органов растений в 1960–1980-е годы сыграло решающую роль в появлении нового направления в биологии – биотехнологии растений. В этой области основными методами являются культуры *in vitro* и генетическая трансформация растений. Достижения в этой сфере с древесными растительными объектами получены за последние 20 лет. Большая часть этих разработок уже перешла в ранг технологий.

**Технологии клонального микроразмножения.** Полученный таким методом посадочный материал генетически абсолютно идентичен исходной форме. Производительность – до 100 тыс. микро-растений *in vitro* в год с 1 м<sup>2</sup> полезной производственной площади. Одна из разновидностей технологий клонального микроразмножения – создание искусственных семян.

**Технологии генетической трансформации.** Технология ускоренного (в течение 3-х лет) создания генетически улучшенных форм путем искусственного встраивания генов, кодирующих различные целевые признаки (повышенная продуктивность, устойчивость к патогенам и вредителям, пониженное содержание лигнинов, улучшенные свойства древесины и др.).

Перечисленные технологии применяют как в селекционной работе, так и при производстве посадочного материала. Селекционная работа с использованием методов биотехнологии проводится рядом фирм, среди которых лидирует холдинг ArborGen Inc. (США), ежегодно инвестирующий в биотехнологические разработки около 60 млн долл. США. Результатом деятельности холдинга (по данным 2006 г.) является создание 2000 генетически улучшенных форм ели и сосны с повы-

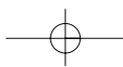
шенной продуктивностью (на 50–100% в сравнении с исходными формами), переданных в производство. В Канаде аналогичные работы проводятся фирмой CellFor Inc., которая одной из первых в мире начала применять метод соматического эмбриогенеза для производства искусственного посадочного (включая семенной) материала (лиственница, пихта, ель, сосна и др.). Ежегодные расходы фирмы на научные исследования в биотехнологической сфере составляют 50 млн долл. США.

Наиболее передовым достижением методов биотехнологии в лесной отрасли являются технологии ускоренного создания высокопродуктивных форм лесных древесных растений путем генетической трансформации. До стадии коммерческого использования доведены трансгенные древесные породы (тополь) с повышенной устойчивостью к вредителям (формы с геном Bt-токсина) и специфической устойчивостью к гербицидам (на основе фосфинотрицина и глифосата). Следующие кандидаты на коммерциализацию – формы с модифицированным составом лигнинов, устойчивостью к фитопатогенам, мужской стерильностью. Лидеры в сфере коммерциализации трансгенных лесных пород – США, Канада, Бразилия и Китай.

К числу достижений лесной биотехнологии в таких странах, как Новая Зеландия, Австралия и Бразилия, можно отнести создание форм эвкалипта, продуктивность которых превышает таковой показатель видов, произрастающих в естественных условиях, в 2,0–2,5 раза. Данные формы используют при закладке лесных плантаций.



При реализации планомерных научных исследований в сфере лесной биотехнологии и со-



пряженных с ними внедренческих работ, учитывающих региональные особенности лесохозяйственного комплекса, можно получить следующие практические результаты:

- ускорение селекционного процесса по созданию новых улучшенных форм и сортов в 2–3 раза;
- повышение качества посадочного материала, благодаря его оздоровлению и селективному размножению только элитных генотипов, а также внедрению в практику новых типов посадочного материала, таких как искусственные се-

мена и микрорастения *in vitro*;

- повышение надежности хранения ценных генотипов и их доступности путем создания банков *in vitro* генетических ресурсов;
- повышение продуктивности лесных пород на 30–70% (в зависимости от породы и региона) методами генной инженерии;
- создание генетически улучшенных форм целевого назначения (с модифицированным уровнем лигнинов, устойчивых к опасным вредителям и болезням леса и др.).

## Генетические и биотехнологические основы рационального использования лесных генетических ресурсов Беларуси

*В. Е. Падутов, Институт леса НАН Беларуси*

В лесном хозяйстве Беларуси генетические исследования (с использованием изоферментных и ДНК-маркеров) проводятся по 4 основным направлениям.

**Сохранение генетического разнообразия.** К данному направлению относятся генетическая оценка генетических резерватов лесообразующих пород Беларуси, расчет величины генетического резервата, оценка генетического потенциала культур лиственницы европейской, которую реинтродуцируют на территории Беларуси.

**Семеноводство.** Поскольку к 2015 г. 1/4 лесов Беларуси будет восстанавливаться с использованием семян, полученных на лесосеменных плантациях (ЛСП), генетическая инвентаризация ЛСП выполняет двойную функцию – оценка правильности закладки ЛСП (возможность получения улучшенных семян) и оценка их генетического потенциала (сохранение в лесных культурах уровня генетического разнообразия естественных насаждений). С 2006 г. начата планомерная генетическая инвентаризация ЛСП по областям республики. Параллельно проводится полная генетическая инвентаризация рамет плюсовых де-

ревьев на архивно-маточных плантациях с целью выбраковки растений, имеющих чужеродные генотипы, и дополнение базы данных генетических паспортов плюсовых деревьев.

**Селекция.** В последнее время появилась возможность изучать отдельные гены, которые ответственны за проявление конкретных хозяйственно-ценных признаков. Для сосны обыкновенной и ели европейской сконструированы генетические маркеры (праймеры) для выявления деревьев, обладающих генетически обусловленными качествами древесины и смолы.

**Защита леса.** Частично разработана и продолжает совершенствоваться система генетического мониторинга фитосанитарного состояния лесных питомников и отдельных насаждений, позволяющая быстро и безошибочно определять видовой (в ряде случаев и штаммовый) состав фитопатогенов.

Генетические исследования на протяжении многих лет активно внедряются в лесное хозяйство Беларуси, однако биотехнологические исследования приобрели особое значение в последнее время. Они связаны, в основном, с двумя направлениями:

**длительное хранение ценных генотипов.** Создана и продолжает расширяться коллекция микрклональных культур ценных форм лесобразующих пород и лесных ягодных растений. Разрабатываются способы длительного хранения культур методом криоконсервации в генном банке;

**массовое производство посадочного материала элитных генотипов.** Биотехнологические методы размножения растений уже позволили начать закладку плантаций березы карельской для производства ценной древесины. Однако приоритет отдан культурам быстрорастущих форм березы и

осины для создания топливно-энергетических плантаций. В настоящее время планируется создавать такие плантации на площади 200 га в год. В ближайшее время их количество и площади увеличатся, поскольку для обеспечения нужд народного хозяйства необходимо ежегодно закладывать 1,5 тыс. га плантаций быстрорастущих пород. Для массового получения посадочного материала оптимальными являются методы микрклонального размножения. В Министерстве лесного хозяйства Республики Беларусь рассматриваются технические вопросы создания биотехнологического центра.

## Применение молекулярных маркеров в лесном хозяйстве для идентификации, инвентаризации и оценки генетического разнообразия лесных ресурсов

*Д. В. Политов, Институт общей генетики РАН  
им. Н. И. Вавилова (ИОГен РАН)*

Традиционный подход в лесной генетике и селекции связан с изучением географических культур и использованием плюсовой селекции. Однако при применении традиционных подходов возникают трудности, связанные с особенностями биологии растений вообще и древесных пород в частности. Это, во-первых, полигенное наследование таких признаков, как скорость и стабильность роста, низкая наследуемость большинства адаптивных и хозяйственно-ценных признаков у древесных растений (в среднем не выше 5–15%). Во-вторых, как и у всех растений, у древесных сложно вычленить генетическую компоненту традиционных признаков роста и внешнего строения, поскольку их проявление модифицируется окружающей средой. В-третьих, высокая продолжительность генерации у древесных растений, когда результатов скрещиваний приходится ждать десятилетиями, делает крайне сложным применение методов генетического анализа, ос-

нованных на оценке потомств от скрещиваний. Все это обусловило особое внимание, которое уделяется во всем мире разработке и применению методов, позволяющих быстро и эффективно идентифицировать особи, популяции, экотипы и виды древесных растений, оценивать запас генетической изменчивости в популяциях, уровни различий между особями и популяциями, а также проводить раннюю диагностику ценных в селекционном отношении генотипов.

После открытия значения ДНК как носителя генетической информации, расшифровки ее структуры, механизмов воспроизведения (репликации) и изменения (мутирования) стало возможно перейти от анализа в опытах отдельных легко наблюдаемых признаков к количественной оценке генетических параметров, причем не только в искусственной выровненной среде, но и в природных популяциях. Такими методами с 1970-х годов стали молекулярные маркеры генов,

сначала биохимические (изоферменты, или аллозимы), а с 1980-х годов и ДНК-маркеры (рестрикционный, мини- и микросателлитный анализ, полиморфизм конформации одноцепочечной ДНК и др.), которые зарекомендовали себя как очень полезные инструменты в лесном хозяйстве ведущих стран Европы, США, Канады, Китая, Кореи и Японии. Большинство этих методов основано на применении метода полимеразной цепной реакции (ПЦР), позволяющей получить любой фрагмент генома в количествах, достаточных для анализа.

В последние годы наиболее широко применяются такие современные маркеры, как автоматическое секвенирование последовательностей ядерной, митохондриальной и хлоропластной ДНК, EST (экспрессируемые секвенированные метки), STS и SNP (моноклеотидные полиморфизмы). Появились роботизированные схемы анализа, так называемые микрочипы. Все расширяющийся арсенал новых молекулярных методов стал необходимым инструментарием для оценки, контроля и мониторинга генетических показателей, который позволил генетике популяций превратиться из чисто теоретической науки в динамично развивающуюся ориентированную на практику дисциплину.

Достижения современной молекулярной генетики и геномики находят массовое применение как в сфере охраны окружающей среды, так и в разнообразных генетико-селекционных программах по улучшению свойств деревьев, повышающих продуктивность и устойчивость древостоев. Области применения молекулярно-генетических маркеров можно условно объединить в 4 группы.

1. Идентификация, т.е. диагностика организмов или продуктов, полученных из них, до рода, вида, географического происхождения, популяции, конкретного лесосеменного объекта, отдельной особи или вегетативного клона, а также идентификация гибридов. К этой области относятся паспортизация и основанная на ней сертификация. Простой пример – задача определения того, собраны ли семена на данном объекте ЕГСК или содержат примеси чужеродного материала. Имея генотипы по микросателлитным локусам всех клонов, представленных на ЛСП, мы можем решить данную задачу. Для этого сначала проводит-

ся генотипирование по нескольким ДНК-локусам всех клонов, а затем дается заключение о соответствии (сертификат). Для хвойных пород можно оценить не только наличие засора самих семян, но и процент этого засора, а также (отдельно) процент засора чужеродной фоновой пыльцой. Вероятно, нужно законодательно предусмотреть молекулярную сертификацию в тех случаях, когда от качества семян и свойств потомства зависит экономический эффект лесоводственной работы. Восстановление схем расположения клонов на плантациях, где они утеряны или где реальный состав генотипов не соответствует схеме, является несложной задачей для аллозимных и ДНК-маркеров. Аналогичным образом молекулярные маркеры могут применяться для установления или проверки географического происхождения сомнительного или неидентифицированного образца семян или особей в географических культурах.

2. Оценка и мониторинг уровней генетического разнообразия, т.е. количественное определение запаса генетической изменчивости видов и популяций, что является основой устойчивости и селекционного (в том числе продукционного) потенциала лесных популяций. Поскольку молекулярная изменчивость не зависит от среды и стадии развития, молекулярные технологии фактически обеспечивают экспресс-оценку ее уровня в конкретных насаждениях или партиях семян. Наиболее широко применяются такие показатели, как полиморфность (доля изменчивых маркеров от общего числа изученных, выраженная в процентах), различные индексы аллельного разнообразия (числа вариантов одного и того же маркерного гена), а также гетерозиготность (вероятность получения от двух родителей одинаковых аллелей по какому-либо гену). Важные показатели объединяются в группу параметров, обычно называемых системой скрещивания. С их помощью оценивают количественно, в какой степени родственны особи, между которыми происходят скрещивания, т.е. степень инбридинга.

Известно, что при скрещиваниях между родственниками запас изменчивости в последующих поколениях уменьшается. Среди инбредных семян больше пустых, они хуже всходят, сеянцы в среднем

медленнее растут. Кроме того, такое инбредное потомство обычно обладает ухудшенными лесоводственными свойствами. С появлением молекулярных маркеров стало возможным оценивать долю самоопыления на любых, начиная с самых ранних, стадиях. При использовании аллозимных и микросателлитных локусов выяснилось, что на ранних стадиях эта доля достаточно высока, а у взрослых деревьев – гораздо ниже. Таким образом, лесные популяции проводят как бы самоочистку от инбредного потомства. Это необходимо учитывать при проведении лесоводственных мероприятий. В ряде случаев дешевле дать «работать» естественному отбору и получить здоровое потомство лесных древесных пород, чем проводить длительные и дорогостоящие селекционные эксперименты, направленные на улучшение определенного заданного свойства.

3. Оценка генетической дифференциации, т.е. степени выраженности различий между сравниваемыми популяциями, группами особей, выделенных по тому или иному признаку, или отдельными особями. В настоящее время только молекулярные методы позволяют оценивать как запас изменчивости, так и ее распределение в пространстве и времени. Проведенные во многих странах, в том числе и в России, исследования позволили выявить географическую приуроченность молекулярно-генетической изменчивости видов основных лесобразующих хвойных и лиственных пород к географическим регионам. Эти данные, при условии использования большого числа разнообразных маркеров, отражают интегральные оценки генетических различий и могут быть использованы в дополнение к традиционному подходу (оценка скорости роста географических культур) при уточнении схем лесосеменного районирования. Ключевая задача – отработка методик использования молекулярно-генетических маркеров (ДНК и изоферментов), наиболее адекватных для целей идентификации происхождения генетического материала хвойных пород, т.е. в максимальной степени отражающих пространственную организацию генетической изменчивости видов. Необходимы пилотные проекты, которые позволили бы определить набор изоферментных локусов и ДНК-маркеров (специфических праймеров с конкретными мето-

диками выявления полиморфизма) для каждой лесобразующей древесной породы.

4. Селекция с помощью маркеров (*Marker-Assisted Selection – MAS*), т.е. улучшение селекционных свойств лесных древесных пород с помощью быстрой молекулярной диагностики потомства, обладающего ценными свойствами. Большинство традиционных ДНК-маркеров селективно нейтрально. При всей своей высокой изменчивости и удобстве анализа они слабо связаны с приспособленностью особей и лишь косвенно отражают изменчивость внутри популяций по тем признакам, по которым требуется получить селекционный эффект. Для поиска этих взаимосвязей применяется подход, известный как QTL-mapping, или выявление и картирование локусов количественных признаков. Во многих странах и регионах существуют программы финансирования целенаправленных разработок в области молекулярной генетики и базирующейся на ней функциональной геномике. Эти проекты дорогостоящие и касаются пока нескольких экономически важных древесных видов, таких как: сосна ладанная, дугласия и тополь в США, ель европейская, сосны обыкновенная и приморская в Европе, эвкалипты в тропиках и некоторые другие виды. Разрабатываются новые маркеры, являющиеся генами – кандидатами на генетический контроль адаптивно и хозяйственно важных признаков. Реализовать эти проекты можно лишь при достаточном уровне изучения геномов лесных древесных растений. К сожалению, приходится констатировать, что в России для подавляющего большинства видов деревьев хвойных и лиственных пород геномы изучены крайне слабо.

Изучение и охрана лесных генетических ресурсов Российской Федерации, где сохранились практически последние на Земле участки бореальных лесов с нативной генетической структурой, в том числе девственные старовозрастные леса, имеет огромное значение. Получение с помощью молекулярных маркеров данных о нативной популяционно-генетической структуре видов деревьев хвойных и лиственных пород является основополагающим при разработке мероприятий по консервации лесных биологических ресурсов.

Сравнение генетико-популяционных показателей (гетерозиготности, полиморфности, аллельного разнообразия) у природных популяций и в объектах ЕГСК позволяет оценить эффективность селекционных и ген-консервационных мероприятий и организовать мониторинг генетического разнообразия в масштабах страны. Молекулярно-генетические исследования в области лесной генетики пока встречают много трудностей, связанных с недостаточным финансированием (практически

только за счет программ фундаментальных исследований РАН), отсутствием комплексной целевой программы, которая позволила бы объединить усилия академических исследований с потенциалом Рослесхоза и внедрять в практику разработки ученых-генетиков, отсутствием единого координирующего центра. Молекулярные методы могут стать ключевым инструментом в обеспечении надежной охраны и устойчивого использования лесных генетических ресурсов России.

## Повышение продуктивности лесов путем создания плантационных культур быстрорастущих пород

*Н. С. Русин, Научно-исследовательский институт лесной генетики и селекции*

В настоящее время признана необходимость улучшения породного состава и повышения продуктивности, качества и устойчивости лесов в целях обеспечения сырьем лесоперерабатывающей промышленности. Для решения этой задачи существует несколько путей. Один из них – плантационное лесовыращивание быстрорастущих древесных пород: тополя, осины и березы карельской.

Основное требование при создании плантационных насаждений – использование проверенных в генетическом отношении на целевые признаки (продуктивность, качество древесины и др.) и устойчивость к воздействию неблагоприятных факторов среды видов, форм (клонов), сортов. Отбор их должен проводиться на основе испытания в течение промежутка времени, равного не менее половины возраста рубки, и носить региональный характер. Устойчивость культур достигается путем закладки плантаций формами (клонами), значительно отличающимися по целевым признакам, но различающимися по генотипу. На плантации следует высаживать не менее 15 форм (клонов).

Сотрудники ФГУП «НИИЛГиС» выделили значительное число быстрорастущих и хозяйст-

венно-ценных форм (клонов) тополя, осины, березы карельской, которые могут быть использованы как исходный материал для производства посадочного материала с целью создания плантационных насаждений целевого назначения (для мебельной, целлюлозно-бумажной промышленности, строительства).

Выделение перспективных форм (клонов) тополя, осины и березы карельской для создания целевых плантаций в Центральной части России решается на базе широкого испытания в течение 15–30 лет. В различных регионах испытано более 360 форм (клонов), произрастающих на площади более 50 га.

В основу отбора положены следующие показатели: продуктивность и быстрота роста, качество древесины (форма ствола, очищение ствола от сучьев, плотность древесины). Для березы карельской – количество, размеры и протяженность признаков по стволу, устойчивость к неблагоприятным факторам среды, вредителям и болезням.

В качестве исходного материала при создании плантационных культур целевого назначения использовалось 40 форм (клонов) тополей, 22 формы осины и осиново-тополевых гибридов,

38 форм березы карельской. Данные формы имеют следующие характеристики.

Объем стволов деревьев в возрасте 30 лет среди перспективной группы черных тополей колеблется в пределах 1,1–2,4 м<sup>3</sup>, бальзамических – 0,7–1,1 м<sup>3</sup>, гибридов настоящих тополей – 0,7–1,3 м<sup>3</sup>. Запас на 1 га при размещении деревьев 4 × 5 м соответственно – 550–1350 м<sup>3</sup>, 400–500 и 460–600 м<sup>3</sup>. Базисная плотность древесины в среднем составляет 380 кг/м<sup>3</sup>.

Лучшие клоны осины и осино-тополевые гибриды в возрасте 33 лет при размещении растений 4×5 м имеют объемы стволов от 1,1 до 1,8 м<sup>3</sup>, запас – 550–880 м<sup>3</sup>/га, плотность древесины – 395 кг/м<sup>3</sup>.

Выделены наиболее перспективные гибриды, полученные от скрещивания различных форм осины и белых тополей. Их объем ствола в возрасте 24 лет составляет 0,55–1,1 м<sup>3</sup>, запас при размещении деревьев 3×4 м – 360–730 м<sup>3</sup>/га. Плотность древесины – 410 кг/м<sup>3</sup>.

Плюсовые и селекционно-лучшие деревья березы карельской, пригодные для сбора семен-

ного и вегетативного материала с целью создания целевых плантационных насаждений, в возрасте 33 лет имеют среднюю высоту 9 м, средний диаметр – 24 см, высоту подъема признака – 3 м, высоту развилки ствола – 1,9 м, число вершинных стволов – 2,9. Эти деревья, как показали испытания их семенных потомств, производят семена с признаками «карелистости» до 48%, что позволяет использовать их для семенного и вегетативного размножения.

Приведенные данные позволяют сделать следующие выводы:

выделенные формы (клоны) тополей, осины и осино-тополевых гибридов могут быть источниками для получения вегетативного материала, а березы карельской – семенного материала с целью создания плантаций целевого назначения;

использование выделенных форм (клонов) тополей, осины, осино-тополевых гибридов, березы карельской ускорит процесс получения древесины для перерабатывающей промышленности в 1,5–2,5 раза.

## Применение методов биотехнологии для повышения продуктивности лесных культур

*В. Г. Лебедев, И. В. Булатова, Т. Е. Шадрина, О. А. Чурочкина, К. А. Шестибратов, филиал Института биоорганической химии РАН им. М. М. Шемякина и Ю. А. Овчинникова*

Повышение продуктивности лесов – одна из самых важных и сложных задач современной лесной науки и лесного хозяйства. Эта задача сводится к получению наибольшего количества древесины с единицы площади, повышению ее качества и уменьшению потерь во время выращивания и заготовки древесины.

Биотехнология – эффективный инструмент повышения продуктивности лесных пород. Для этих целей используется культура ткани *in vitro* и генная инженерия. Технология культуры ткани ускоряет процесс селекции и позволяет в короткие

сроки размножить ценные генотипы. Размножение может быть осуществлено путем мультимпликации микропобегов или путем соматического эмбриогенеза через использование технологии искусственных семян. При этом немаловажно, что размножение происходит вегетативным путем, следовательно исключается расщепление признаков, которое происходит при семенном размножении. Нами разработаны эффективные технологии клонального микроразмножения листовых пород, включая триплоидные формы осины и несколько видов березы – пушистой, повислой, чер-

нокорой и карельской. Также ведутся работы по хвойным породам – ели и сосне обыкновенной.

Генная инженерия применяется для получения генетически модифицированных деревьев, обладающих новыми признаками, которые нельзя получить традиционными способами селекции. К настоящему времени известно несколько подходов к повышению продуктивности деревьев с помощью методов генной инженерии: 1) увеличение прироста древесины путем повышения доступности питательных веществ или переключения метаболизма только на вегетативный рост; 2) улучшение качества древесины; 3) сокращение потерь во время выращивания путем повышения устойчивости к вредителям и болезням; 4) сокращение потерь в ходе заготовки древесины путем создания растений с наиболее оптимальными характеристиками габитуса.

Наиболее разработанный подход – повышение доступности неорганического азота для растений. С этой целью используется ген глутаминсинтазы, которая катализирует превращение аммония в глутамин, являющийся предшественником глутамата и всех азотсодержащих компонентов, необходимых для роста растения. Исследования в этом направлении интенсивно ведутся в ряде стран. Полевые испытания трансгенного тополя с усиленной экспрессией глутаминсинтазы, прове-

денные в Испании, на 3-й год вегетации показали ускорение в росте на 41% по сравнению с контролем. В Институте биоорганической химии получен ряд трансгенных линий ценных генотипов березы пушистой (*Betula pubescens*) и осины (*Populus tremula*) с геном глутаминсинтазы GS1 из сосны обыкновенной. Сейчас проводится анализ экспрессии и отбор перспективных линий.

Повышение выхода древесины также может быть достигнуто путем блокирования развития генеративных органов. В этом случае все метаболиты направляются на рост вегетативной массы. Генная инженерия предлагает несколько подходов для индукции стерильности у древесных культур. Такие стерильные растения также представляют большой интерес с точки зрения биологической безопасности, так как отсутствует риск передачи трансгенов с пыльцой. Еще один способ повышения продуктивности – увеличение относительного содержания в древесине ценных компонентов, например целлюлозы, путем подавления синтеза лигнинов.

Повышение устойчивости растений к вредителям и болезням также позволит повысить их продуктивность. С целью повышения устойчивости осины к сердцевинной гнили нами получены растения с геном зеаматина, который обладает антигрибной активностью.

## Опыт создания лесосырьевых плантаций ели на генетико-селекционной основе в Костромской обл.

*С. С. Багаев, Костромская лесная опытная станция*

В рамках реализации целевой комплексной программы по созданию в Европейско-Уральской части России постоянной лесосырьевой базы для предприятий целлюлозно-бумажной промышленности, в частности Балахнинского целлюлозно-бумажного комбината (ЦБК), в Костромской обл. с 1981 по 1994 г. в четырех лесохоз-

зах было заложено 4925 га плантационных культур ели. Специализированным хозяйством по выращиванию высокопродуктивных ельников на балансы с укороченным оборотом рубки (50–60 лет) являлся Островский лесхоз. Плантационные культуры на площади 2044 га, преимущественно на свежих вырубках черничной группы типов ле-

са, закладывались 3-летними сеянцами и 4-летними саженцами.

В Ломковском лесничестве на площади около 30 га проводилась посадка с использованием семенных потомств плюсовых деревьев, климатипов второго поколения, представителей форм и видов, гибридов, особей, отобранных по различным признакам, а также черенковых саженцев (всего около 200 вариантов). Наблюдения показали, что в 10-летних культурах потомства плюсовых деревьев в целом отличались более быстрым ростом (примерно на 20%) по сравнению со стандартными образцами и высокой приживаемостью (92–100%). Обследование одного из опытных участков культур в возрасте 16 лет позволило установить, что по энергии роста отличия сохраняются на уровне 10%.

Для ускоренного интенсивного лесовыращивания, по результатам наших исследований, целесообразно применять (помимо отбора плюсовых деревьев) следующие селекционные методы, способствующие быстрому ювенильному росту ели с ранней кульминацией прироста:

отбор климатипов в географических культурах (из Тернопольской обл. Украины, Гродненской и Брестской областей Республики Беларусь, Эстонии, Литвы, Тверской обл. России);

отбор представителей форм по типу ветвления (более значимому, чем по типу коры) щетковидных и гребенчатых, с узкоконусной кроной;

отбор деревьев по различным элементарным признакам (по форме и ширине семенных чешуй с доминированием признаков ели европейской, со сбором крупных шишек длиной 8 см и больше, массой 1000 шт. семян более 3 г и диаметром 3,5 мм и больше, преимущественно бурого цвета, с числом семядолей 8 шт. и более);

отбор посадочного материала по прямым и диагностическим признакам (по общей высоте, текущему приросту, значительной длине побегов в верхней мутовке, небольшому углу роста хвои, скоплению боковых побегов на текущем приросте, длиной хвое, особенно по комплексу признаков).

Перспективное направление – отбор энергично растущих биотипов в потомствах плюсовых деревьев, а также в посевных и школьных отделениях питомников с последующей клоновой селекцией. Черенковые саженцы на лесосырьевых плантациях в первые годы имели высокую приживаемость – 97–100%. Наиболее интенсивным ростом отличались клоновые наборы, выращенные из черенков, с биотипов, имеющих августовские приросты. Растения 10-летнего возраста по высоте и текущему приросту превышали средние показатели одновозрастных семенных особей в 1,4–1,6 раза.

Результаты исследований Костромской ЛОС свидетельствуют о целесообразности создания лесных сырьевых плантаций ели в промышленных масштабах селекционным посадочным материалом.

## Современные проблемы и перспективы улучшения лесов селекционно-генетическими методами

*Ю.П. Ефимов, Научно-исследовательский институт лесной генетики и селекции*

Для основных лесобразующих пород, размножающихся семенным путем, массовое внедрение методов генетики и селекции возможно лишь на основе организации научно обоснован-

ной системы лесного семеноводства. За последние 35 лет в России осуществлен первый этап работ по созданию постоянной лесосеменной базы. Вместе с тем, по объемам производства семян с

улучшенными наследственными свойствами Россия заметно уступает зарубежным странам. В Европе селекционно улучшенный посадочный материал составляет в среднем 25% общего объема лесовыращивания, в России – лишь 3%. В связи с этим основными задачами на современном этапе являются: а) повышение эффективности существующих объектов постоянной лесосеменной базы (ПЛСБ) с целью увеличения производства улучшенных семян; б) переход к закладке лесосеменных объектов генетически проверенным материалом для перевода лесовыращивания на сортовую основу.

Удельный вес различных категорий объектов ПЛСБ в разных регионах страны неодинаков, неоднозначны и перспективы их использования для получения улучшенных семян. В России отобрано около 17 тыс. га плюсовых насаждений, в основном хвойных пород. Отсутствие надежной техники и приспособлений для подъема в крону высокорастущих деревьев практически исключает их из семеноводств. В зарубежных странах заготовку семян в спелых хвойных насаждениях проводят специализированные бригады верхолазов. Такая практика в перспективе может быть внедрена в крупных лесосеменных хозяйствах.

Постоянные лесосеменные участки (ПЛСУ) созданы на площади более 45 тыс. га, но они не вносят практически никакого вклада в производство улучшенных семян, так как сформированы путем изреживания лесных культур неизвестного по селекционной ценности происхождения либо естественных молодняков; получаемые на них семена относят к категории «нормальные». Создание ПЛСУ таким способом приводит к двойной нерациональной затрате средств – сначала на закладку густых лесных культур, а затем на интенсивное их изреживание. Целесообразно отказаться от формирования подобных семенных участков. Более прогрессивным является создание ПЛСУ путем редкой посадки либо посева улучшенного селекционного материала, т. е. полученного с плюсовых насаждений, плюсовых деревьев или лесосеменных плантаций (ЛСП).

ЛСП первого порядка заложены на площади около 8 тыс. га. В настоящее время они являются

единственным реальным источником получения улучшенных семян. По мере закладки испытательных культур потомствами ЛСП и их изучения появляется все больше экспериментальных данных о том, что плантации первого порядка могут дать заметный селекционный эффект (по зарубежным источникам – от 7 до 25%).

В последние годы темпы закладки ЛСП в ряде регионов заметно снизились, а имеющиеся плантации хвойных пород эксплуатируются не в полной мере. По достижении 20-летнего возраста и более они практически выпадают из семеноводств из-за недоступности урожая шишек. Одним из технологических решений является обрезка крон семенных деревьев. За рубежом этот прием широко используется. В 2007 г. НИИЛГиС были разработаны рекомендации по формированию кроны, предложена технология, обеспечивающая увеличение эксплуатационного возраста ЛСП на 10–15 лет.

Одним из приоритетных направлений в лесном семеноводстве должно стать выделение и получение сортов древесных растений различного целевого назначения, в связи с чем необходимо разработать общероссийскую программу закладки испытательных культур потомствами плюсовых деревьев и объектов ПЛСБ, а также изучения этих культур. Масштабы этих работ пока неудовлетворительны. Небольшой возраст имеющихся культур (в основном I класс) и отсутствие единой методики испытания затрудняют получение объективных оценок и приводят к неоднозначным и трудно сопоставимым выводам о генетических свойствах исходного материала. В 2003 г. НИИЛГиС были разработаны Методика закладки испытательных культур для генетической оценки по потомству плюсовых деревьев и объектов ПЛСБ, а также Методика изучения потомств плюсовых деревьев и насаждений основных лесобразующих пород в испытательных культурах и архивах клонов с целью их генетической оценки. Эти документы пока не рассмотрены и не приняты.

Длительность испытательного периода (в среднем 50–60 лет) обуславливает этапность процесса перехода к закладке ЛСП второго по-

рядка. В качестве промежуточного этапа с 2000 г. введена новая категория – ЛСП повышенной генетической ценности. В НИИЛГиС по результатам предварительной оценки потомств выделено более 160 перспективных плюсовых деревьев. Начались работы по проектированию и закладке таких плантаций. В настоящее время семена с этих ЛСП относят к улучшенным. Следовало бы повысить их статус до категории «семена повышенной генетической ценности». Тем самым будет обеспечено моральное (а при переходе в будущем к дифференцированным ценам на семена различных селекционных категорий – и материальное) стимулирование работ по генетическому испытанию отобранного селекционного материала.

Лесные семена в перспективе должны стать товаром, имеющим рыночную стоимость. Поэтому необходимо внедрить методы генетической идентификации партий семян, заготавливаемых на объектах ПЛСБ и используемых при воспроизводстве лесов. За рубежом эти методы уже применяют, есть прецеденты судебного разбирательства конфликтных ситуаций.

Задачи лесного семеноводства невозможно решить без активного участия научных организаций. В настоящее время главное – сохранить имеющийся научный потенциал и созданную экспериментальную базу в виде заложенных ранее испытательных культур, архивов клонов, ЛСП и других опытных объектов, а также обеспечить преемственность исследований.

## Структурные аномалии стебля древесных растений и их использование в селекции

*Г. А. Курносков, В. В. Коровин,  
Московский государственный университет леса*

Изучению внутривидового разнообразия лесных древесных растений посвящено много научных работ. Исследования в этом направлении в основном связаны с вопросами, касающимися повышения общей продуктивности насаждений. Менее изученными остаются закономерности аномального роста, а также вопросы, связанные с селекцией и хозяйственным использованием аномальных форм лесных древесных растений.

При аномальном росте мы имеем дело с нетипичными структурными образованиями, формирование и распространение которых подчиняются особым закономерностям. В ходе проведенных исследований были изучены и систематизированы основные неспецифические случаи аномальных структурных изменений.

Нами установлено, что неспецифические структурные изменения стебля древесных растений представляют собой особое, не связанное на-

прямую с процессом эволюции, направление формообразовательных процессов, широко распространенное в природе. Проведенные наблюдения показывают, что возможность перехода к аномальному типу роста закреплена в генофонде многих видов.

Неспецифичность рассматриваемых структурных аномалий состоит в том, что одни и те же морфологические изменения могут вызываться разными денормализующими факторами. В известной мере аномальные формы роста могут служить своеобразным маркером состояния окружающей среды.

Для целей селекции наибольший интерес представляют аномалии, возникшие вследствие генетических изменений – мутаций. В общих чертах неспецифические аномалии проявляются в переходе от осевого роста стебля или его тканей к радиальному («ведьмины метлы», капы и прочие аномальные наросты). Часто такого рода

внешние морфологические изменения связаны с аномальными изменениями лучей, приводящими к хорошо известному синдрому «ямчатости стебля» (stem pitting).

На основе исследований кафедры селекции, генетики и дендрологии МГУЛ и опыта наших коллег мы выделяем, по крайней мере, 3 основных направления селекции и массового воспроизводства форм с хозяйственно-ценными аномальными отклонениями в строении стебля:

1. Вегетативное размножение отобранных форм;
2. Разработка физиологических методов направленного изменения регуляции ростовых процессов;
3. Поиск мутагенов, вызывающих неспецифические нарушения регуляции ростовых процессов. Последнее относится к фундаментальным исследованиям, требует специального оборудования и поддержки РФФИ.

## Плюсовая селекция сосны и ели: итоги и перспективы развития

*А. И. Видякин, Институт биологии Коми научного центра  
Уральского отделения Российской академии наук*

С начала 1970-х годов с целью повышения продуктивности лесов в нашей стране широкое распространение получила плюсовая селекция. За прошедшее время во всех регионах России по основным лесобразующим породам отобрано множество плюсовых деревьев, на больших площадях заложены лесосеменные плантации первого порядка, архивы клонов, испытательные культуры плюсовых деревьев. При лесовосстановлении в основном начали применять семена, заготовленные на лесосеменных плантациях.

Однако приходится констатировать, что плюсовая селекция начала внедряться в практику лесного хозяйства без достаточного научно-теоретического обоснования и при полном отсутствии экспериментальных данных по ее эффективности. В настоящее время, в связи с многочисленными опытами по изучению роста семей плюсовых деревьев в испытательных культурах, появилась реальная возможность такой оценки. К сожалению, публикаций по этому вопросу очень мало. Существующие литературные источники крайне противоречивы: от признания высокой эффективности плюсовой селекции и необходимости дальнейшего широкомасштабного ее внедрения в практику лесовос-

становления до полного отрицания этой программы.

Причинами таких неоднозначных оценок могут быть:

- 1) низкий коэффициент наследуемости высоты растений в популяциях, который у сосны находится в пределах 0,01–0,18, у ели – 0,05–0,44;
- 2) использование в качестве контроля различных семенных потомств – смесь семян нескольких популяций, смесь семян из плюсового насаждения, смесь семян с лесосеменных участков, средний образец семян производственного сбора;
- 3) выделение в большинстве исследований элитных потомств на основе превышения определенного порогового значения селективируемого признака, например на 8–10% выше контроля, что еще не является доказательством статистически достоверных различий между опытными и контрольными вариантами;
- 4) большая зависимость селективируемых признаков от факторов среды, взаимодействия генотип–среда в условиях полевого опыта.

Наша оценка эффективности плюсовой селекции сделана на основании анализа роста се-

мей плюсовых деревьев в испытательных культурах, созданных в лесхозах Кировской обл. и Удмуртской Республики в 1980–1996 гг. Контролем в каждом опыте является потомство из смеси семян 25–30 деревьев, отобранных случайным методом в том же насаждении, в котором произрастают изучаемые плюсовые деревья.

Анализ наших данных показывает, что из 9-ти опытов сосны только в одном есть незначительное, 5%-е превышение высоты семей плюсовых деревьев над контролем, а по 8-ми опытам средняя высота семей по отношению к контролю составляет 95–100%. В среднем по 9-ти опытам высота испытываемых потомств всех плюсовых деревьев не отличается от контроля.

По ели получены лучшие результаты. Здесь из 10-ти опытов в 4-х имеется превышение средней высоты семей над контролем, составляющее 3–7%. Однако, как и по сосне, различий между общей средней высотой 95 семей и контролем нет.

Из 97 испытываемых семей сосны только 2 статистически значимо превышают контроль, из 95 семей ели – 4 семьи. Следовательно, по результатам наших опытов, доля плюсовых деревьев – кандидатов в элиту по сосне – составляет всего 2,1%, а по ели – 4,2%.

Равные средние высоты семей плюсовых деревьев и контроля в испытательных культурах свидетельствуют об отсутствии генетического улучшения селективируемого признака в первом поколении полусибсового потомства и нулевой эффективности проведенного массового отбора сосны и ели по прямым признакам, т. е. по высоте и диаметру.

Следовательно, семена с лесосеменных плантаций первого порядка, по предварительным данным, не обеспечат ускорение роста и повышение продуктивности искусственно создаваемых лесов. Кроме того, ограниченное количество исходных особей, используемых при закладке этих плантаций, может привести к уменьшению генетической изменчивости, нарушению существующей коадаптации и интеграции генетических систем в популяциях и, как следствие этого, к снижению устойчивости искусственных лесов.

Однако индивидуальная селекция сосны и ели, в отличие от массовой, может быть очень

эффективной, так как семенное потомство плюсовых деревьев – кандидатов в элиту – в наших опытах растет быстрее контроля на 15% и более. При этом различия между опытными и контрольными вариантами статистически значимы. Следовательно, очень существенное генетическое улучшение сосновых и еловых лесов может быть получено за счет использования сортовых семян с лесосеменных плантаций второго порядка.

Доля элитных деревьев сосны и ели составляет примерно 3–4% общего числа испытываемых деревьев, что ставит под сомнение возможность закладки этих плантаций, так как при обеспечении минимального числа клонов на них, равного согласно существующим положениям 50, необходимо провести генетическую оценку не менее 1200 плюсовых деревьев. Для этого по действующей методике потребуются создать и изучить испытательные культуры на площади 120 га.

По нашему мнению, данная проблема может быть решена путем создания моноклоновых ЛСП второго порядка, закладка которых предусматривается существующими положениями по лесному семеноводству. Эти семена должны использоваться ограниченно, только для закладки плантационных культур на высоком агрофоне с целью получения большого количества древесины за короткий срок. В связи с низкой генетической изменчивостью, использование таких семян для создания обычных культур должно быть полностью исключено.

При таком подходе можно будет успешно и экономически наиболее выгодно решить проблему современного лесного комплекса страны по изысканию лесосырьевых баз, которые в европейской части России ограничены, а в Сибири – недоступны в транспортном отношении и малоэффективны в связи с низкой продуктивностью лесов. Поэтому создание моноклоновых ЛСП сосны и ели и на их основе плантационных культур в европейской части страны является, по нашему мнению, наиболее выгодным решением указанной проблемы лесного комплекса.

На основании проведенных исследований можно дать следующие практические рекомендации. В связи с неоднозначностью получаемых оценок по эффективности массовой селекции целесообразно:

ограничить дальнейшее увеличение объемов создания лесосеменных плантаций первого порядка на основе не проверенных по семенному потомству плюсовых деревьев;

увеличить темпы закладки испытательных культур плюсовых деревьев основных лесобразующих пород;

разработать новую методику закладки испытательных культур, наиболее полно отражающую современные положения по организации полевых опытов, а также лесорастительные условия и лесокультурные особенности регионов.

В целях повышения эффективности применяемой в настоящее время селекционной программы повышения продуктивности лесов на базе институтов Федерального агентства лесного хозяйства и Российской академии наук необходимо:

провести научные исследования по проблеме выделения лучшего генотипа по лучшему фенотипу, в результате которых разработать новую методику отбора плюсовых деревьев;

разработать новое положение по сохранению генетического фонда основных лесобразующих пород и на его основе продолжить выделение лесных генетических резерватов;

издать сборник научных статей по результатам изучения испытательных культур основных лесобразующих пород и эффективности плюсовой селекции.

## Применение ДНК-маркеров для паспортизации ЛСП и сертификации семян хвойных пород

*Ю. С. Белоконь, Н. В. Гордеева, Н. Ю. Гордон, М. М. Белоконь, Д. В. Политов,  
Институт общей генетики РАН им. Н. И. Вавилова*

Отсутствие у семян древесных пород четких внешних (морфологических) и внутренних (анатомических) признаков, по которым можно было бы с высокой вероятностью устанавливать их происхождение от определенных (например плюсовых) деревьев, естественных насаждений, географических культур и лесосеменных плантаций, делает крайне актуальной задачу разработки генетических маркеров, пригодных для массового внедрения в условиях Российской Федерации. Для паспортизации лесосеменных плантаций (ЛСП) и сертификации семян хвойных пород с применением ДНК-маркеров среди известных генов и некодирующих последовательностей ДНК необходимо отобрать те, которые обладают высокой изменчивостью. Должна существовать возможность проведения их анализа в массовом порядке, для чего методики необходимо адаптировать таким образом, чтобы при этом

использовалось сравнительно недорогое и доступное оборудование. Кроме того, как сам анализ, так и интерпретация данных должны быть достаточно несложными, чтобы их мог проводить персонал, обученный в короткие сроки.

Оптимальным для паспортизации ЛСП и сертификации семян хвойных пород можно признать метод микросателлитного анализа, основанный на полимеразной цепной реакции (ПЦР). Этот метод сейчас широко используется в исследованиях генетического полиморфизма популяций человека, растений, животных, в судебной медицине для задач по идентификации личности и установлению отцовства. Микросателлитные локусы – это участки генома с повторяющимися короткими (2–6 нуклеотидов) последовательностями, называемыми мотивами. Микросателлиты амплифицируются с помощью ПЦР между праймерами, соответствующими последо-

вательностям ДНК, фланкирующим повторяющиеся участки. Число повторов в каждом локусе изменчиво от организма к организму. Изменчивость этого параметра может быть сравнительно легко обнаружена с помощью метода электрофореза – разделения молекул ДНК при миграции в геле под действием электрического тока по их массе, которая зависит, в данном случае, от числа повторов. Каждая особь характеризуется фактически уникальным многолокусным генотипом по микросателлитным локусам.

В лаборатории популяционной генетики Института общей генетики РАН им. Н. И. Вавилова по заказу Рослесхоза была проведена научно-исследовательская работа с целью отработки лабораторных протоколов использования молекулярно-генетических маркеров (микросателлитов) для генетической паспортизации и сертификации объектов ЕГСК на примере хвойных пород.

Работа включала сбор растительного материала (хвои и семян) сосны и ели на ЛСП; анализ литературы по ДНК-изменчивости хвойных; отработку методик выделения ДНК; подбор праймеров и режимов для ПЦР микросателлитных локусов; тестирование эффективности выбранных маркеров на модельных лесосеменных объектах; разработку методов анализа генетической изменчивости у основных лесобразующих хвойных пород (сосны и ели), позволяющих на основе комплекса молекулярно-генетических маркеров устанавливать присутствие только конкретным генотипам особенности и проводить паспортизацию объектов постоянной лесосеменной базы.

Растительный материал ели был собран с ЛСП в Малеевском лесничестве Краснинского лесхоза Смоленской обл. – объект «Смоленск» (хвоя 30 клоновых и 27 контрольных деревьев, 147 семян) и Заокском лесничестве Опытного лесного хозяйства «Русский лес» Московской обл. (хвоя 26 клоновых и 20 контрольных деревьев, 188 семян). Образцы сосны собраны с ЛСП в Петровском лесничестве Ростовского лесхоза Ярославской обл. – объект «Ростов» (хвоя 28 клоновых и 37 контрольных деревьев, 194 семени) и Семеновском лесничестве Семеновского

лесхоза Нижегородской обл. (объект «Семенов», хвоя 31 клонового и 22 контрольных деревьев, 245 семян).

Всего было протестировано более 20 праймеров, для дальнейшей работы отобрали 4 локус-специфических праймера для амплификации фрагментов микросателлитной ДНК ели: SpAGC2, UAPsTG25, UAPgCT144 и UAPgAG150, число аллелей на локус варьировало от 8 до 16. Для анализа сосны использовали 3 праймера: PtTX2146, SPAC11.8 (12 аллелей), SPAC12.5 (31 аллельный вариант). Праймер PtTX2146 давал амплификацию трех локусов: локуса PtTX2146.1 с 10 аллелями и двуаллельных локусов PtTX2146.2 и PtTX2146.3, что позволило анализировать изменчивость этого вида по пяти локусам.

Паспортизацию на исследуемых объектах ЕГСК и анализ контрольных образцов данных пород проводили на основе генотипирования по микросателлитным локусам из хвои деревьев. Анализ эндоспермов и зародышей семян с ЛСП позволил определить соответствие партий семян паспортизованным ранее объектам, т.е. установить их соответствие материнским (родительским) деревьям и, в случае несоответствия комбинаций генов в произрастающих на плантациях клонах и их семенном потомстве, сам факт и долю «засора» чужеродной пылью.

Сравнение проводилось по схеме (таблица), предусматривающей, что при совпадении материнского (М) или отцовского (О) гаплотипа зародыша с генотипами деревьев плантации по данному локусу такому случаю присваивается значение ИСТИНА (И), при несовпадении – ЛОЖЬ (Л), и подсчитывается процент засора семян (ММ) и пыльцы (ОО).

Сравнительный анализ генотипов клонов и партий семян на изучаемых объектах показал полное [RTF bookmark start: OLE\_LINK5] соответствие состава материнских аллелей в генотипах зародышей семян аллелям клонов [RTF bookmark end: OLE\_LINK5] (ИСТИНА, процент чужеродных материнских аллелей и, соответственно, семян равен нулю), что свидетельствует о происхождении семян с клонов на данных объектах. Однако

## Генетическая сертификация партии семян на соответствие клоновой лесосеменной плантации

№ дерева / клона	Генотип дерева / клона						Генотипы деревьев	Возможные материнские и отцовские гаплотипы	Чужеродные гаплотипы					
	Локус 1		Локус 2		Локус 3									
Дерево 1	86	90	98	94	106	104								
Дерево 2	84	86	96	98	104	108								
Дерево 3	88	90	98	94	102	108								
Дерево 4	88	86	94	102	108	100								
Дерево 5	86	90	96	96	106	106								
№ зародыша	Генотип зародыша						Проверка соответствия генотипов семян						ММ (семена)	ОО (пыльца)
	Локус 1		Локус 2		Локус 3		Локус 1		Локус 2		Локус 3			
	М	О	М	О	М	О	М	О	М	О	М	О		
Зародыш 1	86	84	96	100	106	110	И	И	И	Л	И	Л	И	Л
Зародыш 2	90	88	94	94	104	104	И	И	И	И	И	И	И	И
Зародыш 3	86	92	96	94	106	104	И	Л	И	И	И	И	И	Л
Зародыш 4	94	88	102	94	104	110	Л	И	И	И	И	Л	Л	Л
Зародыш 5	90	94	94	98	108	106	И	Л	И	И	И	И	И	Л
Зародыш 6	90	88	96	92	108	100	И	И	И	Л	И	И	И	Л
Зародыш 7	88	92	100	98	110	104	И	Л	Л	И	Л	И	Л	Л
Зародыш 8	90	90	96	102	102	108	И	И	И	И	И	И	И	И
Зародыш 9	94	94	94	94	104	104	Л	Л	И	И	И	И	Л	Л
Зародыш 10	88	90	96	92	104	112	И	И	И	Л	И	Л	И	Л
Результаты сертификации												Л	Л	
Процент «засора»												30,00%	80,00%	

анализ соответствия комбинаций отцовских аллелей из генотипов зародышей с существующими комбинациями аллелей клонов на всех изучаемых ЛСП показал высокий процент присутствия чужеродных аллелей в генотипах семян. Для ели процент «засора» чужеродной пылью на изучаемых объектах составил около 50%. Для сосны на объекте «Ростов» этот показатель оказался максимальным (59,28%), а на объекте «Семенов» – минимальным (22,58%). Высокий процент чужеродных для клонов генов в их семенном потомстве с очевидностью обусловлен тем, что произрастающие на ЛСП клоны сосны и ели опыляются пылью из расположенных поблизости насаждений данных пород («внешнего контроля»).

Для проверки метода сравнили контрольные партии семян с теми же клонами ели и сосны на объектах единого генетико-селекционного комплекса (ЕГСК). Анализ эндоспермов выявил значительную долю (до 73%) гаплотипов, не встречавшихся у клоновых деревьев. Это позво-

ляет утверждать, что контрольные семена не происходят от тестируемых клонов. Подтверждением этого также служит и более высокая доля присутствия в семенах чужеродных отцовских генов (до 70%), чем при сравнении клонов и семян с одной плантации (не более 60%).

Таким образом, данное исследование подтверждает эффективность и целесообразность использования микросателлитных локусов в качестве молекулярных маркеров для генетической паспортизации ЛСП и идентификации партии семян с ЛСП, а также генетической дифференциации партий семян, происходящих из разных источников. Проведенная нами генетическая паспортизация клоновых плантаций ели и сосны по микросателлитным локусам хвои и последующая генетическая сертификация партий семян с этих плантаций позволяет идентифицировать их как происходящие от соответствующих клонов, но с высоким процентом «засора» чужеродной отцовской пылью. Отрицательные ре-

зультаты контрольных сравнений, т.е. очень высокий процент семян, которые с помощью данного метода идентифицируются как «чужие», дока-

зывает адекватность данного метода для выбраковки партий семян, не происходящих с данной ЛСП или имеющих большую долю примесей.

## Применение ДНК-маркеров в лесном хозяйстве Беларуси

*О. Ю. Баранов, В. Е. Падутов, А. Е. Силин, С. И. Ивановская, Д. И. Каган,  
Институт леса НАН Беларуси*

В настоящее время ДНК-маркеры нашли широкое применение в различных областях биологии, медицины, криминалистики, сельского и лесного хозяйства. В Беларуси молекулярно-генетические исследования лесных пород начали проводить с 2000 г. На начальном этапе исследований в рамках проводимых государственных программ были разработаны методические основы молекулярно-генетического анализа лесообразующих пород и лесных насекомых Беларуси, что позволило перейти к внедрению методов ДНК-маркирования на различных объектах Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь (МЛХ РБ). Основными типами используемых маркеров стали: RAPD, SSR, PCR-RFLP, SCAR, EST, SNP.

В настоящее время исследования с применением ДНК-маркеров проводят по следующим направлениям: оценка состояния генетических ресурсов популяций различных лесных растительных и животных видов, генетическое обеспечение в ходе проведения селекционных программ, анализ объектов лесосеменного фонда, выявление и идентификация фитопатогенов, анализ биотехнологического материала.

В области популяционно-генетических исследований были изучены как основные лесообразующие породы Беларуси (сосна, ель, береза и дуб), так и различные виды лесных насекомых (черный аполлон, сосновый шелкопряд, короед-типограф). Для популяций данных видов, наряду с использованием изоферментного анализа, были получены данные об уровне генетической из-

менчивости, степени подразделенности и дифференциации на территории Беларуси.

В сфере генетического обеспечения селекционных программ и анализа объектов лесосеменной базы выполняются работы по генетической паспортизации элитных и плюсовых деревьев сосны обыкновенной и ели европейской, ценных генотипов березы карельской. К настоящему времени в рамках Государственной научно-технической программы инновационного фонда МЛХ РБ (2006–2010 гг.) проведена генетическая паспортизация и составлены уникальные многолокусные портреты 298 элитных и плюсовых деревьев, проанализирована генетическая структура и определен уровень генетической изменчивости 4-х лесосеменных плантаций второго порядка, представленных 20 различными блоками, 2-х архивно-клоновых плантаций, 4-х генетических резерватов. Кроме древесных пород, генетическая паспортизация была проведена для хозяйственно-ценных сортов ряда лесных видов ягод (клюква болотная и крупноплодная, голубика топяная и высокая, брусника), штаммов культивируемых грибов (вешенка обыкновенная, шиитаке). Другим направлением в области селекционных исследований является выявление и анализ генов, кодирующих такие хозяйственно-ценные признаки, как узорчатость древесины, содержание лигнина и смолопродуктивность.

В последние годы получило развитие фитопатологическое направление. В его основе лежит выявление и идентификация ДНК возбудителей

инфекции в почве, воде, зараженных растениях, культурах *in vitro*. Объекты исследования – лесные питомники и очаги болезней. Проведен анализ и секвенированы некоторые штаммы корневой губки, фитотторы, питиума. В целом внедре-

ние методов ДНК-маркирования в лесохозяйственную практику открывает широкие возможности для решения ряда проблем, связанных с рациональным использованием, сохранением и воспроизводством лесных ресурсов.

## Популяционно-генетические исследования хвойных Украины с применением молекулярных маркеров

*Е. А. Мудрик, Донецкий ботанический сад НАН Украины*

Возрастающая эксплуатация лесных ресурсов при недостаточном естественном возобновлении лесообразующих пород требуют разработку новых подходов к рациональному использованию лесов, выделению сетей уникальных генетических резерватов и закладке высокопродуктивных искусственных насаждений. Создать устойчивые насаждения, сохраняющие уникальные хозяйственные качества вида, можно только при максимальном воспроизводстве видового генофонда. Достижения мировой лесной генетики свидетельствуют, что эффективная организация селекционного процесса неразрывно связана с применением молекулярно-генетических маркеров. Использование этих маркеров позволяет определять объем генетического разнообразия и уровень инбридинга в популяциях и насаждениях, создавать ген-портреты отдельных деревьев и оценивать генетическое качество их семян, а также выявлять растения, устойчивые к патогенам и различного рода загрязнителям. Для решения таких задач качественным и надежным инструментом признаны изоферментные маркеры.

В отделе промышленной ботаники и популяционной генетики Донецкого ботанического сада НАН Украины более 13 лет проводятся популяционно-генетические исследования аборигенных и интродуцированных хвойных древесных пород с использованием электрофоретического

анализа изоферментов в полиакриламидном геле. Изучено генетическое разнообразие в природных популяциях ценных лесообразующих и экономически важных пород хвойных пород Украины – сосен обыкновенной, крымской, горной, кедровой европейской, меловой, Коха, Станкевича, а также ели европейской и пихты белой. С целью оценки изменения генетической структуры во время селекционных мероприятий исследованы архивно-клоновые и лесосеменные плантации сосен обыкновенной и крымской в сравнительном аспекте с природными популяциями. Нами изучены искусственные насаждения сосны крымской в техногенно загрязненной среде (Приазовье, Кривой Рог) и выявлены генетически устойчивые к аэрополлютантам растения. Ведутся генетические исследования по выявлению устойчивых к корневой губке растений сосны обыкновенной из пораженных насаждений. Проведена оценка уровня инбридинга и установлены параметры системы скрещивания в природных популяциях ели европейской, пихты белой, сосен обыкновенной, крымской и меловой, выявлен повышенный уровень инбридинга в семенном потомстве этих популяций. Получены патенты Украины по генетическому маркированию деревьев с низкой инбридностью семян в популяциях и насаждениях сосны крымской, сосны меловой и пихты белой для создания эффективных лесосеменных плантаций.

## Технологии размножения хвойных пород в культуре *in vitro*

А. В. Коптина, Р. В. Сергеев, А. И. Шургин,  
Марийский государственный технический университет

Актуальность проблемы микроразмножения хвойных объясняется двумя основными причинами. Во-первых, очевидную ценность представляет любая информация об особенностях регуляции цитодифференцировки и морфогенеза хвойных, занимающих особое филогенетическое положение – между споровыми и цветковыми растениями. Во-вторых, это дает возможность разработать высокоэффективные методы размножения *in vitro* лучших экземпляров «взрослых» лесных деревьев и их «плюсовых» форм.

Одним из преимуществ клонального микроразмножения растений в сравнении с традиционными методами является возможность размножения и укоренения растений *in vitro*, которые не размножаются или плохо размножаются обычными способами [1].

Несмотря на то, что в области микроразмножения хвойных растений появились некоторые ус-

пехи [2–9], технологию для хозяйственного применения еще нельзя считать разработанной [1].

Цель наших исследований – изучение особенностей регуляции побегообразования эксплантов, взятых от зрелых деревьев рода *Picea* при их микрклональном размножении.

Обязательным условием клонального микроразмножения является использование объектов, сохраняющих генетическую стабильность на всех этапах процесса – от экспланта до растений в поле. Этому условию удовлетворяют апексы и почки органов стеблевого происхождения [1]. Поэтому в качестве исходных эксплантов были выбраны почки. Растительный материал был собран в начале февраля с отобранных ранее донорных деревьев.

Почки отделяли от побегов, промывали детергентами в проточной воде и дезинфицировали в течение 30 с сначала 70%-м этанолом, а затем 2 раза по 15 мин 10%-м раствором «Белизны». После этого их споласкивали 3 раза в стерильной дистиллированной воде.

Апикальные меристемы четырех генотипов елей – *Picea abies* 'Nidiformis', а также *Picea omarica* (Pancic) Purkyne, *Picea pungens* 'Glauca', *Picea canadensis* (L.) – культивировали на среде ТЕ (TE – Tang et al., 1998) с добавлением регулятора роста БАП в разных концентрациях. Концентрация сахара в среде составляла 30 г/л, агар-агара – 6, активированного угля – 1 г/л. Было заложено по 20 эксплантов на вариант, повторность – 3-кратная.

Культивирование проводили при температуре 21–22 °С, интенсивности светового потока – 3000 Лк и фотопериоде – 16/8 ч.

В ходе культивирования у *Picea canadensis* на среде ТЕ, содержащей БАП в концентрации 2,0 мг/л, наблюдался интенсивный рост и дифференциация всех меристем – удлинение побегов, увеличение количества и размера иголок на них (рис. 1). Все экспланты зеленого цвета.



Рис. 1. Апикальные меристемы *Picea canadensis* на среде ТЕ, содержащей 2,0 мг/л БАП

Каллусообразования не наблюдалось. На среде ТЕ, содержащей БАП в концентрации 0,5 мг/л, напротив, вытягивание побегов и иголок происходило лишь в единичных случаях. В основном меристемы сохраняли свои формы и размеры без изменений. Экспланты желтого или бледно-зеленого цвета. Происходил процесс каллусообразования.

*Picea abies 'Nidiformis'*. На среде ТЕ, содержащей БАП в концентрации 2,0 мг/л, наблюдался рост и удлинение меристем на 3–4 мм (рис. 2). Хорошо выражены иголки. Все экспланты зеленого цвета. Каллусообразования не происходило. Однако процент отмирания меристем был таким же, как и на среде с концентрацией БАП 0,5 мг/л. Среда ТЕ с 0,5 мг/л БАП характеризовалась сравнительно равными долями каллусо- и побегообразования – 13,9% и 11,1% соответственно. Цвет меристем желтый или бледно-зеленый.

*Picea omorica (Pancic) Purkyne*. На среде ТЕ, содержащей БАП в концентрации 2,0 мг/л, экспланты были зеленого цвета, но видимого роста и дифференциации не было замечено. На среде ТЕ, содержащей БАП в концентрации 0,5 мг/л, развития меристем также не наблюдалось. Образовывали каллус 33,3% апикальных меристем. Цвет всех эксплантов желтый.

*Picea pungens 'Glauca'*. Интенсивный рост и дифференциация всех меристем (удлинение побегов, увеличение количества и размера иголок на них) наблюдались на среде ТЕ, содержащей 2,0 мг/л БАП. Каллусообразования не про-

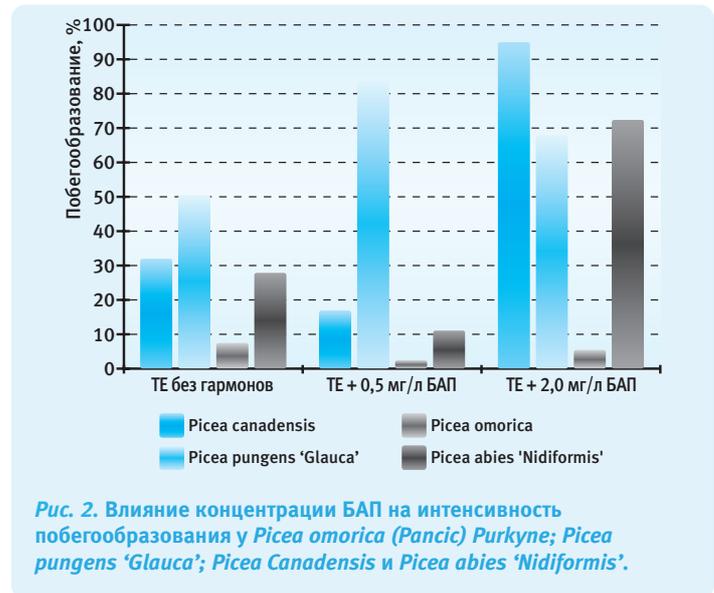


Рис. 2. Влияние концентрации БАП на интенсивность побегообразования у *Picea omorica (Pancic) Purkyne*; *Picea pungens 'Glauca'*; *Picea Canadensis* и *Picea abies 'Nidiformis'*.

исходило. Все экспланты зеленого цвета. Однако доля отмирающих эксплантов большая – 30%. Высокий уровень побегообразования (83,3%) наблюдали и на среде ТЕ с концентрацией БАП 0,5 мг/л. Процесс каллусообразования составил 16,7%.

В процессе культивирования апикальных меристем представителей рода *Picea* было выявлено, что у *Picea canadensis* и *Picea abies 'Nidiformis'* побегообразование наиболее интенсивно происходило на питательной среде ТЕ, содержащей БАП в концентрации 2 мг/л, а у *Picea pungens 'Glauca'* на среде ТЕ, содержащей БАП в концентрации 0,5 мг/л. У *Picea omorica* развитие побегов из апикальных меристем не наблюдалось ни на одной из исследованных сред.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бутенко, Р. Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнология на их основе: учеб. пособие / Р. Г. Бутенко. – М. : ФБК-ПРЕСС, 1999. – 160 с.
2. Bud induction on isolated needles of Norway spruce (*Picea Abies L., Karst.*) grown *in vitro* / S. Arnold, T. Eriksson [et al.] // Plant Science Letters. – 1979. – V 15. – P. 363–372.
3. Clonal propagation of Virginia Pine (*Pinus virginiana Mill.*) by organogenesis / S. Chang, S. Sen [et al.] // Plant Cell Reports. – 1991. – V. 10. – P. 131–134.
4. Gupta, P. K. Shoot multiplication from mature trees of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*) and sugar pine (*Pinus lambertiana*) / P. K. Gupta, D. J. Durzan // Plant Cell Reports. – 1985. – V. 4. – P. 177–179.

5. Jang, J. C. Micropropagation of shortleaf, Virginia and loblolly x shortleaf pine hybrids via organogenesis / J. C. Jang, F. H. Tainter // *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. – 1991. – V. 25. – P. 61–67.
6. Monteuiis, O. In vitro meristem culture of juvenile and mature *Sequoiadendron giganteum* / O. Monteuiis // *Tree Physiology*. – 1987. – V. 3. – P. 265–272.
7. Tang, W. Plant regeneration via organogenesis from six families of loblolly pine / W. Tang, F. Ouyang // *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. – 1999. – V. 58. – P. 223–226.
8. Tang, W. Plant regeneration through organogenesis from callus induced from mature zygotic embryos of loblolly pine. / W. Tang, F. Ouyang, Z.-C. Guo // *Plant Cell Reports*. – 1998. – V. 17. – P. 557–560.
9. The effect of different plant growth regulators on adventitious shoot formation from Virginia pine (*Pinus virginiana*) zygotic embryo explants / W. Tang, L.C. Harris, [et al.] // *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. – 2004. – V. 78. – P. 237–240.

## Выращивание посадочного материала хвойных пород с улучшенными наследственными свойствами

*Н. Е. Проказин, Е. Н. Лобанова, Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства*

Выращивание высококачественного посадочного материала позволяет получать семена с улучшенными наследственными свойствами. В лесокультурном отношении такой посадочный материал отличается высоким потенциалом роста и устойчивостью к неблагоприятным условиям среды.

Особенностями разработанной технологии выращивания посадочного материала хвойных пород с улучшенными наследственными свойствами являются: предпосевная сортировка семян, равномерно-разреженный посев, подрезка корневых систем у растущих сеянцев, комплексное применение удобрений, стимуляторов роста и средств химии для защиты растений.

Установлены общие требования к почвенным условиям применения технологии: плотность – 0,8–1,0 г/см<sup>3</sup>; общая порозность – 50–60%; водо- и воздухообеспеченность –

до 20–30 объемных процентов (в условиях полевой влажности). Необходимо использовать семена с технической всхожестью не менее 85%.

Комплекс машин для выращивания посадочного материала: машина ротационная бесприводная МРБ-1,6 для предпосевной обработки почвы и нарезки гряд, сеялка лесная навесная СЛН-5/9; культиватор-подкормщик КП-1,5 для агротехнических уходов за посевами; орудие для подрезки корней ОПК-1,3; машина выкопчная МВ-1,3А.

Разработанная эколого-ресурсосберегающая технология на базе комплексной механизации позволяет выращивать высококачественные укрупненные сеянцы хвойных пород с хорошо развитой компактной корневой системой, обладающие повышенной жизнеспособностью и обеспечивающие высокую приживаемость и интенсивный рост лесных культур.

## Создание и эксплуатация плантаций с коротким циклом производства (на примере плантаций ивы на лозу)

Е. М. Романов, Д. И. Мухортов, Т. В. Нуреева, Д. А. Трегубов,  
Марийский государственный технический университет

Естественный цикл выращивания насаждений составляет 50–100 и более лет. Одним из направлений, позволяющих получать готовую продукцию в рамках сроков аренды (до 49 лет), является ускоренное лесовыращивание.

Ускоренное лесовыращивание предусматривает сокращение сроков успешного лесовосстановления хозяйственно-ценных древесных пород и формирование из них насаждений повышенной производительности на основе наиболее рационального и полного использования природных, биологических и экономических возможностей, достижений науки и техники на всех этапах воспроизводства леса до возраста рубки. Плантационное выращивание леса является составной частью ускоренного выращивания древесных пород.

Система планирования перехода на ускоренное лесовыращивание должна основываться на региональном планировании природопользования, ландшафтно-экологическом планировании и лесохозяйственном регламенте, проекте освоения лесов, который составляет арендатор или собственник лесных земель.

Принципиальные хозяйственные и экологические решения принимаются в ходе ландшафтно-экологического планирования. При его проектировании необходимо делать акцент на экологические аспекты.

При ландшафтно-экологическом планировании лесной фонд разделяется на категории. Могут быть выделены участки для ускоренного выращивания леса и подготовки исходной информации с целью обоснования структуры лесного фонда предприятия. Затем из выделенных площадей формируется фонд плантационного лесовыращивания, в том числе про-

ектируется создание плантаций с коротким оборотом рубки.

Многие вопросы, касающиеся технологических и организационных аспектов ускоренного, в том числе плантационного, лесовыращивания, рассмотрены в учебном пособии «Ускоренное лесовыращивание». Оно написано с учетом требований Лесного кодекса РФ (2006), отечественного и зарубежного опыта в данной области и может быть полезно не только студентам, но и инженерно-техническим работникам лесных предприятий, а также предпринимателям и арендаторам, осуществляющим лесохозяйственную деятельность.

Примером ускоренного лесовыращивания является опыт создания ивовых плантаций в национальном парке «Марий Чодра» и учебно-опытном лесхозе Марийского государственного технического университета. Для испытания было отобрано 5 сортов кустарниковых ив уральской селекции и один местный сорт:

для изящного плетения – пурпурная уральская (*Salix purpurea* var. *uralensis* hort.);

для грубого и изящного плетения – Дёма (*Salix triandra* Dema1), Пурпурная Сукачева (*Salix purpurea hybrida sukaszewii*) и Лозинка (*Salix x Lozinka (Salix Integra x kochiana)*);

для грубого плетения – Трехтычинковая улучшенная (*Salix triandra* L.) и таксон ивы Ботанического сада МарГТУ (*Salix* sp.).

Как показали исследования, по приживаемости, показателям роста и продуктивности хорошие перспективы при создании плантаций ивы на лозу в условиях Республики Марий Эл имеют ивы уральской селекции: Пурпурная уральская, *Salix* sp., 'Лозинка', Пурпурная Сукачева.

Для плантационного выращивания необходимо выделить особый земельный фонд с наиболее плодородными почвами. Результаты наших исследований показали, что более интенсивный рост имеют побеги ивы при содержании физической глины в пределах 20–22%. Плодородием почвы определяется и качество получаемой продукции. Так, качество прута ивы зависит от содержания элементов минерального питания в почве. Регулировать почвенное плодородие можно путем внесения нетрадиционных органических удобрений на основе коммунально-бытовых и промышленных отходов, как наиболее дешевых и доступных материалов. Внесение нетрадиционных органических удобрений позволило снизить плотность сложения пахотного горизонта, повысить его водоудерживающую способность и основные параметры почвенного плодородия. С повышением дозы внесения удобрений содержание подвижного фосфора увеличилось в 1,4–3,4 раза, аммиачного азота – в 1,01–1,5 раза, суммы поглощенных оснований – в 2,2–2,7 раза. Кислотность почвенного раствора изменилась с сильно кислой ( $pH^{HCl}=4,3$ ) до слабокислой ( $pH^{HCl}=5,2$ ). Установлено, что кустарниковые ивы очень отзывчивы на внесение нетрадиционных удобрений – при увеличении дозы внесения удобрений их продуктивность повышается в 1,6–2,3 раза.

Существенную роль при создании и эксплуатации плантации играет размещение растений на площади. Нами предложена схема попарно-сближенных рядов. Это обеспечивает рациональное использование удобрений, механизацию всех операций как при создании, так и при эксплуатации плантации, а за счет биогруппового размещения растений – получение более качественного прута. Предложенная нами и апробированная схема показала свою эффективность. Уже на второй год после создания ивовая плантация обеспечила получение товарной продукции. Тем не менее, для поддержания продуктивности плантации необходим уход и правильный процесс заготовки прута. Установлено, что оптимальной для поддержа-

ния урожайности является резка лозы на высоте 10–12 см от поверхности почвы с использованием секаторов. Для снижения трудозатрат можно применять кусторез, но с введением в технологический процесс операции по подновлению срезов секаторами. Только в этом случае можно ожидать повышение продуктивности плантации.

Создавать плантации целесообразно только при наличии потребителя выращиваемой продукции. Основным потребителем прута с созданных нами плантаций ивы на лозу является цех плетения Ботанического сада Марийского государственного технического университета, который закупает зеленый прут на корню по цене 20 коп. за 1 шт. В целом сумма затрат на создание и эксплуатацию ивовой плантации в течение 5 лет составила 44,5 тыс. руб. на 1 га, а ежегодная реализация прута позволила не только окупить за 4 года ее эксплуатацию, но и получить прибыль.



Организация промышленного производства лесной товарной продукции путем создания плантаций целевого назначения должна быть увязана с действующим законодательством и нормативно-правовой базой. При разработке нормативно-методических документов, связанных с переходом на ускоренное плантационное лесовыращивание, следует учитывать экологические аспекты, необходимость сохранения биоразнообразия, мнение местного населения и другие факторы.

Одним из перспективных направлений ускоренного лесовыращивания является создание плантаций с коротким циклом производства – 1–49 лет. Наиболее характерным примером является создание плантаций ивы на лозу с оборотом рубки 1 год.

Размещение растений на площади должно обеспечивать полную механизацию технологи-

ческого процесса создания и эксплуатации плантации.

Короткий цикл производства продукции при плантационном выращивании ивы на лозу поз-

воляет получать прибыль уже через 4 года после закладки плантации.

**нужно 5-6 строчек!!!!!!!!!!!!**

## Продуктивность и физико-механические свойства древесины ели в географических культурах

*П. Г. Мельник, О. В. Степанова,  
Московский государственный университет леса*

Ель европейская, произрастая в обширном ареале, в процессе эволюции оказалась дифференцирована по своим наследственным свойствам. Испытание различных провениенций ели в географических культурах позволяет выявить формы ели, перспективные для создания плантаций определенного назначения. Подбор форм ели для создания плантаций с целью выращивания древесины для нужд целлюлозно-бумажной промышленности, строительства, получения биотоплива также может быть дифференцированным.

Изучение географической изменчивости продуктивности и физико-механических свойств древесины основных видов ели, произрастающих в евроазиатском ареале, проводилось на объекте географических культур в Сенежском лесничестве Солнечногорского опытного лесхоза Московской обл., заложенном в 1967 г. под руководством Заслуженного лесовода России, канд. с.-х. наук А. М. Пальцева.

Согласно полученным данным, максимальный запас стволовой древесины имеет ель европейская из Черновицкой (462 м<sup>3</sup>/га) и Гродненской (384 м<sup>3</sup>/га) областей. Худшими показателями характеризуется ель сибирская из Томской обл. – 211 м<sup>3</sup>/га. Ель финская происхождением из Карелии занимает промежуточное положение и имеет продуктивность 343 м<sup>3</sup>/га.

Необходимо выделить Волынский и Гродненский экотипы, которые имеют наивысшие значения базисной плотности – соответственно 452,0 и 459,9 кг/м<sup>3</sup>. Самое низкое значение этого признака у экотипа из Томской обл. – 378,8 кг/м<sup>3</sup>. У черновицкого, марийского, владимирского и карельского экотипов базисная плотность варьирует от 421,2 до 388,8 кг/м<sup>3</sup>.

Наибольший предел прочности древесины при статическом изгибе имели экотипы из Гродненской (Ивьевский лесхоз) – 81,6 МПа и Волынской областей (Владимир-Волынский лесхоз) – 80,3 МПа. Самым низким значением характеризуется ель из Томской обл. (Томский лесхоз) – 58,7 МПа.

Таким образом, исследования, выполненные на объекте географических культур ели в Сенежском лесничестве Солнечногорского опытного лесхоза, наглядно показывают преимущества экотипов западного и юго-западного происхождения не только по скорости роста и продуктивности, но и по физико-механическим свойствам древесины. Весной они, в отличие от местных и восточных экотипов, позже трогаются в рост, но растут гораздо интенсивнее и дольше, что позволяет формировать годичные кольца с максимальным содержанием поздней древесины.

## Возможности ранней диагностики и целесообразность отбора для плантационного выращивания географических форм ели европейской с разным качеством древесины

*Д. Е. Румянцев, О. А. Степанова,  
Московский государственный университет леса*

Ель европейская занимает обширный ареал, участки которого различаются по истории действия естественного отбора в популяциях ели, по современным его векторам. Результатом этого явилось возникновение географических рас ели. Выращивание семенного потомства разных географически возникших форм в однородных экологических условиях какого-либо района позволяет вести среди них отбор генотипов, пригодных для формирования в данном районе высокопродуктивных древостоев с заданными качественными характеристиками древесины. При проведении такого рода испытаний существенное значение имеет вопрос о корректных формах ранней диагностики особенностей будущего роста различных форм ели. На основе использования дендрохронологической информации нами исследовались возможности ранней диагностики рангов провениенций по ширине годичного кольца (продуктивности) и рангов по доле поздней древесины в годичном кольце (качеству древесины). Объек-

том исследований являлись географические культуры ели, заложенные А.М. Пальцевым в 1967 г. в Солнечногорском районе Московской обл.

На основе результатов исследований можно сделать следующие заключения.

Ранняя диагностика ранга по доле поздней древесины и сопоставление на основе этого индикатора механических свойств у разных провениенций может осуществляться уже в возрасте 15 лет. Ранняя диагностика ранга по ширине годичного кольца и связанной с ним продуктивности имеет ограниченную ценность.

В силу сильной зависимости доли поздней древесины от возраста вопрос об экономической целесообразности целевого отбора для плантационного выращивания провениенций ели с высокими механическими свойствами древесины может решаться неоднозначно. В отдельных случаях может быть целесообразнее дифференцированное использование древесины из разных частей ствола наиболее быстрорастущих провениенций ели.

## Использование методов биотехнологии в лесной генетике и селекции

*О. С. Машкина, Т. М. Табацкая, Ю. Н. Исаков, Научно-исследовательский институт лесной генетики и селекции*

Методы биотехнологии используются для сохранения и воспроизводства представителей ценного генофонда видов берез, в том числе ка-

рельской (*Betula pendula Roth var carelica* Merkl.), трудноразмножаемых триплоидных форм тополя белого (*Populus alba L.*) и сереюще-

го (*Populus canescens* Sm.), продуктивных гибридов осины (*Populus tremula* L.); получения новых ценных форм на основе соматклональной изменчивости, мутагенеза *in vitro*, культуры изолированных пыльников; изучения причин и механизмов соматклональной изменчивости в культуре *in vitro*; изучения генетики развития растений. С использованием разработанных в НИИЛ-ГиС технологий клонального микроразмножения взрослых деревьев указанных пород были созданы опытные поликлоновые плантационные культуры хозяйственно-ценных генотипов (Табацкая, 2004; Машкина, 2005), возраст которых 8–15 лет.

Принято считать, что генетический статус растения сохраняется неизменным в процессе вегетативного размножения. Многолетние полевые испытания показали, что у микроразмноженных клонов в большинстве случаев сохранились специфичные для их исходных генотипов особенности роста, габитус, цитогенетические особенности. Клоны характеризовались относительной однородностью по высоте и диаметру, устойчивостью к болезням и вредителям. Однако у них проявились и новые свойства. Так, ценным свойством клонов березы карельской каллусного происхождения является более раннее (с 4–5 лет) и полное (у всех деревьев к 5–8-летнему возрасту) проявление внешних признаков узорчатости древесины по сравнению с растениями, полученными из культуры меристем и выращенными по обычной технологии – семенным путем (в 10–12, а иногда и 20 лет). Это доказывает эффективность и практическую ценность созданных технологий не только для воспроизводства, но и для сохранения ценных и уникальных генотипов путем создания коллекционных участков и поликлоновых плантаций (консервация *ex situ*), имеющих широкую генетическую основу, а соответственно, потенциальную устойчивость и адаптивность. Другая возможность консервации *ex situ* – создание и длительное (свыше 10–15 лет) поддержание растущей коллекции ценных генотипов в пробирочной культуре на питательных сре-

дах без гормонов и редком субкультивировании (Машкина, 2005).

Однако в процессе культивирования *in vitro* нами отмечены случаи соматклональной изменчивости, нарушающей единообразие клонов. Это наиболее характерно для березы карельской и проявлялось как на уровне отдельных пробирочных растений (например, формирующих вместо корней каллусоподобное образование), так и вегетирующих *in vivo* растений (появление среди клонов высокоствольной формы единичных карликов и многоствольных рамет). Возникающие вариации имели различия на морфологическом, цитогенетическом и физиолого-биохимическом уровнях. Их появление может быть связано с биологическими особенностями березы карельской (наличием и реализацией исходной, предсуществующей изменчивости по уровню пloidности и миксопloidии, содержанию и балансу эндогенных гормонов и др.), а также с индукцией дополнительной изменчивости под влиянием фитогормонов и условий культивирования, при перепрограммировании генома в процессе дедифференцировки и каллусообразования. Являясь источником расширения генетического разнообразия исходного материала, соматклональная изменчивость может быть использована в селекции для получения новых хозяйственно-ценных генотипов.

Метод культуры тканей используется нами для изучения генетики развития растений. Так, у рассеченно-листной формы березы повислой в ходе клонального микроразмножения у отдельных генотипов отмечены случаи изменения программы развития – реверсия к нормальной листовой пластинке (дикому типу). Обсуждаются возможные причины такой изменчивости.

Надо 8-9 строчек

## Разработка единого банка данных объектов ЕГСК

*М. М. Паленова, Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства*

*С. И. Чумаченко, Московский государственный университет леса*

*Д. В. Политов, Институт общей генетики РАН им. Н. Вавилова*

С начала интенсивных работ по созданию постоянной лесосеменной базы в нашей стране (1970-е годы) накоплен богатый научный и производственный опыт по закладке, формированию и содержанию селекционно-семеноводческих объектов в различных регионах России. Накопленный опыт нуждается в анализе и обобщении. В 2007 г. в рамках НИОКР Рослесхоза было разработано и отлажено программное обеспечение Единого банка данных, который предназначен для сбора, хранения, систематизации и представления данных об объектах единого генетико-селекционного комплекса (ЕГСК).

Единый банк данных объектов ЕГСК состоит из 109 связанных между собой таблиц. Входные формы повторяют формы паспортов объектов ЕГСК, работа с ними сопровождается большим набором справочников. Выходные формы организованы в виде реестров с интерактивной реализацией запросов по ключевым параметрам. В процессе тестирования программ создан Единый банк данных объектов ЕГСК для территории Московской обл. (по данным, предоставленным Рослесхозом). Для обеспечения возможности анализа пространственного распределения объектов ЕГСК разработан блок картографической визуализации данных. Основой отображения пространственно-распределенной информации об объектах ЕГСК является картосхема России. Для более детального (в разрезе регионов) отображения пространственно-распределенной информации об объектах ЕГСК подготовлен набор карт регионов РФ. На картосхемах отображаются все выбранные по запросу пользователя объекты ЕГСК. Работа с картосхемами организована в интерактивном режиме: переход на картосхему выбранного региона, переход на паспорт выбранно-

го объекта, «всплывающее окно» краткой информации об объекте и пр.

В связи с разработкой в 2007–2010 гг. в рамках НИОКР Рослесхоза подходов и методов генетической паспортизации лесосеменных объектов ЕГСК и новых принципов лесосеменного районирования хвойных пород (на базе молекулярных методов) созданы и протестированы входные формы для формирования Типовой базы данных по итогам генетической паспортизации объектов постоянной лесосеменной базы и природных популяций, которые могут быть связаны с информацией Единого банка данных объектов ЕГСК. Таким образом, например, для целей идентификации семян в банке данных (БД) можно легко найти информацию, описывающую генетический портрет объекта ЕГСК, что позволит достоверно сертифицировать партию семян.

Программное обеспечение Единого банка данных объектов ЕГСК разработано на специализированном языке программирования РНР, что позволило обеспечить удаленный ввод данных, их контроль, хранение и выдачу интегрированной информации с использованием современных информационных технологий и сети Интернет. Запланирован 3-уровневый доступ к банку данных:

1. Оператор ввода и коррекции первичных данных: ввод и первичный контроль данных (филиалы ФГУ «Рослесозащита» в регионах);
2. Оператор Единого банка данных объектов ЕГСК: регистрация пользователей, управление правами доступа, корректировка справочников, вторичный контроль данных и др. (ФГУ «Рослесозащита»);
3. Пользователь Единого банка данных объектов ЕГСК: мониторинг, просмотр отчетных форм и картосхем, анализ.

Рекомендуемые характеристики компьютеров и программного обеспечения для работы Единого банка данных объектов ЕГСК:

- Сервер: Процессор 4 ГГц 2 ядерный и выше, ОЗУ 4 Гб и больше.
- ОС Windows 2003 Server; Apache HTTP-сервер; IIS (Internet Information Services) версии 6.0; PHP (Hypertext Preprocessor) версии 4 и выше; Microsoft SQL Server 2000.
- Клиенты: Процессор 2 ГГц, Память 512 Мб. ОС MS Windows 2000 и выше; Internet Explorer 6.0 и старше.

Проведенный анализ процесса сбора и обработки информации об объектах ЕГСК показал необходимость введения географических координат в качестве обязательного параметра любого объекта ЕГСК; а также при регистрации нового объекта следует присваивать очередной порядковый номер для данного типа объектов ЕГСК, а не использовать освободившийся номер после списания какого-либо объекта, как это иногда практикуется.

Внедрение Единого банка данных объектов ЕГСК в производственную практику и управленческую деятельность позволит:

- обеспечить сбор и хранение в электронном виде в стандартизированной структуре разрозненного в настоящее время огромного объема информации об объектах ЕГСК;

- автоматизировать процесс подготовки отчетной документации и повысить оперативность аналитической работы;

- проводить анализ и мониторинг накопленной в Едином банке данных объектов ЕГСК информации с целью определения эффективности и целесообразности закладки новых объектов, а также списания старых объектов, сохранение которых нецелесообразно;

- распределить одну из самых трудоемких рутинных работ по вводу данных среди десятков человек, сохранив при этом целостность информации за счет автоматизированного контроля, который позволит исключить попадание в банк данных непроверенной или сомнительной информации.

Одной из перспектив информационного направления работ в области лесного семеноводства и генетики является расширение функционирующего сайта Единого банка данных объектов ЕГСК, который поможет сформировать единое информационное пространство для специалистов лесного семеноводства и лесной генетики. Функционирование такого сайта будет способствовать активному использованию информации об объектах генетико-селекционного комплекса в целях развития лесного семеноводства и сохранения генетического разнообразия лесов России, его устойчивого использования.

## Селекция и технология ускоренного выращивания быстрорастущих древесных пород на генетико-селекционной основе

*А. И. Чернодубов, А. И. Сиволапов,  
Воронежская государственная лесотехническая академия  
Т. А. Благодарова, Научно-исследовательский  
институт лесной генетики и селекции*

В районах интенсивного ведения лесного хозяйства необходим переход лесной селекции на интенсивное развитие, т. е. на сортовыведе-

ние. При искусственном лесоразведении сорта должны стать основными воспроизводимыми единицами «лесной продукции». Методы селек-

ции зависят от системы размножения изучаемой породы.

Селекция быстрорастущих древесных растений (тополя, ольхи, березы, лиственницы, сосны) средней полосы России основана на методах аналитической и синтетической селекции. В последние годы в Воронежской государственной лесотехнической академии получены и зарегистрированы Госкомиссией РФ по испытанию и охране селекционных достижений 2 сорта тополя сереющего: Хоперский 1 и тополь Приярский. Эти сорта созданы в результате улучшения отобранных в пойме рек Хопра и Дона крупнолистной и исполинской форм спонтанно-гибридогенного вида тополя сереющего. Быстрый рост, высокие продуктивность и устойчивость тополей обусловлены полиплоидной (миксоплоидной) природой, доказанной цитологическими и молекулярными исследованиями. В испытательных культурах полиплоидных тополей, созданных на деградированном черноземе Семилукского питомника, эти сорта отличаются быстрым ростом, длинным древесинным волокном, а тополь Приярский (мужской), кроме перечисленных достоинств, имеет плотность древесины как у дуба (более 600 кг/м<sup>3</sup>). Тополь Хоперский 1 рекомендуется для получения древесины на плантациях, для защитного лесоразведения при создании приовражных посадок (как корнеотпрысковый); тополь Приярский – во все типы посадок, для получения «белой» древесины высокой плотности. В Богучарском лесхозе 30-летние культуры гибридных тополей с плантации, созданной в 1977 г., используются как сырьевая база для единственно сохранившегося в ЦЧР сувенирного цеха.

Технология выращивания посадочного материала и создания целевых плантационных культур заключается в следующем:

- создание маточной плантации;
- получение черенковых саженцев традиционными методами или путем *in vitro*;
- подбор площадей с достаточно плодородными и влажными почвами;
- обработка почвы;

- маркировка участка;
- посадка саженцев оптимальной густоты;
- уход за почвой (рыхление и удаление сорняков);

- уход за стволами деревьев (удаление боковых ветвей);

рубка деревьев возможна в 15 лет, ожидаемый запас (Сиволапов, 2005) древесины сортов тополя на деградированном черноземе – около 300 м<sup>3</sup>/га.

Ускорение роста деревьев обусловлено созданием оптимальных условий роста для генотипа, т. е. сорт тополя проявит лучшие качества на плодородных влажных почвах при хороших агротехнических уходах.

В географических культурах под Воронежем выделены лучшие сорта-популяции (экоотипы), рекомендованные для производства культуры березы (В. К. Поповым), лиственницы (Р. И. Дерюжкиным), сосны (М. М. Вересиним, А. И. Чернодубовым). У ольхи черной Т. А. Благодаровой (НИИЛГиС) в Центральном Черноземье выделен генетический резерват, отобраны плюсовые деревья, заложены испытательные культуры, получено гибридное потомство. В результате внутривидовых и отдаленных скрещиваний ольхи серой получен сорт ольха воронежская для декоративных посадок, изучены способы размножения. Этот сорт внедряется в озеленительные посадки.

нужны строки или картинка

## Получение посадочного материала быстрорастущих форм осины с использованием метода *in vitro* и закладка плантаций

*Д. А. Шабунин, В. А. Подольская, Н. А. Бовичева Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства*

Для плантационного лесовыращивания необходимо посадочный материал с гарантированно высокими наследственными свойствами, обеспечивающими повышенные темпы роста посадок и требуемое качество древесины. Одним из наиболее перспективных мест для создания таких плантаций являются заброшенные сельскохозяйственные земли.

В последние годы все чаще появляются сведения о выращивании в Европе лесных древесных пород на бывших сельскохозяйственных землях. По данным польских [6, 8] и финских [7] исследователей, выращивание лиственных-хвойных насаждений на бывших сельскохозяйственных угодьях широко распространено в этих странах, а в Финляндии оно оказалось прибыльным для фермеров. В России рекультивация таких земель является актуальной и экономически целесообразной: эффективность этого мероприятия обеспечивается тем, что вместо низкопродуктивного самосева древесных и кустарниковых пород на этих землях будут выращены элитные деревья высокого качества.

Следует учесть, что хвойные породы мало пригодны для этих целей из-за подверженности поражению корневой губкой и более длительного срока выращивания. Из лиственных пород в условиях Северо-Запада России наиболее производительные насаждения образуют береза (*Betula pendula* Roth) и осина (*Populus tremula* L.).

Высококачественный посадочный материал лиственных пород требуется не только для заброшенных сельскохозяйственных земель, но и для лесовосстановления на местах сплошных санитарных рубок в хвойных насаждениях, зараженных корневыми гнилями.

Получить посадочный материал березы можно традиционным способом – путем сбора семян и посева их в питомник. Размножить осину семенами – крайне трудная задача, так как они сохраняют всхожесть всего несколько часов. Также следует учесть, что при размножении наиболее перспективных (устойчивых к сердцевинной гнили и быстрорастущих) клонов осины семенным путем полученное потомство будет наследовать эти ценные качества лишь частично. Вегетативное размножение осины путем черенкования затруднено из-за ее плохой укореняемости. Кроме того, при черенковании существует опасность распространения скрытых инфекций, которые проявляются уже в лесных культурах. Разработка и применение технологии размножения ценных клонов осины методом *in vitro* позволяет преодолеть эти трудности.

Лесные древесные породы являются самым трудным объектом выращивания методом культуры ткани, но он имеет свои преимущества: независимость размножения от вегетационного периода и естественного ритма цветения, возможность производить неограниченное количество растений одного клона и поддерживать коллекцию клонов с ценными генетическими свойствами. Такой технологии выращивания посадочного материала улучшенного качества уделяют внимание и придают большое значение зарубежные авторы [4, 5]. Так, например, вегетативное размножение методом культуры ткани для массового возобновления генетически улучшенных пород входило в комплекс задач программы лесовосстановления Канады [5].

В России также освоен этот метод получения регенерантов древесных лесных пород. В частно-

сти, в Санкт-Петербургском НИИ лесного хозяйства проводятся опыты по микроклональному размножению элитной осины. Эта порода, по мнению известных русских лесоводов [2, 3], незаслуженно забыта, несмотря на многие преимущества по сравнению с другими породами. Она быстрорастущая, долговечная в постройках и легко поддается обработке.

Для получения регенерантов осины в СПбНИИЛХ были использованы триплоидные, высокопродуктивные клоны элитной осины из коллекций Костромской ЛОС и Ивантеевского питомника (Московская обл.). Основные преимущества этих клонов: быстрый рост и устойчивость к сердцевинной гнили. Схема получения регенерантов осины:

- эксплантация исходного материала (сегменты веток, почки) на питательную среду;
- инициация появления и роста микропобегов.

- размножение микропобегов методом микрочеренкования в условиях *in vitro*;

- укоренение размноженных микропобегов.

- высадка регенерантов в почву.

Для массового производства посадочного материала проводится многократное микрочеренкование побегов, полученных в культуре *in vitro*, которые в дальнейшем, по мере роста, укореняются и высаживаются в почву.

Поддержание культуры в условиях *in vitro* методом микрочеренкования (на примере березы и тополя) может осуществляться в течение многих лет, при этом полученные растения стабильно сохраняют все признаки, характерные для исходного экземпляра [1]. Этот метод позволяет поддерживать коллекцию ценных древесных пород и получать любое количество регенерантов, когда это будет необходимо. В лаборатории лесовосстановления СПбНИИЛХ были введе-

ны в культуру *in vitro* следующие устойчивые к гнили и быстрорастущие клоны осины: № 15, 30, 34, 35, 36.

Таким образом, владея методом культуры изолированных тканей, можно получать в неограниченном количестве посадочный материал древесных растений, обладающих определенными нужными свойствами, особенно тех пород, которые плохо или совсем не размножаются традиционными способами.

Промышленное выращивание осины и березы на заброшенных сельскохозяйственных угодьях позволит увеличить занятость местного населения в депрессивных регионах и получать дополнительные средства для развития сельского хозяйства.

В лаборатории лесовосстановления СПбНИИЛХ разработана технология микроклонального размножения элитных клонов осины. На ее основе были получены опытные партии посадочного материала и заложены опытные участки лесных культур в Бокситогорском лесхозе, опытном лесхозе «Сиверский лес», а также в Ломоносовском лесхозе (Ленинградская обл.).

Наблюдения за ходом роста триплоидной осины в опытном лесхозе «Сиверский лес» показали, что за 2 года она выходит из-под затеняющего воздействия высокой конкурирующей травянистой растительности. За это время плужные отвалы, в откос которых проводилась посадка культур, еще не успевают зарости травянистой растительностью. Таким образом, посадки осины в богатых (кисличных) условиях местопроизрастания не нуждаются в уходах типа «отаптывание». Высокие темпы роста осины, наблюдаемые в первые 2 года, позволяют надеяться на высокую конкурентоспособность посадок в будущем.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Машкина, О. С. Длительное микрочеренкование для массового клонального размножения карельской березы и тополя / О. С. Машкина, Т. М. Табацкая, Л. М. Стародубцева // Физиология растений. – 1999. – Т. 46. – № 6. – С. 950–952.

2. Ткаченко, М. Е. Лесоводство / М. Е. Ткаченко. – М.-Л. : Гослесбумиздат, 1955. – С. 250–259.
3. Яблоков, А. С. Воспитание и разведение здоровой осины / А. С. Яблоков. – М.-Л. : Гослесбумиздат, 1963. – 439 с.
4. Brown C. L. Forest as Energy Sours in the Year 2000 / C. L. Brown // Journal of Forestry. – V. 74. – № 1. – 1976. – P. 74–77.
5. Hasnain, S. Tissue culture in forestry: economic and genetic potential / S. Hasnain, W. Cheliah // Forestry Chronicle. – V. 62. – № 4. – P. 219–225.
6. Jakubowski G., Mozliwosci intensywnei uprawy sosny i hrzozy na gruntach porotnych / G. Jakubowski, K. Sobczak // Prace instytutu badawczego lenictwa. – Seria A. – №. 882. – Warszawa, 1999. – С. 61–93.
7. Niskonen A. The Financial and Economic Profitability of Field Afforestation in Finland / A. Niskonen // Silva Fennica. – V. 33(2). – 1999. – P. 145–157.
8. Zaleski A., Kantorowicz W. Przydatnosc roznego typu sadzonek do zakladnia uprav plantacyinyh iedlicy i na gruntach porolnich // Prace instytutu badawczego lenictwa. Seria A, Nr 816. Warszawa, 1996. – С. 81–99.

## Феногенетические пути исследования популяций древесных растений для целей лесной селекции

*М. В. Придня, А. В. Ромашин, Научно-исследовательский институт горного лесоводства и экологии леса*  
*В. Е. Падутов, Институт леса НАН Беларуси*

Принципы и методы фенетики популяций удовлетворяют требованиям исследования популяций древнетретичных реликтов. Фенами являются качественные, филогенетические, альтернативные признаки, проявляющиеся дискретно. У пихты кавказской определены фены: цельность и выемчатость хвои осевого побега. У бука восточного – краспедодромность и брохиодромность листа, пластинчатые (листовидные) и шиловидные придатки купул, лопастность и зубчатость околоцветников тычиночных цветков, сочетание которых дает 8 фенотипов.

Для основных лесообразующих древесных пород Западного Кавказа (пихта кавказская, бук восточный и каштан посевной) характерны спе-

цифические поселения семей, под которыми понимаются естественные группы близкородственных особей, состоящие из родителей (или одного из них) и всех генераций потомства.

Цельнолистный фенотип пихты (*Abies nordmanniana* (Steven) Spach) превышает по продуктивности выемчатолистный в 1,5–2,0 раза и имеет селективное преимущество благодаря повышенной выживаемости. Связь формы края хвои с темпом роста подчиняется закону гомологических рядов в наследственной изменчивости, что свидетельствует о высокой степени проявления генотипов.

Увеличение частоты цельнолистного фенотипа в старших возрастных генерациях семей (и популяций) и его селективное преимущество по-

казывают направленность отбора в его пользу. Выход семей за пределы исходного биогеоценоза и ценоареала ведет к микроэволюционным и динамическим эффектам – смене фитоценозов и формаций.

Фенотипический состав популяций пихты преобразуется соответственно этапам развития буково-пихтовой формации. На этапе доминирования бука доля цельнолистного фенотипа существенно больше, чем на этапе доминирования пихты. Успешность выживания филогенетически прогрессивного фенотипа в современных популяциях характеризует связь филогенеза с микроэволюцией и обуславливает устойчивость популяции пихты кавказской в современных фитоценозах.

Фенотипический состав популяций бука (*Fagus orientalis* Lipsky) связан с высотной поясностью. В обеих провинциях от низнегорья до субальпийского пояса доминирование постепенно переходит от брохиодромного к краспедодромному фенотипу. С высотой увеличивается участие признаков бука европейского и уменьшается – восточного. Высотные соотношения фенотипов бука сохраняются по всему его ареалу на Кавказе, при этом повышается концентрация брохиодромного фенотипа в восточном направлении от колхидских лесов, что согласуется с убыванием частот признаков бука европейского в этом направлении. Брохиодромность более характерна для бука восточного. Современный этап микроэволюции протекает с включением анцестральных признаков дотретичных буков (краспедодромность), свойственных ныне филогенетически удаленным видам. В этом проявляется связь микроэволюции и филогенеза.

По изменчивости признаков фенотипов у бука прослеживаются 3 линии дифференциации популяций: между этапами развития лесных фитоценозов, определяемых по доминантам; между лесным и субальпийским поясами; между фитогеографическими провинциями.

Для проведения изоферментного и морфологического анализа каштана собрано и обработано 72 проб побегов и почек (*Castanea sativa*

Miller) в трех популяциях Черноморского побережья Кавказа: 1) Мзымтинской (хр. Псегако, 940 м над ур. моря, 43° 42,629' N, 40° 18,506' E в системе UTM 37T, 23 образца), 2) Шахинской (ур. Верхнее Лоо, 673 м над ур. моря, 43° 46,540' N, 39° 39.326' E, 16 образцов) и 3) Лазаревской (ур. Аул Тхагапш, 181 м над ур. моря, 43° 57,851' N, 39° 26.795' E, 35 образца; и ур. Черноморка, 43° 56,557' N, 39° 19.967' E, 8 образцов). Расстояние между популяциями Мзымтинской и Шахинской – 57 км, между Шахинской и Лазаревской – 31 км.

Разделение ферментов проводили гелевым электрофорезом.

В течение года у тех же деревьев измеряли морфологические признаки (ствол, листья и плоды). Стволы фотографировали от основания до кроны, а также крупным планом у основания ствола для выделения фенотипов по коре. Ранее (Коркешко, 1973) в популяциях каштана отмечались 2 альтернативных фенотипических признака по коре ствола: мелкотрещиноватая и грубобороздчатая. В настоящий момент кору оценивали по балльной шкале: 1 – мелкотрещиноватая, 2 – переходная, 3 – грубобороздчатая.

Фиксировалось направление (по часовой и против часовой стрелки) и по балльной шкале степень свилеватости ствола (от 0 до  $\pm 2$ ), покрытие ствола мхом (в %), как индикатор влажности мест произрастания. Отдельно в баллах оценивалось наличие «наплывов» с водяными побегами на стволе и «капов»: 0 – отсутствие, 1 – мелкие утолщения со множеством водяных побегов (менее 20 см в диаметре), 2 – средние капы (от 20 до 50 см), 3 – крупные (>0,5 м).

С каждого дерева методом рандомизации проводился отбор 25 плодов, которые взвешивались. По балльной шкале оценивалась окраска кожуры (от 1 – светло-коричневая, 2 – коричневая, 3 – темно-коричневая и 4 – черная), подсчитывалось число жилок на плоской стороне плодов, оценивалась их поврежденность.

При обработке результатов выявилась высокая корреляция длины листа с шириной и числом пар жилок на лист ( $r = 0,90$  ;  $a = 0,01$ ). Получен-

ные результаты обработаны стандартными статистическими методами, различие средних проведено с использованием критерия Стьюдента (Плохинский, 1981).

Положительное среднее значение говорит о некотором недостатке гетерозигот в исследованных насаждениях. Коэффициент FIT варьирует в пределах от -0,057 по Lar до 0,626 по Dia-1 и равняется в среднем 0,062, что также указывает на 6%-й избыток гетерозигот в целом по всем популяциям, если рассматривать их как единое целое. Параметры FST и GST, определяющие подразделенность, имеют невысокие значения – 0,017 и 0,018 соответственно, т. е. около 98% всей изменчивости находится внутри популяций и только около 2% приходится на межпопуляционную изменчивость. Это подтверждает обоснованность формирования объектов ПЛСБ на популяционной основе.

Коэффициент генетической дистанции Nei имел наименьшее значение DN, равное 0,029 (между 1-й и 2-й популяциями), а наибольшее – между 2-й и 3-й популяциями (0,051). Между 1-й и 3-й популяциями значение равно 0,037. Средняя величина DN для всех исследованных популяций – 0,039.

В целом эти данные свидетельствуют о сходстве рассмотренных ценопопуляций каштана на относительно коротком отрезке их протяженности вдоль Черного моря. Они могут служить основой для дальнейших сравнений с более удаленными ценопопуляциями.

По размерам плодов достоверно различаются лишь 2-я (Верхнее Лоо, Шахинская) и 3-я (Аул Тхагапш и ур. Черноморка, Лазаревская) популяции.

Обе сравниваемые пары популяций различаются с высокой достоверностью лишь по длине листа. Таким образом, в целом по морфологическим признакам можно сделать вывод о невысокой изменчивости в исследованных популяциях, что подтверждают и данные изоферментного анализа.

Наиболее изменчивой при сравнении коэффициентов варьирования оказалась свилеватость ствола (326–1429%). Следующей по измен-

чивости была масса плодов (107–115%), далее следуют – наличие капов (0–82%), листовой индекс (12–65%), санитарное состояние (20–41%), диаметр ствола (30–38%), затем структура коры (10–45%), цвет плодов (15–23%), длина листьев (17–21%), вытянутость листа (10–19%) и число пар жилок (10–16%).

По размаху варьирования стволовых признаков выделяются 3-я и 2-я популяции, по изменчивости листьев – 2-я, по изменчивости плодов – 3-я, по варьированию высотного диапазона размещения обследованных деревьев – 3-я, по варьированию условий увлажнения приземного слоя воздуха – 1-я популяция.

Повышенная суммарная морфологическая изменчивость Шахинской и Лазаревской популяций, по-видимому, связана с большей подвижностью генов в условиях меньшей пересеченности местности и поэтому более высокой подвижностью консортов каштана: популяций лесных зверей и крупных птиц и местного населения, ведущего селекцию этого вида. В этом определенную роль играет и большая подвижность опылителей-насекомых в низкогорной местности с более теплым климатом, чем в среднегорье.

Анализ коэффициентов варьирования годовых осадков и среднегодовых температур на трех метеостанциях в районе наших исследований («Сочи» – 31 м над ур. моря, «Аибга», НИ-Игорлесэкол – 650 м и «Джуга», КПГБЗ – 2016 м) показывает их закономерный рост с высотой над уровнем моря (по температуре – в 4,6 раза, с 4,4% до 24,1%), что согласуется с полученными данными изоферментного анализа и варьированием покрытия ствола обследованных деревьев мхами.

Наложение изменчивости абиотических и биотических факторов показывает более высокую морфологическую изменчивость во 2-й, несколько меньше – в 3-й и самую низкую – в 1-й популяции. Эти данные не противоречат результатам изоферментного анализа, показавшим большую изменчивость 1-й, а, затем – 2-й популяций, так как размах морфологической изменчивости не всегда однозначно отражает геноти-

пическую: из-за различия диапазона нормы реакции признаков и популяций.

Сопоставление трех самых крупных по плодам деревьев каштана: № 18, 25 (1-я популяция) и 42 (2-я) показывает, что эти деревья отличаются листовым индексом выше среднего значения, темным цветом плодов, грубобороздчатой корой и отсутствием свилеватости ствола, средним возрастом (70–80 лет). По изоферментному анализу они характеризовались гетерозиготностью по гену DIA-1 (1,00/1,15), а деревья № 25 и 42 – также гетерозиготностью по гену PGM (1,00/0,95).

В горных условиях формируются сложные структуры популяций. В связи с включением в качестве факторов их становления и развития комплекса вариаций эдафических и климатических условий, связанных с высотной поясностью, формируется и специфическая иерархия популяций.

Для обоснования оптимального объема лесосеменного района имеет значение выявление фенологических ритмов местных географических популяций, адекватных определенным географическим ландшафтам. Разумеется, выявить феноритмы основных популяций пихты кавказской на ее обширном ареале, охватывающем ряд субъектов РФ и зарубежных стран, в короткие сроки не представляется возможным. Однако ценные результаты получены в ходе работ по выращиванию «рождественских деревьев», которые могут рассматриваться как итог испытания потомства географических популяций пихты кавказской на анализирующем фоне в древесной школе в Западной Европе (г. Мюнстер, Германия). Решающее влияние на время начала раскрытия почек саженцев пихты кавказской, как показали проведенные там опыты, имела широта происхождения ее популяций.

Потомства из этих областей происхождения показывают значительную изменчивость по многим признакам. В многочисленных исследованиях с пробами семян, которые собраны в различных природных областях, было показано, что генетические дифференциации существовали

только между отдельными популяциями – происхождением из различных районов Большого и Малого Кавказа, а также с Понтических гор в Турции. Генетические различия между семенными насаждениями одной и той же области роста слишком незначительны и часто зависят от многих факторов, например прилет пыльцы из других насаждений, который может варьировать из года в год.

Разнообразные попытки с многочисленными изоэнзим-системами показали, что контролируемые локусы следующих 4-х систем позволяют выявить самый большой размах по дифференциации: глутаматоксалацетата-трансаминазы (GOT-A, GOT-B, GOT-C), фосфоглюкозы-изомеразы (PGI-A, PGI-B), гексакиназы (HEK-A), глутамата-дегидрогеназы (GDH-A). В этом локусе частоты аллелей (например, GOT-B1 или PGI-A2) устанавливались в выборках семян, эти частоты использовались для расчета меры дистанции ( $d_0$ ) и значения дистанции к построению схемы подобия. Построенная UPGMA-дендрограмма, показала клинальное варьирование от Западного Кавказа до Понтических гор.

Таким образом, опыты с испытательными культурами бука восточного и пихты кавказской показывают, что деление на лесорастительные районы Северного Кавказа с шагом примерно 1–1,5° северной долготы с позиций физико-географического деления Большого Кавказа принципиально обосновано, но, в то же время, вариант нового районирования, в том числе и для бука восточного и пихты кавказской, свидетельствует о неравноценности районов в пределах ареала. Поэтому мы считаем, что районирование должно совершенствоваться на основе аналогичных исследований, проведенных и в других участках ареалов районированных видов. Полученный материал позволяет вести целенаправленный отбор и высокопродуктивных популяций, и генотипов основных лесобразующих древесных пород Кавказа, включая выявленный кистевидный многоплодный фенотип каштана посевного, а также устойчивые его популяции к болезням.

## Традиционная лесная селекция и инновационные генетические технологии в лесном хозяйстве

*М. В. Rogozin, С. В. Боронникова, Пермский государственный университет*

Леса покрывают 67% территории Пермского края. Из общей площади лесов хвойные леса составляют около 60%. Пермский край интересен тем, что находится в зоне интрогрессии двух видов ели (*Picea abies* L. и *Picea obovata* Ledeb.). В Пермском крае выделено 86 генетических резерватов ценных древесных видов растений, среди них 2 уникальных генетических резервата тополя дрожащего, или осины [2].

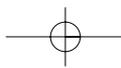
Исследования по лесной селекции в Пермском крае проводятся ЕНИ ПГУ с 1977 г.: созданы объекты ЕГСК, проведена закладка испытательных культур и ЛСП на общей площади 26,8 га (таблица). Традиционный отбор основан на выделении лучших семей в серии испытаний потомства среди множества вариантов. У ели сибирской испытывалось в общей сложности 1108 семей. Опыты заложены семенами урожаев 1982, 1986 и 1993 гг. от 453 плюсовых и 72 обычных (контрольных) деревьев. Плюсовые деревья отбирались в естественных популяциях (301 дерево) и в лесных культурах (152 дерева) на 12 участках. Изучение их потомства в 8-летнем возрасте показало, что семьи плюсовых деревьев растут лучше контроля на 9–12%, и «плюсовая» селекция ели, как один из методов традиционного массового отбора, в популяциях региона вполне оправдана. Индивидуальный отбор позволит поднять превышения группы

лучших семей над контролем до 18–30% [3, 4]. Необходимо продолжить изучение этих массовых опытов в настоящее время уже в 20-летнем возрасте. Планируется отбор до 60 лучших семей, а в них – до 600 маточных деревьев, которые будут использованы как исходный материал для закладки ЛСП второго порядка. Объем материала достаточен и для молекулярно-генетического анализа ДНК в группах лучших и контрольных семей.

Анализ молекулярно-генетического полиморфизма ДНК с использованием молекулярно-генетических маркеров, как первой ступени определения уровня генетического разнообразия, двух популяций тополя дрожащего проводится в молекулярно-генетической лаборатории Пермского государственного университета (ПГУ). На примере редких ресурсных видов растений Пермского края разработан и апробирован подход определения уровня генетического разнообразия популяций с использованием ISSR- и IRAP-маркеров [1]. ПГУ располагает кадровым потенциалом, уникальным оборудованием, закупленным в ходе реализации национального проекта «Образование», опытом генетико-селекционной работы в лесном хозяйстве. Все это можно будет использовать для развития как традиционных, так и инновационных направлений выявления и использования потенциала лесных ресурсов.

Испытательные культуры ели сибирской в Пермском крае, заложенные лабораторией экологии леса

Местонахождение		квартал	Площадь, га	Год закладки	Категория объекта ЕГСК	Количество вариантов, шт.			Повторность	Высажено		
лесхоз	лесничество					семей		контроль		делянок, шт.	растений, тыс. шт.	
		«+» дер.	«норм» и «-» дер.	всего								
Ильинский	Ильинское	41	11,0	1991	ЛСП	448	72	520	28	5-6	2848	22,4
Оханский	Юго-Камское	5	8,0	1991	испытат. культуры	398	64	462	23	5-8	1711	16,1
Пермский	Пермское	35, 36	5,4	1988	ЛСП	44	–	44	4	22	960	2,5
	Пермское	29	2,4	1996	ЛСП	82	–	82	4	6-8	553	2,6
Итого:			26,8					1108			6072	43,6



### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

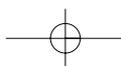
1. Боронникова, С. В. Популяционно-генетический мониторинг генофондов редких ресурсных видов растений Пермского края / С. В. Боронникова // Флора Урала в пределах бывшей Пермской губернии и ее охрана : матер. межрегиональной конф., посвященной 140-летию со дня рождения П. В. Сюзева. – Пермь, 2007. – С.37–43.
2. Рогозин, М. В. К обоснованию необходимого количества лесных генетических резерватов для Пермского края / М. В. Рогозин, А. Ю. Запоров, А. В. Жекин // Вестник Пермского университета ; сер. Биология. Вып. 5 – Пермь, 2007. – С. 161–171.
3. Рогозин, М. В. Итоги 8-летних испытаний 525 семей ели сибирской в Пермском крае / М. В. Рогозин // Лесн. хоз-во. – № 1. – 2008. – С. 37–38.
4. Рогозин, М. В. Самый крупный массив культур ели Ф.А. Теплоухова на Урале как объект исследований в лесной селекции и генетике / М. В. Рогозин // Проблемы озеленения городов и развития лесного комплекса : матер. науч.-технич. конф., посвященной 160-летию Ф. А. Теплоухова. – Пермь, 2005. – С. 42–55.

## Генетические ресурсы 5-хвойных сосен России: комплексное исследование, резервация и использование для целей селекции

*Е. А. Петрова, С. Н. Горошкевич, Институт мониторинга климатических и экологических систем, Сибирское отделение РАН*

Подрод *Strobus* рода *Pinus* (5-хвойные сосны) имеет огромное значение в экосистемах Северного полушария планеты. Виды древесных пород, относящиеся к данному подроду, в настоящее время распространены от тропического до субарктического пояса и имеют различный филогенетический статус – от вымирающих, с реликтовыми ареалами, до процветающих, с огромными и продолжающими расширяться ареалами. Само распространение древесных видов пород показывает, что дивергенция двух подсекций обусловлена, главным образом, климатическими факторами. Виды из более древней подсекции *Strobi* (сосна веймутова) распространены, главным образом, в тропиках, субтропиках и южной половине умеренного пояса. Виды относительно молодой

подсекции *Cembrae* (сосна кедровая), напротив, в основном приурочены к бореальной зоне и горно-таежному поясу гор в умеренных широтах. Многие из них генетически совместимы, что позволяет утверждать – генофонд 5-хвойных сосен представляет собой единое целое. Широко распространенный на территории России вид 5-хвойных сосен – сосна кедровая сибирская (кедр сибирский) – является наиболее ценной лесообразующей древесной породой таежной зоны и занимает особое место в экосистемах Сибири, а также в жизни ее населения. Это в значительной мере связано с орехоплодностью, которая ставит кедр в основу трофических цепей природных комплексов и делает его источником ценного пищевого продукта. Генофонд кедр сибирского, а также других россий-



ских видов кедровых сосен (кедра корейского, кедрового стланика), как совокупность наследственного материала, обеспечивающего адаптацию к широкому спектру климатических условий и продуктивность насаждений, является ценным ресурсом, всестороннее изучение и анализ состояния которого необходимы для разработки системы ведения хозяйства в кедровых лесах.

Лаборатория дендроэкологии ИМКЭС СО РАН (ранее Лаборатория роста и плодоношения древесных растений Института леса СО РАН) на протяжении последних 45 лет является ведущим в России научным коллективом по репродуктивной и популяционной биологии кедровых сосен, исследованию и использованию их разнообразия, включая весь комплекс работ по селекции сортов. Основная цель работ коллектива – исследование характера и природы всех форм разнообразия лесных древесных растений, их адаптации к климату и реакции на изменение природной среды, разработка новых методов их селекции и технологии выращивания. Основой фундаментальных исследований лаборатории воздействия климатических факторов на древесные растения являются:

комплексное исследование взаимодействия между древесными растениями и климатом на специальных экспериментальных объектах;

проведение фундаментальных исследований в области репродуктивной биологии древесных растений и разработка принципов введения кедра в культуру как орехоплодного вида;

резервация генофонда 5-хвойных сосен в клоновых архивах и испытательных культурах, исследование всех форм их разнообразия *ex situ*;

проведение комплекса мероприятий по селекции лесных древесных растений, выведение сортов для плантационного выращивания и ландшафтного дизайна.

Часть работ, имеющих прикладной характер, позволила обосновать новые принципы выбора направлений и методов селекции, а также поиска в природных и искусственных популяциях исходного материала для выведения сортов. Работы по практической селекции про-

водились совместно с Томским селекционно-семенным лесным предприятием. В результате были выделены генетические резерваты, отобраны плюсовые деревья, разработана и апробирована технология выращивания кедра сибирского, созданы прививочные плантации и испытательные культуры. Значительная часть фундаментальных и все прикладные исследования проводятся на научном стационаре ИМКЭС СО РАН «Кедр», который активно развивается в последние 15 лет. Для исследования и использования генофонда 5-хвойных сосен на стационаре собрана уникальная для Сибири коллекция из более 700 клонов 18 видов. С целью изучения совместимости и получения новых генетических комбинаций проводятся контролируемые межвидовые скрещивания. Общая площадь научных объектов на территории стационара – 4,8 га, в том числе селекционный питомник – 1,9 га (посевное отделение – 0,4 га, школьное отделение – 0,7, полигон дорастивания растений в контейнерах – 0,8 га), испытательные географические культуры – 1,1 га и клоновый архив – 1,8 га.

Наиболее широко в архиве представлен кедр сибирский, более 30 экотипов которого организованы в несколько логических совокупностей: широтный профиль, долготный профиль, несколько высотных и экологических (лесоболотных) профилей. Это позволяет исследовать структуру вида, привязав ее к эколого-географической системе координат, а на основании комплексных многолетних наблюдений, фундаментальных исследований в области экологии, морфологии, физиологии и генетики охарактеризовать различные аспекты внутривидового разнообразия. Кроме того, многолетние исследования внутривидового разнообразия кедра сибирского проводятся в производственных культурах разного возраста, созданных различными способами и в разной степени обеспеченных уходом, в полустественных насаждениях – припоселковых кедровниках, а также в экологическом ряду естественных кедровников – от низкопродуктивных болотных до высокопродуктивных суходольных. Во всех типах насажде-

ний заложены постоянные пробные площади, ведутся многолетние наблюдения за режимом почв и растительностью, ростом и плодоношением деревьев.

Важнейшим результатом этой работы является коллекция уникальных генотипов сосен кедровых, перспективных для использования в селекционных программах и проходящих в настоящее время испытание как будущие сорта-клоны и сорта-линии. Для выведения сорта даже у однолетних сельскохозяйственных растений требуется в лучшем случае 7–8 лет. Тем не менее, работы по селекции кедра уже принесли первые плоды. Имеющиеся перспективные генотипы (размножаются прививкой сортового черенка на «дичок») довольно разнообразны по своим свойствам. Уже отобраны скороплодные, обильно плодоносящие, крупношишечные, крупносеменные, тонкоскорлуповые «сорта» с обычной (как у кедра, произрастающего в естественных условиях) скоростью роста. Они

плодоносят сразу же после прививки на хороший подвой, устойчивы, существенно превосходят обычные деревья по семенной продуктивности и качеству урожая.

Другим направлением в селекции кедра является отбор медленнорастущих генотипов, поскольку высота обычного взрослого растения составляет около 20 м, а площадь горизонтальной проекции кроны – около 100 м<sup>2</sup>, что затрудняет добычу ореха. Нами проводится работа по выведению скороплодных и урожайных сортов с замедленной скоростью роста. Селекцию привойных низкорослых сортов предлагается вести на основе так называемых «ведьминых метел» – очень редко встречающихся в природе образований с замедленным ростом и интенсивным ветвлением, которые, предположительно, являются соматической мутацией. В нашем распоряжении уже есть «сорта», которые рано и обильно плодоносят, а растут в 4–5 раз медленнее обычного кедра. Размер шишек этих клонов – средний и чуть меньше среднего, качество семян – обычное (на фото – 3-летняя прививка одного из низкорослых скороплодных клонов).

Таким образом, проведенные коллективом лаборатории дендрэкологии ИМКЭС СО РАН исследования репродуктивной и популяционной биологии сосен кедровых, их генетического разнообразия являются основой для изучения генетических ресурсов 5-хвойных сосен. Для продолжения этих исследований и их полноценного воплощения в практику необходима комплексная долговременная программа исследования структуры генофонда сосен кедровых России, его резервации *ex situ* и использования для целей интенсивной селекции продуктивных и устойчивых сортов. Непременным условием реализации такой программы является привлечение новейших наукоемких технологий, в частности методов молекулярной генетики, для характеристики эколого-географической дифференциации видов, генетической паспортизации перспективных сортов-клонов и поиска ассоциаций молекулярных маркеров и хозяйственно-ценных признаков.



## Перспективы создания плантаций целевого назначения на землях, вышедших из-под сельскохозяйственного использования в Костромской обл.

*В. А. Корякин,  
Костромская лесная опытная станция*

Сельское хозяйство в нечерноземной зоне европейской части Российской Федерации сильно пострадало от экономического кризиса и значительно сократило пользование земельными ресурсами. Так, только в Костромской обл. за последние 20 лет из эксплуатации выведено более 250 тыс. га сельскохозяйственных угодий. Значительная часть угодий из-за отсутствия своевременного ухода стала зарастать лесом, другая часть представляет в настоящее время пустыри.

На Костромской лесной опытной станции изучались особенности и характер возобновления древесных пород на землях, не используемых в сельскохозяйственном производстве, и определялись природно-экономические условия и сроки, при достижении которых сельскохозяйственные угодья утрачивают свое значение для сельского хозяйства и могут быть переведены в лесной фонд.

По результатам изучения состава естественного возобновления леса на землях, вышедших из-под сельскохозяйственного использования, можно отметить, что в основном на бывших сельхозугодьях формируются смешанные насаждения со значительным участием в составе мягколиственных пород. В таких насаждениях главной породой является береза, участие которой в составе, как правило, не менее 40%. Береза в большинстве случаев равномерно распределяется по площади и за считанные годы (от 3 до 6 лет) образует высокополнотное насаждение.

В ходе проведения исследований было установлено, что характер возобновления ели на сельскохозяйственных угодьях не имеет выраженной тенденции. Выявлены как участки, где наблюдается сплошное возобновление ели по

всей площади участка, так и участки, где возобновление ели имеет куртинный характер.

При изучении естественного возобновления сосны на бывших сельскохозяйственных угодьях было установлено, что на обследованных территориях чистые сосновые насаждения формируются только на бедных сухих почвах, с опушками, представленными чистыми сосновыми насаждениями. Смешанные насаждения с участием сосны образуются во всех типах почвенно-грунтовых условий. Причем доля сосны в смешанных насаждениях варьирует от 5 до 70%. Выявлены случаи повреждения сосны майским хрущом и сосновым вертуном.

При исследовании характера возобновления леса на сельскохозяйственных угодьях было выявлено, что в первые годы зарастания массовое возобновление наблюдается в микропонижениях рельефа, как правило, на участках, где проводилась вспашка «вразвал». В этом случае образуются куртины возобновления, имеющие вытянутую форму. Вызвано это, скорее всего, смыванием семян древесных растений в микропонижения рельефа потоками талых вод.

Рассматривая проблему возобновления леса на бывших сельскохозяйственных угодьях с точки зрения лесного хозяйства, необходимо отметить, что быстрое и равномерное возобновление леса наблюдается на полях, площадь которых не превышает 10 га. Кроме того, на скорость зарастания угодий влияет и форма поля, и его ориентация в пространстве, и характеристика опушки леса.

Угодья, на которых процесс естественного возобновления хозяйственно-ценными породами протекает недостаточно эффективно, необхо-

димо создавать плантации целевого назначения ели, сосны и березы карельской. Кроме этого, путем проведения содействия естественному возобновлению леса и рубок ухода можно сформи-

ровать из молодняков, выросших на бывших сельскохозяйственных угодьях, целевые насаждения березы на производство фанеры, ели и сосны – пиловочника.

## Создание плантаций ягодных растений на выработанных торфяниках

*Г. В. Тяк, Костромская лесная опытная станция*

В последние годы интенсивный антропогенный пресс приводит к сокращению площадей дикорастущих ягодников. Возникает необходимость восполнения потерь природных ресурсов ягод путем их культивирования. На Костромской лесной опытной станции (ЛОС) исследования по выращиванию клюквы болотной на плантации начали проводить с 1970-х годов, а брусники и голубики топяной с середины 1980-х годов.

Для выращивания этих ягодных растений пригодны малопродуктивные выработанные торфяники верхового и переходного типов. В настоящее время такие торфяники в лесном фонде Российской Федерации занимают большие площади и являются причиной торфяных пожаров, засорения водоемов паводковыми стоками и других негативных явлений. Биологические способы рекультивации, например создание на этих площадях культур хвойных и лиственных пород, часто просто невозможны из-за низкого плодородия почв, высокого стояния грунтовых вод и периодической затопляемости. Одним из наиболее рациональных способов рекультивации торфяников является выращивание на них ягодников.

В Америке возделыванием клюквы крупноплодной (североамериканский вид) занимаются более 180 лет, в Канаде – более 100 лет. В настоящее время клюква крупноплодная интродуцирована во многих странах. В Беларуси промышленные плантации североамериканской клюквы занимают около 100 га, урожайность – 10–15 т/га.

Изучение 27 североамериканских сортов клюквы крупноплодной выявило их недостаточную приспособленность к условиям климата Костромской и соседних областей. Даже у раннеспелых сортов в отдельные годы осенними заморозками значительно повреждаются недозрелые ягоды, и в малоснежные суровые зимы сильно подмерзают цветковые почки и побеги.

Поэтому отбор перспективных форм клюквы болотной осуществляли в естественных популяциях на болотах Костромской, Ярославской, Вологодской, Камчатской, Сахалинской и других областей, а также Республики Карелия. Для испытания в условиях культуры было отобрано более 150 хозяйственно-ценных форм. Все отобранные формы изучали на коллекционных участках, а наиболее ценные исследовали по программе первичного сортоизучения. В 1995 г. и 1998 г. Государственной комиссией РФ по испытанию и охране селекционных достижений были зарегистрированы первые российские сорта клюквы болотной (Алая заповедная, Дар Костромы, Краса Севера, Сазоновская, Северянка, Соминская, Хотавецкая). Средний урожай сортов клюквы болотной на опытных делянках составляет 1,0–1,5 кг/м<sup>2</sup>, максимальный – до 4 кг/м<sup>2</sup>. У крупноплодных сортов средняя масса ягод 2 г, максимальная – около 4 г. Работы по созданию новых сортов клюквы болотной с заданными свойствами для промышленного выращивания продолжаются. На ЛОС ведутся работы и по созданию новых сортов североамериканской клюквы с более ранними сроками созревания.

В 1995 и 1998 г. на Костромской ЛОС были созданы и первые в России сорта брусники (Костромичка, Костромская розовая и Рубин). Средний урожай сортов брусники на опытных участках составляет 0,8–1,5 кг/м<sup>2</sup>, максимальный – 2,5 кг/м<sup>2</sup>. В настоящее время из гибридного фонда отобраны новые ценные формы брусники, по ряду признаков превосходящие созданные сорта. В 2003 г. на выработанном торфянике на

площади 0,5 га осуществлены посадки сортов и перспективных гибридов брусники.

В 2004 г. в Костромской обл. на выработанных торфяниках начали закладывать промышленную плантацию ягодных растений площадью более 100 га. В настоящее время под посадками клюквы занято 20 га, из них более 5 га сортами клюквы болотной селекции Костромской ЛОС. В дальнейшем эти посадки будут расширяться.

## Параметры биометрических показателей саженцев интродуцентов в лесных питомниках Новгородской обл.

*В. М. Алексеев, Санкт-Петербургская государственная лесотехническая академия*

В последнее время в нашей стране интродукции древесных растений уделяется все больше внимания, публикуется всё больше работ о возможности повышения продуктивности насаждений за счет внедрения пород-экзотов [1, 2, 3]. Однако для решения задач по внедрению интродуцентов необходим посадочный материал.

На территории Ермолинского питомника Новгородской обл. выращивают посадочный материал 4-х интродуцируемых видов [сосна веймутова (*Pinus strobes*), сосна скрученная (*Pinus contorta*), сосна Банкса (*Pinus banksiana*), сосна черная (*Pinus nigra*)]. Мы оценили биометрические показатели этих экзотов, используя в качестве контроля местный лесобразующий вид – сосну обыкновенную. Нами были измерены высота и диаметр корневой шейки саженцев, а также го-

дичный прирост саженцев интродуцируемых пород в высоту.

Саженцы выращивали 1 год в школьном отделении питомника. Для закладки школы в 2007 г. использовались 2-летние сеянцы посева 2005 г. (табл). Сеянцы сосен скрученной и Банкса были получены из семян, заготовленных на дендроучастке Ермолинского питомника, а сеянцы сосен чёрной и веймутова – из семян, заготовленных под Москвой. В качестве контроля нами были взяты саженцы сосны обыкновенной одинакового возраста, полученные из сеянцев по такой же схеме.

Полученные результаты свидетельствуют, что только сосна веймутова из всех представленных интродуцентов уступает по высоте (1 см) местной сосне обыкновенной. Все другие интроду-

### Биометрические показатели трехлетних (2+1) саженцев в Ермолинском питомнике.

Вид сосны	Высота, см	Диаметр корневой шейки, мм
Банкса	22,8 ± 0,68	5,0 ± 0,64
Скрученная	21,3 ± 0,81	6,0 ± 0,72
Веймутова	18,1 ± 0,54	4,6 ± 0,53
Черная	28,8 ± 1,22	9,0 ± 0,61
Обыкновенная	19,1 ± 0,58	4,4 ± 0,17

центы на данный момент обгоняют сосну обыкновенную по высоте: сосна Банкса – на 3,7 см, скрученная – на 2,2, сосна черная – на 9,7 см.

Значения диаметра корневой шейки у всех интродуцентов, представленных в Ермолинском питомнике, превышают данный показатель аборигенного вида сосны: сосна скрученная – на 0,16 см, веймутова – на 0,02, Банкса – на 0,06, а сосна черная – на 0,46 см.

Анализируя годичный прирост саженцев видов сосны в школьном отделении, необходимо отметить, что он значительно выше у интродуцируемых видов, за исключением сосны веймутова,

годовой прирост которой немного уступает приросту у аборигенного вида:

Вид сосны	Годичный прирост по высоте, см
Банкса	8,5 ± 0,25
Веймутова	4,5 ± 0,14
Черная	9,2 ± 0,44
Скрученная	9,5 ± 0,84
Обыкновенная	6,2 ± 0,10

Таким образом, параметры саженцев изученных интродуцентов, не уступают, а в большинстве случаев превосходят параметры сосны обыкновенной по всем биометрическим показателям, что является одним из критериев адаптации интродуцируемых видов.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Раевский, Б. В.* Культуры сосны скрученной в Карелии : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Б. В. Раевский. – СПб., 1992. – 25 с.
- Маркова, И. А., Жигунов А. В.* Лесокультурные испытания перспективных пород-интродуцентов на северо-западе России / И. А. Маркова, А. В. Жигунов // Известия СПбГЛТА. – Вып. 7(165). – СПб. – 1999. – С. 20–28.
- Куцевалов, М. А.* Культуры сосны Муррея в европейской части СССР : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / М. А. Куцевалов. – Л., 1977. – 27 с.

## Перспективы развития ЕГСК в Приволжском федеральном округе

*Е. В. Прохорова, Э. П. Лебедева, О. В. Шейкина,  
Марийский государственный технический университет*

Объекты единого генетико-селекционного комплекса (ЕГСК) в Приволжском федеральном округе начали создаваться в 1970-х годах. Селекционная инвентаризация 2006–2007 гг. позволила установить, что за этот период отобраны плюсовые деревья и плюсовые насаждения, созданы постоянные лесосеменные участки (ПЛСУ), заложены лесосеменные плантации (ЛСП), архивы клонов, испытательные культуры, географические культуры, выделены лесные генетические резерва-

ты. В Нижегородской области, Республике Марий Эл и Чувашской Республике проведена большая работа по созданию объектов ЕГСК (таблица).

В настоящее время отобрано достаточное количество плюсовых деревьев для создания лесосеменных плантаций первого порядка с учетом того, что можно использовать все плюсовые деревья в пределах лесосеменного района. Поиск и отбор плюсовых деревьев, следует продолжать, прежде всего обращая внимание на качество от-

## Объекты ЕГСК в некоторых субъектах Приволжского федерального округа

Наименование объектов ЕГСК	Нижегородская обл.	Республика Марий Эл	Чувашская Республика	
Плюсовые деревья, шт.				
в том числе по породам:	818	336	569	
сосна обыкновенная	527	188	234	
ель европейская	150	88	–	
лиственница сибирская	141	35	71	
дуб черешчатый	–	25	264	
Плюсовые насаждения, га				
в том числе по породам:	236,9	275,8	29,4	
сосна обыкновенная	156,8	240,0	27,0	
ель европейская	20,0	–	–	
лиственница сибирская	60,1	3,0	2,4	
дуб черешчатый	–	32,8	–	
ПЛСУ, га				
в том числе по породам:	299,6	326,5	763,1	
сосна обыкновенная	250,6	165,5	53,2	
ель европейская	9,0	149,2	95,8	
лиственница сибирская	15,5	–	21,4	
дуб черешчатый	24,5	6,2	592,7	
ЛСП, га				
в том числе по породам:	390,0	146,1	161,1	
сосна обыкновенная	196,1	55,7	81,3	
ель европейская	34,5	73,0	–	
лиственница сибирская	150,4	9,0	10,0	
дуб черешчатый	–	8,4	69,8	
береза карельская		3,0	–	–
ЛСП ПГЦ, га				
в том числе по породам:		10,8	–	12,0
сосна обыкновенная		–	–	12,0
лиственница сибирская		10,8	–	–
Архивы клонов плюсовых деревьев, га				
в том числе по породам:		50,4	14,0	–
сосна обыкновенная		21,0	6,0	–
ель европейская		4,9	8,0	–
лиственница сибирская		24,5	–	–
дуб черешчатый		–	–	–
Испытательные культуры, га				
в том числе по породам:		38,9	2,25	41,3
сосна обыкновенная		29,0	–	29,9
ель европейская		7,4	2,25	–
лиственница сибирская		2,5	–	–
дуб черешчатый		–	–	11,4
Географические культуры, га				
в том числе по породам:		9,0	9,9	3,0
сосна обыкновенная		5,2	–	–
ель европейская		3,8	–	–
дуб черешчатый		–	9,9	3,0
Лесные генетические резерваты, га				
в том числе по породам:		146,6	–	1259,4
сосна обыкновенная		–	–	677,1
ель европейская		146,6	–	–
дуб черешчатый		–	–	582,3

бора. Анализ количественных показателей отобранных плюсовых деревьев показал, что требованиям отбора отвечает около 30–50% деревьев (в

зависимости от породы, места произрастания). При выделении плюсовых деревьев практически не учитываются качественные показатели, на-

пример такие, как смолопродуктивность у сосны, связанная с устойчивостью к корневой губке; резонансность у ели и др.

Аттестованные плюсовые насаждения составляют малую долю (менее 0,5%) от площади имеющихся средневозрастных, приспевающих и спелых насаждений. Значимость отобранных плюсовых насаждений определяется, прежде всего, их ролью в сохранении генофонда лучших естественных популяций. Поэтому плюсовые насаждения необходимо выделять в не пройденных рубками естественных средневозрастных насаждениях. Плюсовые насаждения следует максимально использовать для получения самосева под пологом, который может использоваться при закладке ПЛСУ и лесных культур в аналогичных типах лесорастительных условий.

Заложенные ПЛСУ основных лесобразующих пород обеспечивают получение достаточно количества семян для лесокультурного производства. При оценке ПЛСУ главное – установить происхождение исходного материала, из которого они сформированы. Наиболее ценными, с точки зрения сохранения генофонда и биоразнообразия, являются ПЛСУ, созданные изреживанием естественных молодняков. Такие ПЛСУ заложены в естественных насаждениях дуба в Чувашской Республике, в них заготавливают желуди. Одновременно они выполняют функцию сохранения генофонда естественных популяций дуба, так как являются наиболее устойчивыми насаждениями.

В настоящее время ПЛСУ формируют из естественных молодняков и лесных культур, или создают редкой посадкой сеянцев, выращенных из семян, собранных в плюсовых насаждениях, или дичков, отобранных с подпологовых питомников плюсовых древостоев. Создавать ПЛСУ из лесных культур экономически и биологически нецелесообразно. Наиболее перспективно создание ПЛСУ из естественных молодняков и редкой посадкой отобранных сеянцев.

ЛСП первого порядка заложены на площадях, обеспечивающих лесокультурное производство семенами хвойных пород в достаточном количестве.

Часть ЛСП первого порядка не достигла возраста, при котором возможна заготовка семян. За-

готавливать семена с них можно будет только в ближайшее десятилетие. Необходимо планомерно переходить к закладке плантаций повышенной генетической ценности, исключив недостатки, которые были допущены при создании ЛСП первого порядка. Закладывать ЛСП следует, прежде всего, отдельно по группам типов лесорастительных условий: необходимо увеличить количество семенных потомств на ЛСП, добиваясь участия потомств всех имеющихся плюсовых деревьев.

ЛСП повышенной генетической ценности (ПГЦ) начали создавать в Нижегородской области (лиственница) и Чувашской Республике (сосна). Значительно увеличить площади ЛСП ПГЦ в ближайшее время не удастся, так как оценку плюсовых деревьев по семенному потомству в необходимом объеме провести невозможно, из-за недостаточности площади испытательных культур и количества испытуемых деревьев. Необходимо ускорить закладку испытательных культур, включив в них семенное потомство всех плюсовых деревьев сосны, ели, лиственницы, дуба, учитывая при этом типы лесорастительных условий, в которых произрастают отобранные плюсовые деревья. По расчетам, для оценки потомств всех имеющихся плюсовых деревьев необходимо в Нижегородской обл. заложить испытательные культуры на площади 134 га (имеется 38,9 га), в Республике Марий Эл – 55,5 га (имеется 2,25 га), в Чувашской Республике – 93 га (имеется 41,3 га). Задерживает создание испытательных культур отсутствие утвержденной методики по их закладке.

Оценку плюсовых деревьев необходимо проводить по клоновым потомствам, росту, семенности, устойчивости. Этот процесс в испытательных культурах происходит в течение нескольких десятилетий. В связи с этим следует использовать методики ранней диагностики, что позволит быстрее подойти к отбору сортов-клонов, перспективных для создания лесосеменных плантаций и получения генетически ценных семян.

Окончательная оценка в испытательных культурах осуществляется только в возрасте, равном половине возраста рубки. Поэтому важно в течение этого времени сохранить генофонд плюсовых деревьев в виде архивов клонов. В архивах клонов

должно быть представлено клоновое потомство всех аттестованных плюсовых деревьев. В Нижегородской области на площади 50,4 га архивов клонов представлено потомство 595 плюсовых деревьев сосны, ели и лиственницы, в Республике Марий Эл заложено 14 га архивов клонов. Архивы клонов могут играть роль маточных плантаций, т.е. использоваться для заготовки черенков. Приживаемость прививок, черенки которых были заготовлены с молодых растений, намного выше, чем прививок, у которых черенки были взяты со старых деревьев. Кроме того, при заготовке черенков с архивно-маточной плантации отпадает необходимость дорогостоящего подъема в крону плюсовых деревьев. Для сохранения генофонда имеющихся плюсовых деревьев требуется ускорить работы по созданию архивов клонов.

Созданные географические культуры имеют большое научное и практическое значение. В этих культурах следует провести необходимые лесохозяйственные мероприятия, направленные на их сохранение.

Генетические резерваты являются основной формой сохранения видов лесообразующих дре-

весных растений. Площадь генетических резерватов в Нижегородской обл. недостаточна, в Республике Марий Эл генетические резерваты отсутствуют, поэтому требуется выделить дровостои, соответствующие задаче сохранения генофонда в условиях *in situ*. Имеющиеся резерваты необходимо выделить в особо защитные участки и осуществлять контроль за проведением в них лесохозяйственных мероприятий, способствующих сохранению функций этих объектов.

Таким образом, в ряде субъектов Приволжского федерального округа созданы объекты ЕГСК, направленные на получение семян с ценными наследственными свойствами для проведения лесовосстановительных работ. В перспективе следует расширить объемы работ по созданию объектов, способствующих сохранению генофонда и получению сортовых семян.

В разрабатываемых лесных планах субъектов Российской Федерации все объекты ЕГСК должны быть выделены в особо защитные участки с установлением их границ и запрещением осуществления деятельности, несовместимой с их целевым назначением.

## Эколого-лесоводственные основы создания «лесных плантаций» различного целевого назначения

*Желдак В.И. (ВНИИЛМ)*

Лесным кодексом 2006 г. предусмотрен один из видов использования лесов (статьи 25 и 42) «создание лесных плантаций и их эксплуатация», представляющий собой предпринимательскую деятельность, связанную с выращиванием лесных насаждений определенных пород (целевых пород) искусственного происхождения, за счет которых обеспечивается получение древесины с заданными характеристиками (для получения балансов, пиловочника, фанерного сырья и т.п.).

Введение данного вида использования лесов – одно из перспективных направлений в общем комплексе путей решения проблемы удовлетворения потребности в древесине на уровне различных по величине территорий, от района до страны в целом, среди которых можно выделить следующие:

1. Освоение т.н. резервных неосвоенных лесов в районе, в стране и в мире в целом.
2. Ввоз древесины из многолесных районов в малолесные.

3. Увеличение заготовки деловой древесины за счет рационального использования тонкомерных стволов и сучьев.

4. Повышение производительности и продуктивности лесных насаждений – лесов, в т.ч. созданием высокопродуктивных лесных культур плантационного типа.

5. Увеличение площади лесов путем лесоразведения, лесораспространения.

6. Выращивание лесных насаждений быстрорастущих пород, в т.ч. интродуцентов (и с отбором на селекционно-генетической основе).

7. Выращивание древесных насаждений на специальных плантациях (не являющихся лесом).

8. Использование на древесных плантациях генетически модифицированных видов древесных растений в рамках действующего законодательства.

«Лесные плантации», определенные Лесным кодексом в соответствии с разрешенным видом использования лесов, не исчерпывают по существу все возможные виды и варианты плантаций, создаваемых в лесном фонде или на землях иных категорий для целевого выращивания различных видов растений и получения определенных продуктов. При этом многие виды и варианты плантаций, в т.ч. древесных, предназначенных для интенсивного воспроизводства древесных ресурсов из лесообразующих пород, не являются лесом (не обладают его сущностными свойствами), и их содержание и использование должно регламентироваться специальными нормативно-правовыми документами с применением соответствующих систем мероприятий. Непосредственно Лесным кодексом (законодательством), указанными статьями, регламентирующими «создание лесных плантаций и их эксплуатацию», устанавливается по существу только одно условие осуществления мероприятий на лесных плантациях - «проведение рубок лесных насаждений ... без ограничений».

Соответственно указанному положению к использованию и воспроизводству таких «лесных насаждений» не предъявляются требования, установленные для насаждений, при рубках ко-

торых должны строго соблюдаться возрасты рубок, сохранение экологических условий и экологических свойств, предусмотренных при освоении лесов не только защитных, но и эксплуатационных. Следовательно, указанные «лесные плантации», определенные статьей 42 Лесного кодекса, отделяются по существу от лесных насаждений искусственного (лесокультурного) происхождения, в т.ч. создававшихся в России в 80-е годы XX столетия «плантационным способом» на основе интенсивного ведения хозяйства в расчете на оборот рубки в 45-50 лет при запасах древесины хвойных пород (сосны, ели) в 300-350 м<sup>3</sup>/га. По комплексу требований и мероприятий выращивания таких насаждений и их эксплуатации осуществляемая система мероприятий может быть определена (и часто так определялась) как система ускоренного («плантационного») лесовыращивания, а по характеристике выращиваемого при этом насаждения, представляющего в традиционном понимании лесные культуры или лесные насаждения искусственного происхождения (лесокультурные насаждения), системы интенсивного расширенного лесовоспроизводства «плантационного типа». Оставаясь в рамках лесоводственных систем, она имеет в то же время существенное сходство с системами плантационного воспроизводства древесных растений (на соответствующих плантациях). При этом по формальным критериям определения леса, принятым на международном уровне, древесные плантации, по существу не являющиеся лесом, практически сложно или невозможно отделить от леса или лесных культур, т.к. в частности к лесным культурам (по унифицированному понятию «лесные культуры» - ФАО 2000) относят насаждения, которые были созданы (в процессе лесоразведения или лесовосстановления) посевом или посадкой интродуцированных или местных пород на площади не менее 0,5 га с покрытием древесного полога – 10%, высоте взрослых деревьев – выше 5 м (Джим Керл и др. – Лесохозяйственная информация, 2000, № 11).

В отличие от обычных лесных насаждений естественного происхождения, а также «искусственного» (лесокультурного) системы простого

лесовоспроизводства, определяемых как совокупности растений, состоящие их древостоя, а также часто подроста, подлеска и живого напочвенного покрова, объединенных одними лесорастительными условиями и характеризующихся определенной внутренней структурой (рис. 1), лесокультурные насаждения плантационного типа, соответствуя этому определению в принципе, создаются и выращиваются как правило (для достижения сравнительно высокой производительности и продуктивности) чистыми, однопородными по составу целевой густоты и с определенным оборотом рубки, обеспечивающими в комплексе с интенсивным уходом на соответствующих стадиях лесовыращивания (агротехническим или-и формирования целевых древостоев – на балансы, пиловичник и др. сортименты) достижение указанных целей. Такие насаждения создавались преимущественно из хвойных пород – сосны, ели, лиственницы (рис. 2...4), причем нередко вне системы или хозяйства, специально выделенных для этих целей, базирующихся на способе, определяемом как «плантационный». Опыт создания и выращивания подобных насаждений (положительный и отрицательный) имеется как по хвойным, так и по лиственным породам в стране и за рубежом. Целесообразность и эффективность интенсивного ускоренного выращивания по «плантационному» типу возможна и целевых насаждений естественного происхождения за счет системы интенсивного формирования рубками ухода, причем не только хвойных пород, но и лиственных (березняков в целях заготовки сырья для производства фанеры и других насаждений).

Воспроизводство и использование таких лесокультурных (лесных) насаждений (плантационного типа) регламентируется комплексом действующих нормативных документов (Правила лесовосстановления, Правила ухода за лесами, Правила заготовки древесины и другие документы), однако в нормативной базе этих правил должны предусматриваться соответствующие варианты установления режима интенсивного ресурсного лесовоспроизводства, в т.ч. и по интенсивности, повторяемости разреживания древос-



**Рис. 1.** Хвойные лесные насаждения естественного происхождения



**Рис. 2.** Высокопродуктивные лесные культуры сосны (10С) плантационного типа

тоев, а также возрастам рубки смены поколений леса (рубки спелых и перестойных насаждений) при условии выделения специальных секций или зон лесовыращивания и лесопользования, для которых целесообразно разработать также спе-



Рис. 3. Лесные культуры ели (10Е) плантационного типа



Рис. 4. Лесные культуры лиственницы (10Лц) плантационного типа

циальные методические инструкции с детальным отражением в них регламентируемого режима ведения хозяйства, комплекса экологических, а также лесозащитных и противопожарных требований.

В то же время в рамках осуществления установленного вида использования лесов – «создание лесных плантаций и их эксплуатация» могут создаваться целевые насаждения древесных пород, в разной мере обладающих свойствами основного компонента леса, на участках которых лесопользование и проведение рубок для заготовки древесины определяется по существу только установленным режимом воспроизводства древесных ресурсов, в т.ч. как на стадии смены поколений древесных растений, так и в процессе их выращивания.

Соответственно, все другие условия использования лесов для «создания лесных плантаций и их эксплуатации» в порядке аренды лесных участков определяются только необходимостью получения целевой древесины при применении любых мероприятий, форм и видов рубок при соблюдении действующего в стране законодательства, в т.ч. общих принципов, на которых основывается лесное законодательство, включая:

- устойчивое управление лесами, сохранение биологического разнообразия лесов и повышение их потенциала;
- сохранение средообразующих, водоохраных, защитных, санитарно-гигиенических, оздоровительных и иных полезных функций лесов в интересах обеспечения права каждого на благоприятную окружающую среду;
- использование лесов с учетом их глобального экологического значения;
- обеспечение многоцелевого, рационального, непрерывного, неистощительного использования лесов для удовлетворения потребностей общества в лесах и лесных ресурсах;
- воспроизводство лесов, улучшение их качества, а также повышение продуктивности лесов;
- использование лесов способами, не наносящими вреда окружающей среде и здоровью человека.

Эколого-лесоводственное обеспечение «создания лесных плантаций и их эксплуатации» осуществляется при выполнении указанных принципов путем установления эколого-лесоводственных требований к мероприятиям данного вида использования лесов, определяющих максимальные возможности выбора режима воспроизводства древесных насаждений на участках плантаций, что отражается в «Проектах лесных плантаций», содержащих программы рубок-восстановления-формирования таких насаждений с установлением специальных целевых возрастов рубок «главного» или «конечного» пользования - смены поколений «искусственных - плантационных» древесных насаждений, а также возрастов и нормативов осуществления всех плантационных мероприятий, в т.ч. рубок ухода за плантационными насаждениями и «промежуточного» поль-

зования, обеспечивающих в целом оптимальный целевой эффект использования лесов, при соблюдении общих эколого-лесоводственных и социальных требований.

Достижение основных целей плантационного выращивания – резкого повышения производительности древостоев, увеличения целевого древесного пользования в объемах и по качеству – достигается комплексом специальных мер, в т.ч. подобных обычным лесоводственным, а также иными мерами интенсификации их выращивания с применением соответствующей агротехники создания - закладки плантационных древостоев и ухода за ними, а также выбора культивируемых видов растений, обеспечивающих увеличение целевого эффекта. При этом введение в плантации быстрорастущих интродуцентов, а также генномодифицированных растений может допускаться только в рамках действующего законодательства, регулирующего использование таких растений.

Достижение указанных целей «создания лесных плантаций и их эксплуатации» при выполнении законодательно установленных требований по охране, защите, использованию и воспроизводству лесов может обеспечиваться при строгом регламентировании:

- выделения лесных участков, установления их границ в пределах природно-территориальных комплексов (водосборов, ландшафтов);
- исключения неконтролируемого возобновления выращиваемых интродуцентов, генномодифицированных растений на территории плантации, а также распространения их за пределы территории;
- размещение участков лесных плантаций по территории лесничеств с учетом обеспечения других видов использования лесов, а также пользования лесами населением (в т.ч. в рекреационных и иных целях), предотвращая в целом нанесение вреда окружающей среде.

Эксплуатационные и эколого-лесоводственные требования к рубкам - заготовке древесины и состоянию объектов в связи с рубками определяются спецификой типов или видов объектов хозяйства, выделенных по комплексу их характеристик.

На сравнительно крупных участках, занимающих площадь одного элементарного природно-территориального комплекса (водосбора, ландшафта) или нескольких, рубки и другие мероприятия по «созданию лесных плантации и их эксплуатации» осуществляются в соответствии с программами выращивания – использования плантационных древесных насаждений, обеспечивающими достижение эксплуатационных целей без нанесения экологического ущерба экосистемному комплексу водосбора или ландшафта, исключая снижение экологического потенциала по сравнению с предшествующим использованием участков или, наоборот, обеспечивая некоторое улучшение экологической обстановки по сравнению с предшествующей (особенно если она была неудовлетворительной), в т.ч.:

- предотвращение появления, прекращение (затухание) развития эрозионных процессов;
- сохранение и улучшение водного баланса участка (в т.ч. за счет использования для выращивания древесных насаждений нелесных земель);
- сохранение или улучшение (при необходимости) в целом средообразующих, санитарно-гигиенических, оздоровительных и иных экологических функций участков лесного фонда или иных категорий земель.

При осуществлении заготовки древесины на средних и мелких участках данного вида использования лесов приведенные требования распространяются на территорию, занятую этими участками, с учетом влияния осуществляемых на них рубок и иных мероприятий на другие части природно-территориальных образований, из свойства, в т.ч. сохранение водорегулирующих (водопоглощающих) свойств приводораздельного участка для исключения усиления поверхностного стока и развития эрозии на участках, расположенных ниже по склону, а также предотвращения заиливания водоемов, ухудшения качества (свойств) воды.

Осуществление заготовки древесины и в целом мероприятий по «созданию лесных плантаций и их эксплуатации» на выделенных для этих целей участках лесного фонда, а также лесов на



землях иных категорий в целом не должно оказывать отрицательного влияния на соседние участки лесных насаждений, вести к снижению их устойчивости в связи с рубкой, обработкой почвы и другими мероприятиями, развитию и распространению патологии леса и иным отрицательным последствиям.

Осуществление вида использования лесов «создание лесных плантаций и их эксплуатация» может обеспечить не только увеличение ресурсного пользования (древесиной), но и улучшить экологические условия территории, выполнение ее растительным покровом экологических средообразующих функций. В первую очередь это воз-

можно (при выполнении указанных требований), если для плантаций будут использоваться нелесные или лесонепокрытые участки лесных, особенно малопродуктивных, земель (с соответствующими мерами повышения, восстановления их продуктивности). При создании таких плантаций, кроме увеличения производства древесных ресурсов, обеспечивается выполнение выращиваемыми древесными растениями важнейших экологических функций – выделения кислорода и связывание (депонирование) углерода, т.е. вклада в решение современной глобальной проблемы предотвращения изменения (потепления) климата.

## ТОЧКА ЗРЕНИЯ

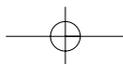
### Проблемы создания генетически модифицированных деревьев

*М. Паленова, Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства  
Д. Политов*

В мае 2008 г. состоялась 9-я Конференция Сторон Конвенции о биологическом разнообразии (КБР). Одним из наиболее сложных в обсуждении и поиске компромиссов оказался вопрос использования генетически модифицированных деревьев (ГМД). Повестка дня 9-й Конференции включала организацию работы по оценке потенциальных экологических, культурных и социально-экономических последствий использования ГМД. На ней вновь была подтверждена необходимость применения осмотрительного подхода при решении вопросов, связанных с генетически модифицированными деревьями.

В июне 2007 г. Норвегией и Канадой был организован семинар по оценке рисков дальнейшего применения современной биотехнологии.

Эксперты на семинаре постановили, что общие принципы и методологии оценки рисков, содержащиеся в Приложении III к Картахенскому протоколу ([www.un.org/russian/document/convents/cartagena.doc](http://www.un.org/russian/document/convents/cartagena.doc)), также относятся к трансгенным видам рыб, деревьев, вирусов и лекарственных растений. Все оценки рисков, связанных с живыми измененными организмами, должны проводиться дифференцированно, поскольку воздействия зависят от вводимого признака (точнее, контролирующего этот признак гена), организма-реципиента и среды, в которую он высвобождается. Было отмечено, что существует нехватка инструктивных материалов по методам проведения оценки рисков в отношении определенных живых измененных организмов, и, сле-



довательно, потребность в дополнительных данных по ряду элементов, необходимых для оценок риски по всем четырем типам измененных организмов (рыбы, деревья, вирусы и лекарственные растения). Возможно, потребуются разработка специальных методологий и конкретных протоколов для сбора данных, необходимых при оценке рисков для дальнейшего применения в современной биотехнологии, особенно для трансгенных видов рыб, деревьев и вирусов.

Исследования, связанные с созданием ГМД, ведутся в 35 странах, но ограничивается, в основном, пределами лабораторий. Только в отдельных странах проводятся полевые испытания. Наибольшую активность при этом проявляют США, Новая Зеландия, Франция и Канада, Китай и Индия. Полевые испытания ГМД (120) проводятся всего на территории 16 государств, большая часть – в США. Эти исследования ограничены опытами с тополями, соснами и эвкалиптами. В 2002 г. Китай сообщил о начале коммерческого разведения ГМД – 1,4 млн растений (тополя на площади 300 – 500 га). В Китае внедрение ГМД ведется в основном на опустыненных территориях, где взаимодействие с местными лесными экосистемами будет не таким интенсивным, как в странах с высокой степенью облесенности.

Методы модификации деревьев аналогичны методам, разработанным для сельскохозяйственных культур. Однако исследования ГМД имеют отличия, связанные с продолжительностью жизни деревьев, поздним возрастом наступления репродуктивной зрелости и широте масштаба распространения их пыльцы и семян (Рена, L. and Seguin, A. (2001)

ГМД лесных пород предусматривалась для работы с такими признаками, как устойчивость к патогенным вирусам, бактериям и грибам, насекомым – вредителям лесных насаждений, толерантность к гербицидам и нагрузкам, т.е. признаками, непосредственно связанными с общей устойчивостью насаждений (El-Lakany. M.H. (2004). *Unasylva*, 55 (217), 45-47; FAO (2004).). Отдельные программы были посвящены коммерчески важным признакам, как, например, повышенное или сниженное содержание лигнина в

древесине. Введение генов, отвечающих за эти признаки, в новые виды, является сложной задачей. Основное техническое ограничение – низкий уровень знаний молекулярно-генетического контроля признаков. Это особенно важно для признаков, которые управляются множеством генов, как в случае характеристик, представляющих большой интерес для производственного лесного хозяйства – темп роста, приспособляемость, качество ствола и древесины. При этом степень изученности генома лишь отдельных видов (тополя, сосны ладанной, дугласии) позволяет подойти к осуществлению подобных проектов.

Геномы подавляющего большинства хвойных и лиственных древесных пород России практически не изучены, а перенести на российскую территорию генетические знания для тех видов, которые были исследованы на Западе, невозможно, поскольку проявление многих генов зависит от конкретных популяций с их исторически (эволюционно, т.е. на протяжении по крайней мере десятков поколений) сложившейся генетической конституцией. Все эти проблемы вызывают сомнения в быстрой экономической окупаемости генно-инженерных проектов при копировании зарубежного опыта. Но главная проблема связана с вопросами, относящимися к компетенции социо-биологической дисциплины – генетической безопасности.

Возможные экологические последствия выращивания ГМД вызывают наибольшее беспокойство. Так, экспертами (CBD, 2008) были отмечены следующие риски применения ГМД:

1) Сокращение содержания лигнина, который затрудняет переваривание насекомыми растительных материалов, может снизить выносливость деревьев;

2) выращивание на плантациях деревьев с более низким содержанием лигнина может сказываться на структуре и химии почв, содействуя повышению скорости разложения;

3) устойчивость (резистентность) генетически модифицированных деревьев к насекомым может сократить число растительных насекомых и насекомых, питающихся пыльцой, оби-

тающих в лесах, отрицательно сказываться на нецелевых растительноядных животных, привести к увеличению числа второстепенных вредителей;

4) сохранение инсектицидности в растительных останках ГМД может неблагоприятно повлиять на структуру почвы и разложение, поскольку насекомые играют важнейшую роль в этих элементах природных процессов;

5) стимулирование использования конкретных гербицидов может привести к развитию более многочисленных устойчивых видов, и к тому, что деревья, устойчивые к гербицидам, будут содействовать усилению давления отбора в сторону резистентных биотипов сорняков, а также усилению использования гербицидов широкого спектра действия;

6) повышение резистентности ГМД может привести к тому, что некоторые виды деревьев могут стать инвазионными (способными к внедрению в природные экосистемы) и вызвать утрату биоразнообразия лесных экосистем; кроме того, если трансгены, способствующие повышению резистентности, будут исчезать и попадать в генофонд популяций дикорастущих видов, то такие виды могут становиться инвазионными вследствие повысившейся резистентности;

7) так как большинство древесных растений (в отличие от большинства сельскохозяйственных культур) являются перекрестноопыляемыми, это приведет к массовой гибридизации с природными популяциями и, соответственно, к эрозии генетического материала последних; это только один из путей потенциальной возможности нежелательного распространения нового генетического материала и попадания его в пулы генов дикорастущих видов, что может привести к непредсказуемым последствиям.

Эксперты отметили также некоторые потенциально положительные последствия применения ГМД:

(а) сокращение потребности в химических веществах и энергии, необходимых для обработки целлюлозы, повышение твердости древесины, ее качества и, соответственно, ценности продукта;

(б) снижение степени поражения пестицидами насекомых, не являющихся вредителями,

поскольку действие инсектицидного агента будет конкретно нацелено на вредителей, питающихся древесиной. Использование деревьев, устойчивых к пестицидам, могло бы сократить потребность в пестицидах и, соответственно, снизить стоимость производства древесины;

(с) посадка деревьев, модифицированных с целью повышения их устойчивости к неблагоприятным условиям произрастания, на землях, где они традиционно не могли произрастать, позволит использовать деревья для рекультивации зараженных почв, создавая тем самым рентабельные средства восстановления земель, которые невозможно было бы использовать иным образом.

Такие аргументы, как «снижение конкуренции за ресурсы и, соответственно, повышение эффективности роста деревьев за счет сокращения количества сорняков на плантациях в результате возможности применения гербицидов» или «если можно было бы путем генной инженерии изменить экономически ценные виды деревьев таким образом, чтобы они могли произрастать за пределами ареала, то это позволило бы увеличить объем производства древесины», едва ли имеют серьезное экономическое и экологическое обоснование.

Однако Франция, Канада, США и некоторые другие страны в ближайшее время готовятся к началу коммерческого выращивания ГМД. Многие позитивные оценки воздействия ГМД были получены в ходе исследований частных биотехнологических и лесопромышленных компаний. «Вся прибыль от производства и продажи трансгенных деревьев достанется ограниченному кругу акционеров компаний, в собственности которых будут находиться плантации, а экологические и социальные проблемы лягут на плечи всех остальных», – отмечают канадские экологи.

Объем исследований, связанных с созданием ГМД, на сегодняшний день превышает объем исследований, посвященных выявлению потенциальных последствий применения таких технологий (Farnum, P., Lucier, A and Meilan, R., 2007).

Эта ситуация в ближайшее время вряд ли изменится, поскольку большинство хозяйственно ценных видов древесных растений отличается

увеличенной ювенильной фазой и зацветает лишь спустя достаточно длительное время. Кроме того, поскольку перенос семян и пыльцы многих видов деревьев возможен на большие расстояния и никакими государственными границами не ограничивается, мониторинг, который в обязательном порядке должен предусматривать генно-инженерные эксперименты, также должен охватывать большие территории (Farnum, P., Lucier, A and Meilan, R., 2007; Gartland, K.M.A., Kellison, R.C., and Fenning, T.M., 2002). На сегодняшний день таких исследований не проводилось, а в большинстве стран они не разрешены (van Frankenhuyzen, K. and Beardmore, T., 2004).

На данный момент остается много вопросов по использованию ГМД, недостаточно корректных научных данных, необходимых для формирования оценки как позитивных, так и негативных потенциальных последствий использования таких деревьев. Информация о долгосрочных последствиях использования генетически модифицированных деревьев строится в основном на гипотезах (Campbell, F. T. and Asante-Owusu, R., 2001); Farnum, P., Lucier, A and Meilan, R., 2007; Finstad, K., Bonfils, A.C., Shearer, W. and Macdonald, P., 2007).

В последние годы Рослесхоз проводит активную политику объединения усилий академической, отраслевой и вузовской науки для решения важнейших задач в области лесной генетики и биотехнологии. Биотехнология охватывает широкий диапазон научных методов использования живых организмов или их части для производства или модификации продукции. Лесная биотехнология – самое молодое направление отечественной биотехнологии. Современные виды биотехнологии, используемые в лесном хозяйстве, можно разделить на 3 категории:

1. Биотехнологии, основывающиеся на молекулярных маркерах, которые могут быть использованы, среди прочего, для: (i) количественной оценки генетического разнообразия насаждений, а также генетических различий между популяциями и отдельными деревьями; (ii) идентификации генотипа в таксономических и популяционно-генетических исследованиях, «генетическом дактилоскопировании» на разных уровнях

(виды и популяции древесных пород, конкретные насаждения, в том числе объекты ЕГСК, отдельные особи, клоны и гибриды); и (iii) выявление и использование в селекционных программах генов, которые влияют на количественные признаки, имеющие экономическое значение. Маркеры могут предоставить важную информацию об исторических закономерностях миграций, объеме потоков генов и системах размножения, и, поэтому, являются полезными инструментами для содействия разработке и мониторинга программ консервации лесных пород.

2. Технологии, способствующие вегетативному размножению ценных генотипов и поддерживающие широкомасштабное производство однородного посадочного материала. Рослесхоз поддерживает проекты, связанные с разработкой методов применения микроклонального размножения для ряда лесных пород деревьев (осина, береза, сосна, ель). В настоящее время высокие затраты являются одним из главных препятствий для непосредственного использования в программах лесного хозяйства материала, полученного методами микроразмножения.

3. Генетическая модификация лесных пород.

В январе 2008 г. Рослесхоз организовал научно-практическую конференцию «Лесная генетика, селекция и биотехнология в лесном хозяйстве», на которой обсуждались проблемы изучения, сохранения лесных ресурсов, повышения их продуктивности, рационального использования и воспроизводства. По результатам конференции был выпущен номер журнала Лесная Россия (Лесная Россия, 2008, N 1), в котором были широко освещены возможности применения биотехнологии в лесном хозяйстве. Однако российские биотехнологи не предлагают лесному хозяйству современных решений и применения новейших биотехнологических подходов в осмыслении опыта России по созданию ЕГСК. Грандиозный российский эксперимент – выявление плюсовых деревьев и генетических резерватов, создание лесосеменных плантаций, географические и испытательные культуры лесобразующих пород, высаженные в 1970-х годах в масштабе пространств России, представляющие собой уникальную пло-

щадку для научных исследований, – могут быть потеряны навсегда. В стране существуют замечательные географические культуры, заложенные более 100 лет назад М. К. Турским, В. Д. Огиевским. Государственное мышление требует, если проделана огромная работа по созданию ЕГСК, затрачены финансовые ресурсы, организовать логичное завершение этих работ и получить соответствующий эффект, поскольку настала пора воспользоваться результатами заложенного эксперимента (древостои географических, испытательных культур достигли возраста 40–50 лет), направив усилия современной биотехнологии на ускорение селекционного процесса, повышение продуктивности, надежное освоение, развитие и хранение селекционных достижений. Прежде чем применять технологии микроклонального размножения необходимо выявить достойные объекты, провести их оценку. Иначе бесценный опыт старшего поколения российских лесных селекционеров будет утерян, растворятся в потоке естественного возобновления выявленные ими продуктивные генотипы, Лесоводы будут «тиражировать» клоны деревьев, выбранные без должного научного обоснования. Даже если отобрать 20 самых лучших генотипов какой-либо породы и путем микроклональных технологий размножить их по всей стране, можно получить в результате малоустойчивые однородные насаждения. Игнорирование экосистемного и популяционного подходов, невнимательное отношение, на первый взгляд, к скромным достижениям российских лесных селекционеров может привести к потере ценнейшего генофонда российских лесов.

Генетики (Лесная Россия, 2008, N 1, стр. 11) приводят пример использования селекционерами Швеции генетического разнообразия популяций ели европейской из Беларуси для повышения продуктивности шведских лесов: «получен однозначный вывод о том, что белорусские семена обеспечивают повышение продуктивности лесов больше, чем использование местных (шведских) сортов». А что в России? Как мы планируем использовать бесценное достояние страны – генетическое разнообразие популяций лесобразующих деревьев, которым обладаем?

Вместо изучения и использования богатства российских лесов с применением методов современной биотехнологии государству предлагают проводить разработку ГМД, которые государству же позднее будут продавать по коммерческим расценкам. Вопреки мнению международных экспертов, государство убеждают в том, что «выращивание трансгенных деревьев не будет представлять никакой угрозы для окружающей среды» (В.Лебедев, Я.Бурьянов 2008). Более того, не упоминая о том, что коммерческое выращивание трансгенных растений в открытом грунте в России не разрешено, предлагают «создание полигонов для оценки ГМД в различных почвенно-климатических зонах» страны. (К. Шестибратов 2008).

По нашему мнению задача научного сообщества должна сводиться не к обслуживанию коммерческих проектов, а к ответственному научному осмыслению рисков, связанных с ГМД, а также к прогнозированию и минимизации возможных негативных последствий. Многие вопросы необходимо оценивать более комплексно, включая их добавочную стоимость по сравнению с существующими традиционными методами селекции, затраты (как нынешние, так прошлые), уровень использования существующего потенциала и построения потенциала, необходимых ресурсов для их использования и поддержания, их прогнозируемое воздействие на окружающую среду, существующие регулятивные и законодательные соображения, как на национальном, так и на международном уровнях.



ФАО открыто заявляет, что ГМД сопровождается определенными рисками. Нестабильность пересаженных генов, любая неудача на опытной плантации, возможное низкое качество древесины, «привыкание» к ГМД отдельных видов болезней или насекомых, случайное попадание модифицированных генов деревьев в природную экосистему – вот неполный пере-

чень факторов риска. Принимая во внимание, что генетическая модификация деревьев уже вступает в коммерческую фазу развития (трансгенный тополь в Китае), очень важно провести научную оценку экологических рисков с тем, чтобы на национальном и международном уровнях были выработаны и согласованы соответствующие процедуры и методики оценок. Результаты таких исследований должны быть широко известны – такова принципиальная точка зрения ФАО.

В 2006 г. на 8-й Конференции Сторон Конвенции ООН о биоразнообразии в Бразилии ГМД были признаны мировой экологической угрозой. В 2008 г. 9-я Конференция Сторон вновь подтвердила необходимость применения осмотрительного подхода при решении вопросов, связанных с генетически модифицированными деревьями; предложила Сторонам продолжать разработку критериев оценки рисков, конкретно предназначенных для генетически модифицированных деревьев; настоятельно призвала Сторону сотрудничать с соответствующими организациями в разработке руководящих указаний по оценке риска, который представляют собой ГМД, и руководящих указаний по оценке потенциально отрицательных и положительных последствий использования ГМД для сохранения и устойчивого использования биоразнообразия лесов; а также санкционировать выпуск генетически модифицированных деревьев только после завершения исследований в замкнутых системах, в том числе в теплицах, и ограниченных полевых исследований в соответствии с нормами международного права в случаях их существования, учитывая долгосрочные последствия, а также путем проведения научно обоснованных и прозрачных оценок во избежание возможных неблагоприятных экологических последствий для биологического разнообразия лесов\*.

Законы бизнеса подвигают предпринимателей на быстрые и активные действия: заинтере-

сованные компании вряд ли станут раздумывать, применять ли им ГМД. Если эта идея окажется достаточно привлекательной с точки зрения прибыли, предприниматели начнут массовую посадку ГМД. Призывами к разумной осторожности их вряд ли остановишь. Единственный выход – срочно создавать соответствующее российское правовое поле в области применения ГМД, основываясь на международных документах и зарубежном опыте, но при обязательном учете специфики российского бизнеса.

Россия, как одна из Сторон КБР, обязана выполнять приведенные выше решения 9-й Конференции Сторон. Однако, вопреки этим решениям, невзирая на отсутствие в России правового поля промышленного применения ГМД (коммерческое выращивание трансгенных растений в открытом грунте в России не разрешено), опережая проведение российских исследований по оценке рисков применения ГМД, в декабре 2007 года межрегиональное совещание, прошедшее в Чебоксарах в рамках Международного форума «Стратегия и практика успешного бизнеса», было проинформировано, что Общество биотехнологов России как инновационный партнер Чувашии развивает в регионе проект по лесной биотехнологии (данные [www.regnum.ru](http://www.regnum.ru)). Суть инновационного пилотного проекта, который реализуют ученые Пущинского научного центра РАН, – использовать генную инженерию для плантационного лесоводства. Внедрение аналогичной программы развития лесной биотехнологии уже происходит в Нижегородской области.

Представляется разумным, следуя решениям научно-практической конференции «Лесная генетика, селекция и биотехнология в лесном хозяйстве», не создавать неоправданного перекося в финансирование преимущественно биотехнологических проектов, а, поддерживая традиционные подходы лесной генетики, селекции, семеноводства и интродукции, способствовать развитию «консолидированной обоснованной пози-

\* В соответствующих случаях предложено уделять особое внимание перекрестному опылению и распространению семян.

ции по проблеме изучения, сохранения, повышения продуктивности, рационального использования и воспроизводства лесных ресурсов, направленной на эффективное решение научных и практических задач лесной отрасли России» (из решения конференции).

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Лебедев, В. Безопасность трансгенных растений / В. Лебедев, Я. Бурьянов. – Лесная Россия. – 2008. – № 1. – С. 20–28.

Шестибратов, К. Законодательное поле трансгенных культур / К. Шестибратов. – Лесная Россия. – 2008. – № 1. – С. 37.

The potential environmental, cultural and socio-economic impacts of genetically modified trees. – UNEP/CBD/SBSTTA/13/INF/6, 2008.

Compilation of views on the Potential Environmental, Cultural and Socio-economic Impacts of Genetically Modified (Addendum). – UNEP/CBD/SBSTTA/13/INF/7 и Add.1, 2008.

Report of the Canada-Norway expert workshop on risk assessment for emerging applications of living modified organisms. – UNEP/CBD/BS/COP-MOP/4/INF/1,3, 2008

Campbel, F. T. RGE trees: Proceed only with caution, Proceedings of the First International Symposium on Ecological and Societal Aspects of Transgenic Plantations / F. T. Campbe. and R. Asante-Owusupp.– 2001, pp. 158–167.

El-Lakany. M.H. (2004). Are genetically modified trees a threat to forests? / M. H. El-Lakany. – Unasylva, 2004.– 55 (217), pp. 45-47;

Preliminary review of biotechnology in forestry, including genetic modification / Forest Genetic Resources Working Paper FGR/59E. Forest Resources Development Service, Forest Resource Division. – Rome : FAO, 2004.

Farnum, P. Ecological and population genetics research imperatives for transgenic trees / P. Farnum, A. Lucier, R. Meilan // Tree Genetics & Genomes. – 3(2). – 2007. – P. 119–133.

Trees with novel traits in Canada: Regulations and related scientific issues / K. Finstad, A. C. Bonfils, W. Shearer, P. Macdonald // Tree Genetics & Genomes. – 3(2). – 2008. – P. 135–139.

Environmental effects of genetically engineered woody biomass crops, Biomass and Bioenergy / R. James, S. P. DiFazio, A. M. Brunner, S. H. Strauss. – 1998. – 4(4). – P. 403–414.

Johnson, B. Potential impacts of genetically modified trees on biodiversity of forestry plantations: A global perspective. Proceedings of the First International Symposium on Ecological and Societal Aspects of Transgenic Plantations / B. Johnson, K. Kirby. – 2001. – P. 176–186.

Gartland, K. M. A. Forest Biotechnology and Europe's Forest of the Future, Forest Biotechnology in Europe: Impending Barriers, Policies and Implications / K. M. A.Gartland, R. C. Kellison, T. M. Fenning. – Edinburgh,otland, 2002.

Effects of plants genetically modified for insect resistance on nontarget organisms / M. O'Callaghan, T. R. Glare, E.Gurgess, L. A. Malone //Annual Review of Entomology. – 2002 50. – P. 271–292.

Pena, L., and Seguin, A. (2001). Recent advances in the genetic transformation of trees, TRENDS in Biotechnology / L. Penaand, A. Seguin. – 2001. – 19(12). P.– 500–506.

Royal Society of Canada. Elements of the precaution: Recommendations for the regulation of food biotechnology in Canada : Expert Panel Report on the Future of Food biotechnology. – Ottawa, Canada, 2001.

Frankenhuyzen, K. Current status and environmental impact of transgenic forest trees /K. van Frankenhuyzen, T. Beardmore // Canadian Journal of Forest Research. – 2004. – 34. P. 1163–1180.

## СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ



### Научно-исследовательский институт лесной генетики и селекции

Научно-исследовательский институт лесной генетики и селекции (НИИЛГиС) основан в 1971 г. для проведения исследований по разработке новых и совершенствованию имеющихся методов отбора высокопродуктивных и устойчивых форм древесных растений, выведения и размножения сортов на основе лесной генетики, селекции, семеноводства и интродукции.

При НИИЛГиС был создан Проблемный совет по лесной генетике, селекции, семеноводству и интродукции. Совет определяет основные направления селекционно-генетических исследований. По решению Совета для изучения генофонда была заложена сеть географических культур основных лесообразующих пород. На основе этих опытов было разработано лесосеменное районирование древесных пород.

В НИИЛГиС проведены исследования по биотехнологии древесных растений, мутагенезу, гибридизации, генетике онтогенеза и другим вопросам; разработаны нормативно-методические документы по многим направлениям, касающимся охраны генофонда, селекции, семеноводства, размножения, технологии создания лесосеменных плантаций и др.

В разных регионах страны были заложены опытные селекционно-семеноводческие объекты по сосне, дубу, лиственнице и другим породам. Проводятся работы по выделению плюсовых деревьев и насаждений, генетических резерватов.

С 1988 г. НИИЛГиС является членом ИЮФРО и сотрудничает с научными учреждениями более чем 25 стран мира.

За годы деятельности НИИЛГиС по материалам исследований было защищено 18 докторских и 48 кандидатских диссертаций.

В Институте подготовлено и опубликовано 25 сборников научных трудов; 18 сборников тезисов и материалов конференций, совещаний и съездов, в том числе и международных; 17 монографий и справочников; более 20 наименований отраслевых и около 60 региональных рекомендаций и методик; 25 нормативно-технических документов (положений, ОСТ, ГОСТ, ТУ); в отечественной и зарубежной печати опубликовано более 3 тыс. научных статей. Научно-технические разработки сотрудников института защищены 26 авторскими свидетельствами и одним патентом.

В 9 научных и одном производственном подразделениях Института работают 44 научных сотрудника, в том числе 5 докторов и 23 кандидата наук. В г. Воронеже расположены лаборатории:

- генетики;
- селекции;
- сортоиспытания и интродукции;
- семеноводства;
- экофизиологии и защиты леса;
- лесной радиологии.

Другие подразделения находятся в Воронежской обл. (опорный пункт "Шипов лес", Лесопарковый участок), Кировской обл. (Кировская селекционная лаборатория), Новосибирской обл. (Сибирская селекционная лаборатория).

Подразделения Института оказывают практическую помощь предприятиям лесного хозяй-

ства в регионах при создании постоянной лесосеменной базы.

В Институте ведутся базы данных с использованием ГИС-технологий:

- лесные генетические ресурсы российского Черноземья;

- лесная радиология.

Созданная НИИЛГиС опытная база является полигоном для научных исследований и местом проведения научно-технической учебы специалистов лесохозяйственного производства.



## Яблоков Александр Сергеевич (1897–1973)

А. С. Яблоков – ученый в области селекции, дендрологии, доктор сельскохозяйственных наук (1947), профессор (1948), лауреат государственной премии (1951), почетный академик ВАСХНИЛ (1956).

А. С. Яблоков родился 14 ноября 1897 г. в с. Ивановское-Скрябино Костромской губернии. В 1916 г. начал учебу в Московской сельскохозяйственной академии, но в 1919 г. был призван в армию. В 1919–1920 гг. служил в Красной Армии. В 1925 г. он окончил Московский лесотехнический институт, затем Ленинградскую лесотехническую академию (1930).

В 1925–1928 гг. А. С. Яблоков работал лесоводом-таксатором Кучинского лесничества Московской обл. В дальнейшем Александр Сергеевич долгие годы трудился во ВНИИЛХ – научным сотрудником, руководителем лаборатории селекции и интродукции (1928–1960). Одновременно он был заведующим кафедрой семеноводства и селекции Московского лесотехнического института (1948–1960), а затем консультантом кафедры селекции и дендрологии (1960–1973), академиком-секретарем Отделения лесоводства и агролесомелиорации ВАСХНИЛ (1956–1960).

Основные исследования А. С. Яблокова посвящены проблемам лесной таксации, селек-

ции, семеноводства и интродукции лесных культур; физиологии морозоустойчивости древесных пород; повышения продуктивности древостоев, рационального природопользования в лесах.

На протяжении 30-летней научно-практической деятельности под руководством А. С. Яблокова было выведено несколько сотен новых, более продуктивных и ценных сортов различных хвойных и лиственных пород как для лесного хозяйства, так и для озеленения населенных пунктов. В 1951 г. за выведение новых сортов гибридных тополей ему была присуждена Государственная премия СССР.

Ученым опубликовано около 80 научных работ, среди них 13 монографий: «Лесное семеноводство и селекция» (1949), «Культура лиственницы и уход за насаждениями», «Внедрение быстрорастущих и технических ценных пород» (1949), «Селекция древесных пород» (1962), «Воспитание и разведение здоровой сосны» (1963), «Лесосеменное хозяйство: основы лесного семеноводства» – учебное пособие для лесохозяйственных факультетов вузов (1965).

А. С. Яблоков награжден орденами Ленина (1954), Трудового Красного Знамени (1951), 3 медалями.



## Альбенский Анатолий Васильевич (1899–1984)

А. В. Альбенский – ученый в области агролесомелиорации, селекции древесных пород, доктор сельскохозяйственных наук (1950), член-корреспондент ВАСХНИЛ (1956), профессор (1957), заслуженный лесовод РСФСР (1965).

А. В. Альбенский родился 19 октября 1899 г. в с. Григорово Пошехонского уезда Ярославской губернии (ныне Пошехоно-Володарский р-н Ярославской обл.). В 1930 г. он окончил Пермский государственный университет.

Анатолий Васильевич начал свою трудовую деятельность учителем начальной школы в с. Вознесенское Ярославской обл. (1918–1919). Затем служил в рядах Красной Армии (1919–1921). В 1931–1932 гг. А. В. Альбенский работал заведующим отделом древесных пород ВНИИрастениеводства, заведующим отделом селекции и акклиматизации древесных пород (1932–1952), заместителем директора (1952–1959), директором (1959–1970) ВНИИагролесомелиорации. В 1971–1981 гг. он был заведующим кафедрой лесных культур Брянского технологического института.

Научная деятельность Анатолия Васильевича была посвящена изучению ассортимента деревьев и кустарников, селекции, гибридизации и акклиматизации древесных видов, общих вопросов агролесомелиорации и защитного лесоразведения. Он одним из первых среди российских селекционеров разработал методику селекционных работ для защитного лесоразведения. Под его руководством и при непосредственном участии было восстановлено несколько дендрологических садов.

А. В. Альбенским опубликовано около 200 научных трудов, в том числе 40 книг и брошюр, из них 5 монографий. Среди них: «Селекция древесных пород» (в соавторстве с С. С. Пятницким и др., 1950), «Селекция древесных пород и семеноводство» (1959), «Сельское хозяйство и защитное лесоразведение» (1971) и др. Ряд трудов опубликован за рубежом.

А. В. Альбенский награжден орденами Ленина (1954), Трудового Красного Знамени (1967), Октябрьской революции, 4 медалями СССР, золотой медалью им. И. В. Мичурина (1950), серебряной и бронзовой медалями ВДНХ.



## Пятницкий Сергей Сергеевич (1905–1971)

С. С. Пятницкий – доктор сельскохозяйственных наук (1948), профессор (1949), член-коррес-

пондент ВАСХНИЛ (1956), участник Великой Отечественной войны.

Сергей Сергеевич родился 15 марта 1905 г. в с. Кочеток Чугуевского р-на Харьковской обл. В 1925 г. он окончил Харьковский сельскохозяйственный институт.

Сначала С. С. Пятницкий работал преподавателем Старо-Мерчанской профагрошколы (1925–1927), затем – заведующим дендросектором Северо-Кавказского отделения (1929–1930), научным сотрудником ВНИИрастениеводства (1930–1931), старшим научным сотрудником Чугуево-Бабчанской лесной опытной станции (1931–1934). Долгие годы своей трудовой деятельности С. С. Пятницкий посвятил Украинскому НИИ лесного хозяйства и агролесомелиорации – старший научный сотрудник (1934–1935), заведующий отделом (1935–1941, 1945–1948), заместитель директора по науке (1948–1949; 1964–1966). В 1942–1945 гг. С. С. Пятницкий воевал на фронтах Великой Отечественной войны. Одновременно с работой в УкрНИИЛХА Сергей Сергеевич был заведующим кафедрой лесоводства и агролесомелиорации Харьковского

СХИ (1949–1964, 1966–1971). Под его руководством осуществлялись крупные исследования в области селекции бересклетов, тополей, орехов, элитного семеноводства основных древесных пород.

Научные исследования С. С. Пятницкого посвящены вопросам влияния полезащитных лесных полос на урожай в межполосных пространствах; биологии и экологии древесных пород, типов лесных структур для лесостепной части Украины. Он разработал теорию о более интенсивном развитии и «старении» древесных пород в степи. Сергей Сергеевич – автор новых засухоустойчивых и быстрорастущих гибридных форм дуба. Им опубликовано свыше 100 научных трудов, в том числе более 5 книг и брошюр. Среди них: «Селекция дуба» (1954), «Практикум по лесной селекции» для лесотехнических вузов СССР (1961) и др. Ряд его трудов опубликован за рубежом.

С. С. Пятницкий награжден орденом Трудового Красного Знамени (1966), 4 медалями СССР (1944, 1945, 1955, 1966).

## Любавская Антонина Яковлевна (1921-2004)

А. Я. Любавская – ученый в области лесной селекции и генетики, доктор сельскохозяйственных наук (1971), профессор, почетный академик РАЕН, заслуженный деятель науки и техники

А. Я. Любавская родилась 6 октября 1921 г. в селе Воротники Михайловского сельсовета Ромодановского района Мордовской АССР. В 1944 г. окончила биологический факультет Казанского университета по специальности биолог-ботаник. Затем училась в очной аспирантуре Московского лесотехнического института на кафедре селекции и дендрологии (1949–1951) под руководством академика ВАСХНИЛ А. С. Яблокова. В 1953

г. после защиты диссертации на тему «Влияние самоопыления и перекрестного опыления на качество семян и жизнестойкость потомства березы» Антонине Яковлевне была присуждена ученая степень кандидата сельскохозяйственных наук. В 1971 г. она защитила докторскую диссертацию на тему: «Селекция и интродукция березы карельской».

А. Я. Любавская работала в Московском лесотехническом институте (сейчас – Московский государственный университет леса): ассистентом (с 1951), доцентом, заведующей кафедрой селекции и дендрологии (1967–1981).

Область научных исследований А. Я. Любавской – селекция и интродукция березы карельской, агротехника ее выращивания. Под руководством А. Я. Любавской сформировалась школа исследователей, занимавшихся изучением декоративности древесины различных видов древесных пород. При этом основное внимание уделялось изучению нормального и аномального роста древесины в экстремальных условиях – на Дальнем Востоке, Кавказе, в Карпатах, на Урале, Европейской равнине и в Сибири. Работы А. Я. Любавской и ее учеников были неоднократно представлены на различных симпозиумах и конгрессах, проходивших в нашей стране и за рубежом. Под ее руководством защищены 12 кандидатских и 3 докторские диссертации.

А. Я. Любавской подготовлены и изданы 64 научных труда, из них 46 научных статей, 2 монографии, учебник «Лесная селекция и генетика» (1982); разработаны руководства по разведению березы карельской в лесах РСФСР.

А. Я. Любавская была членом Проблемного совета по лесной селекции и генетики и Координационного совета по современным проблемам лесоведения. В 1995 г. Антонина Яковлевна была избрана Почетным членом Академии естественных наук по секции наук о лесе. Имеет авторское свидетельство и патент на способ выращивания березы карельской. Награждена орденом «Знак почета», золотой и серебряной медалями ВДНХ.



**Правдин  
Леонид Федорович  
(1897 – 1987)**

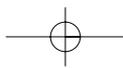
Л. Ф. Правдин – ученый в области лесной генетики и селекции, заслуженный деятель науки РСФСР, доктор биологических наук, профессор, лауреат Государственной премии (1985).

Л. Ф. Правдин родился 23 марта 1897 г. в с. Новографское Галичского уезда Костромской губернии в семье учителя. В 1927 г. окончил Ленинградский лесной институт.

После окончания института Леонид Федорович работал в ЦНИИЛХ – старшим научным сотрудником (с 1927 г.); затем – начальником лесоустроительного отряда Северо-Кавказской экспедиции (1929–1932). В этот период он занимался вопросами интродукции и акклиматизации древесных пород, им были заложены 4 опытных питомника в различных районах Северного Кавказа, созданы опытные культуры разных форм грецкого ореха. Кроме этого, его интересовали вопросы относительно биологии,

экологии и физиологии пробкового дуба. Л. Ф. Правдиным была подготовлена монография «Пробковый дуб в СССР и его культура» (1949), которая была представлена к защите как докторская диссертация.

Леонид Федорович занимался решением задач по разведению на генетико-селекционной основе культуры ивы на Быстрицкой ивовой плантации в Псковской области. Ученым была проведена инвентаризация сырьевой базы ивняков на Северо-Западе РСФСР. Его работы по внутривидовой дифференциации и селекции древесных пород были продолжены в Институте леса АН СССР, где он заведовал лабораторией лесной генетики и селекции (1944–1958). Затем он продолжил работу в Институте леса и древесины СО АН СССР (1959–1962), Лаборатории лесоведения АН СССР (1962–1964 и 1968 – 1982). Длительное время Л. Ф. Правдин был председателем Совета

**ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ИНФОРМАЦИЯ**

по проблемам генетики и селекции древесных пород при Гослесхозе СССР и руководителем секции генетики и селекции в Научном совете АН СССР по проблемам леса..

Л. Ф. Правдин принимал участие подготовке «Лесной энциклопедии» (1988). Им было опубликовано 187 печатных работ, из них 6 моногра-

фий: «Сосна обыкновенная. Изменчивость, внутривидовая систематика и селекция» (1964), «Ель европейская и ель сибирская в СССР» (1975) и др.

В 1985 г. Л. Ф. Правдину по результатам исследований присуждена Государственная премия СССР .

*Рубрика «Страницы истории» подготовлена Е. В. Курилыч –  
Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства  
и механизации лесного хозяйства*

