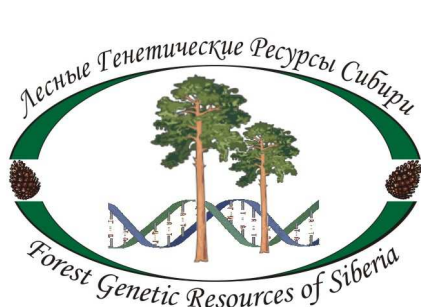




СОХРАНЕНИЕ ЛЕСНЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ СИБИРИ

**МАТЕРИАЛЫ 3-го МЕЖДУНАРОДНОГО
СОВЕЩАНИЯ**

**CONSERVATION OF FOREST GENETIC
RESOURCES IN SIBERIA**

**PROCEEDINGS OF 3-rd INTERNATIONAL
CONFERENCE**

Красноярск, 2011

**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
НАУЧНЫЙ СОВЕТ РАН ПО ПРОБЛЕМАМ ЛЕСА
ИНСТИТУТ ЛЕСА ИМ. В. Н. СУКАЧЕВА СО РАН
МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА
КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ
АГЕНТСТВО ЛЕСНОЙ ОТРАСЛИ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ
ФГУ «РОСЛЕСОЗАЩИТА»
СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНСТИТУТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ СО РАН
СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ РОСПРИРОДНАДЗОРА ПО КРАСНОЯРСКОМУ КРАЮ
BIODIVERSITY INTERNATIONAL, ITALY
INTERNATIONAL UNION OF FOREST RESEARCH ORGANIZATIONS (IUFRO)
TEXAS A&M UNIVERSITY, USA**

СОХРАНЕНИЕ ЛЕСНЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ СИБИРИ

**3-е Международное совещание
(23-29 августа 2011, Красноярск, Россия)**

МАТЕРИАЛЫ СОВЕЩАНИЯ

ПОСВЯЩАЕТСЯ МЕЖДУНАРОДНОМУ ГОДУ ЛЕСОВ

Красноярск, 2011

Сохранение лесных генетических ресурсов Сибири

Материалы 3-го международного совещания

23-29 августа 2011, Красноярск, Россия

Учреждение Российской академии наук Институт леса им. В. Н.

Сукачева СО РАН. 181 с.

Сборник содержит тезисы пленарных, секционных и стендовых докладов, посвященных изучению генетической популяционной структуры лесообразующих видов в северо-азиатской части их ареалов, влиянию техногенного загрязнения, лесозексплуатации и изменения климата на генетическую структуру насаждений, роли сибирских лесов в регуляции глобальных биогеохимических циклов, использованию лесных генетических ресурсов, применению традиционных и новейших молекулярно-генетических подходов для генетико-селекционного улучшения лесов, представленных на 3-ем международном совещании по сохранению лесных генетических ресурсов Сибири, 23-29 августа 2011 г., Красноярск, Россия.

Редакторы:

Е. Н. Муратова

Л. И. Милютин

К.В. Крутовский

Организаторы:

Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН

Сибирский государственный технологический университет

Агентство лесной отрасли Красноярского края

ФГУ «Рослесозащита»

Спонсоры:

Российский фонд фундаментальных исследований (проект № 11-04-06056-г)

Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности

ISBN 978-5-903055-29-6

© 2011 Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН, Красноярск

**RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
SIBERIAN BRANCH
SCIENTIFIC COUNCIL OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES ON FOREST
V. N. SUKACHEV INSTITUTE OF FOREST SB RAS
MINISTRY OF NATURAL RESOURCES AND FOREST COMPLEX
OF KRASNOYARSK TERRITORY
FEDERAL FORESTRY AGENCY OF KRASNOYARSK TERRITORY
“ROSLESOZASHCHITA”, CENTRE FOR FOREST PROTECTION
OF KRASNOYARSK TERRITORY
SIBERIAN STATE TECHNOLOGICAL UNIVERSITY
INSTITUTE OF COMPUTATIONAL TECHNOLOGIES SB RAS
SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY
DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES AND CONSERVATION
OF THE KRASNOYARSK TERRITORY
BIODIVERSITY INTERNATIONAL, ITALY
INTERNATIONAL UNION OF FOREST RESEARCH ORGANIZATIONS
TEXAS A&M UNIVERSITY, USA**

CONSERVATION OF FOREST GENETIC RESOURCES IN SIBERIA

**3-rd International Conference
(August 23-29, 2011, Krasnoyarsk, Russia)**

PROCEEDINGS

DEDICATED TO INTERNATIONAL YEAR OF FORESTS

Krasnoyarsk, 2011

Conservation of Forest Genetics Resources in Siberia

Proceedings of 3-rd International Conference

August 23-29, 2011, Krasnoyarsk, Russia

V. N. Sukachev Institute of Forest SB RAS 181 p.

The proceedings contain the abstracts of the plenary, section and poster presentations on the studies of the population genetic structure of the Siberian boreal forests in their North Asian areas, anthropogenic forest exploitation and global climate change effects on the genetic structure of forest stands, the role of the Siberian forests in the regulation of global biogeochemical cycles, utilization of forest genetic resources, application of traditional and modern methods of genetic analysis in forest tree improvement, presented at the 3-rd International Conference on Conservation of Forest Genetic Resources in Siberia, August 23-29, 2011, Krasnoyarsk, Russia.

Editors:

E. N. Muratova

L. I. Milyutin

K.V. Krutovsky

Organized by:

V. N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch
Siberian State Technological University

Federal Forestry Agency of Krasnoyarsk Territory

“Roslesozashchita”, Centre for forest protection of Krasnoyarsk Territory

Sponsored by:

Russian Foundation for Basic Research (project N 11-04-06056-г)

Krasnoyarsk Territory Foundation for Scientific and Applied Research Activity

Support

ISBN 978-5-903055-29-6

© 2011 V. N. Sukachev Institute of Forest SB RAS, Krasnoyarsk

ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ ПОПУЛЯЦИЙ КАШТАНА ПОСЕВНОГО

Н.П. Алентьев, О.Н. Алентьев

Центр защиты леса Республики Адыгея, Майкоп, Россия; E-mail: czl01@yandex.ru

THE PROBLEMS OF CONSERVATION OF CASTANEA SATIVA MELL. POPULATIONS

N.P. Alentiev, O.N. Alentiev

Russian Center of Forest Protection – Center of Forest Protection of Adyghea Republic,
Maikop, Russia; E-mail: czl01@yandex.ru

Исследованиями 2006-2007 гг. установлено, что в Сочинском национальном парке, как и на всем Северном Кавказе, происходит прогрессирующее усыхание каштана посевного (*Castanea sativa* Mill). Главной причиной отмирания деревьев каштана является инфекционный микоз *Endotia parasctica* Mitt. Болезнь принимает эпидемический характер, что ставит под угрозу исчезновения произрастание каштана как вида. Наиболее интенсивное усыхание каштанников происходит в местах, подверженных усиленному антропогенному воздействию. Это нижнегорный пояс прибрежной зоны Черного моря. Имеют место и другие болезни. В онтогенезе каштана видимая пораженность обычно регистрируется в возрасте старше 30 лет. Максимум достигается к 80 годам.

Результаты инвентаризации селекционно-семеноводческих объектов и обследования в очагах крифонектриевого некроза, проведенных в Сочинском национальном парке показали, что есть и восприимчивые и слабовосприимчивые к грибу особи каштана. Однако надежный отбор на устойчивость каштана к некрозу требует длительного времени. Основным показателем к устойчивости каштана к некрозу служит отсутствие пораженности деревьев на сильно инфекционном фоне в течение длительного времени. Показана перспективность поэтапного создания постоянной лесосеменной базы каштана, основанной на получении посадочного материала, устойчивого к заболеваниям.

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ РЕСПУБЛИКИ АДЫГЕЯ И ПРОБЛЕМЫ ИХ СОХРАНЕНИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ

Н.П. Алентьев, Н.Б. Никишина

Российский центр защиты леса – Центр защиты леса Республики Адыгея, Майкоп,
Майкоп, Россия; E-mail: czl01@yandex.ru

GENETIC RESOURCES OF THE ADYGHEA REPUBLIC AND THE PROBLEMS OF THEIR CONSERVATION AND RECONSTRUCTION

N.P. Alentiev, N.V. Nikishina

Russian Center of Forest Protection – Center of Forest Protection of Adyghea Republic,
Maikop, Russia; E-mail: czl01@yandex.ru

Леса Республики Адыгея обладают высокой степенью естественного генотипического разнообразия. Однако, в результате истощительного лесопользования на Северном Кавказе в течение последних семидесяти лет произошло значительное обеднение генетического фонда природных популяций основных лесобразующих пород. Особую тревогу вызывает состояние дубрав в предгорной зоне, где практически все доступные массивы пройдены сплошными рубками и другими антропогенными воздействиями.

К сегодняшнему дню проделана большая работа по выделению лесных генетических резерватов основных лесобразующих пород республики. Их площадь – 1725 га, в том числе: по пихте кавказской – 1460 га, буку восточному – 76 га, дубу черешчатому и скальному – 189 га. Казалось бы, вопрос с консервацией генетических ресурсов основных лесобразующих пород более-менее решен. Но в верхнем ярусе генетического резервата дуба начался процесс регенерации в связи с перестойностью насаждения и расстройством

после хозяйственных мероприятий, связанных со стихийным бедствием – обледенением. В результате из 560 га ранее выделенного под генрезерват участка осталось 189 га. В оставшейся части генрезервата сосредоточены наиболее ценные объекты – шесть плюсовых насаждений из трех аборигенных видов дуба (черешчатый, скальный, Гартвиса) общей площадью 138,3 га и 96 плюсовых дерева, из них 3 дерева рекомендованы в элиту. Это очень высокопродуктивное насаждение первого класса товарности, с запасом 278 м³/га, средней высотой древостоя 28 м и диаметром ствола 42 см.

Определенное значение в плане сохранения генетических ресурсов лесов имеют работы в области плюсовой селекции, а именно, выделяемые плюсовые деревья и насаждения (в Республике их соответственно 500 шт. и более 175,6 га), как и генетические резерваты, они относятся к категории объектов сохранения в природных местообитаниях, а также лесосеменные и маточные плантации, относящиеся к категории объектов сохранения вне природных местообитаний (соответственно 58 и 4 га).

В Республике имеется значительная площадь особо охраняемых лесов и генетико-селекционных объектов (по отношению к площади лесного фонда), большая, чем в соседних регионах. Это как бы свидетельствует об относительно благополучном положении дел в Республике в этом направлении. С такой точкой зрения согласиться нельзя, в связи с тем, что решение проблемы будет достигнуто лишь при условии, что каждый внутривидовой таксон, каждое плюсовое дерево и насаждение будут сохранены как в природных, так и вне природных местообитаний, чего в настоящее время еще не достигнуто. Так, потомство плюсовых деревьев дуба вне пределов местообитания представлено 117 деревьями (44%), в том числе из генрезервата 81 (32%), по остальным древесным породам представительство гораздо ниже.

Таким образом, решение проблемы сохранения и использования генетического фонда в лесах Адыгеи должно предусматривать: проведение селекционной инвентаризации оставшихся высокопроизводительных насаждений не только лесобразующих, но и других видов лесных древесных растений, а также проведение генетической сертификации существующих объектов ЕГСР. При этом первоочередными должны быть меры по сохранению и восстановлению ресурсов популяций и видов, подверженных генетической эрозии, например, генрезервата дуба в Майкопском лесничестве.

СМЕНА ПОРОД В ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТАХ КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

И.Н. Алиев

Северо-Кавказский НИИ горного и предгорного садоводства, Нальчик, Россия;
E-mail: aliev61@mail.ru

TREE SUCCESSION IN TECHNOGENIC LANDSCAPES OF KABARDINO-BALKAR REPUBLIC

I.N. Aliev

Northern Caucasus Mountain and Foothill Gardening Research Institute, Nalchik, Russia;
E-mail: aliev61@mail.ru

На территории Кабардино-Балкарской республики (КБР) разведано и используется 53 различных объекта природного сырья, которые расположены по всему региону, и их площадь составляет свыше 1000 га. Месторождения КБР, в основном, представлены строительными материалами. Многие карьеры расположены вблизи или непосредственно в лесных массивах. Их отрицательное влияние резко сказывается на экологии этих территорий. В лесах преобладают буково-грабовые насаждения. Местами встречаются дикie плодовые деревья и кустарники: яблоня восточная, груша кавказская, лещина обыкновенная, алыча, мушмула германская, боярышник однопестичный, кизил, калина обыкновенная и шиповник. Из других деревьев можно встретить липу кавказскую, ясень обыкновен-

ный, осину и ольху черную. Из кустарников бузину черную, бересклет европейский, крушину ломкую и жимолость обыкновенную.

В результате антропогенного воздействия и добычи полезных ископаемых открытым способом произошло естественное изменение породного состава этих территорий. Как отмечалось выше, многие месторождения примыкают к лесу, отсюда в составе насаждений присутствуют виды, произрастающие на лесной территории. Состав насаждений на нарушенных землях зависит от частей склона и экспозиции откосов. Верхняя часть откоса одинакова для всех экспозиций и в ее составе присутствуют 4Бк4Г62Лщ, в средних частях бук уже отсутствует, граб остается 40% на севере и западе, на юге его 50% и востоке 70%. На северной части с грабом растет 50% тополя бальзамического, на южной части – 50% мушмулы германской. Груша кавказская начинает расти в середине восточного склона – 10%, а внизу ее 20%. По мере снижения к подножью карьера появляется осина – 10%, алыча от 10 до 60%, шиповник – 80%, ива козья – 80% и свидина – 10%. Такие породы, как алыча и свидина растут на западном склоне. Мушмула германская отдает предпочтение южному откосу. Граб приживается на всех экспозициях, сказывается окружение лесом, где он составляет вместе с буком – буково-грабовые насаждения. Лещина обыкновенная, произрастая в подлеске на лесной территории, также селится на всех экспозициях. Ива козья растет на более увлажненных нижних частях откоса, на западной и восточной экспозициях. Более открытые места занимает шиповник.

Исследования процессов естественного зарастания нарушенных земель КБР показывают, что наиболее богатый породный состав отмечается вблизи лесных массивов. Близкое расположение леса оказывает благотворное влияние на развитие древесных пород и кустарников в техногенных ландшафтах республики. В тех случаях, когда на прилегающих территориях существует естественная лесная растительность состав насаждений на отвалах и карьерах не повторяется. Нарушенные территории заселяют новые виды древесных пород и кустарников, ранее не произрастающих на этих землях. Ближе к лесу идет сильнее зарастание травами и увеличивается их разнообразие с появлением представителей лесных видов.

Перспективными для закрепления склонов горных отвалов признаны древесные породы, обладающие корнеотпрысковой способностью. В заселении антропогенных, беспокровных субстратов отмечается участие таких пород. В наших условиях это, прежде всего: облепиха крушиновая, ивы (козья и остролистная), тополя (бальзамический и белый), шиповник, терн и др. В заключении хотелось бы отметить, что естественное распространение растительности на отвалах служит ясным и простым показателем их потенциальной способности, расти в данных условиях. Лесоводы-практики должны считать это явление сигналом для облесения нарушенных земель.

СОХРАНЕНИЕ ГЕНОФОНДА ПИХТЫ СИБИРСКОЙ (*ABIES SIBIRICA* LEDEB.) В КУЛЬТУРЕ IN VITRO

Е.В. Бажина

Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Красноярск, Россия;

E-mail: genetics@ksc.krasn.ru

CONSERVATION OF SIBERIAN FIR (*ABIES SIBIRICA* LEDEB.) GENEPOOL IN CULTURE IN VITRO

E.V. Bazhina

V.N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch,

Krasnoyarsk, Russia; E-mail: genetics@ksc.krasn.ru

В последние десятилетия в горных лесах Южной Сибири: Хамар-Дабана, Западного Саяна, Восточного Саяна и Кузнецкого Алатау наблюдается интенсивное усыхание пихты сибирской (*Abies sibirica* Ledeb.). Установлено, что характер усыхания деревьев в

различных частях гор Южной Сибири одинаков: наблюдаются уменьшение продуктивности, преждевременное старение, снижение линейного и радиального приростов, уменьшение роста побегов, хлорозы, некрозы и преждевременный опад хвои, возникновение стволовых гнилей, нарушение репродуктивных функций [Бажина, 2010]. В зависимости от условий произрастания варьирует лишь динамика повреждения.

Одним из перспективных методов сохранения генофондов растений является сохранение их в культуре *in vitro*. Для сохранения устойчивых к воздействию неблагоприятных экологических факторов генотипов деревьев пихты сибирской с высокой жизнеспособностью начаты исследования по разработке биотехнологии микрклонального размножения пихты в культуре *in vitro*. В осенний период проводилось введение в культуру незрелых зиготических зародышей [Malabadi et al., 2005] пихты сибирской, собранных 18 августа. Использовались агаризованные среды LV, содержащие различные концентрации гормонов 2,4Д (0-2мг/л) и 6-БАП (1мг/л). Формирование морфогенного каллуса происходило уже на 14 сут. Наибольшей способностью к пролиферации обладал каллус, полученный на среде ½ MS с добавлением 6 БАП и 2,4Д, у которого через два месяца культивирования объем эмбриогенного каллуса почти в три раза превышал объем каллуса, полученного на среде ½ MS с добавлением только 6 БАП. Однако при дальнейшем культивировании на этой среде каллусы начинали отмирать и были пересажены на среду ½LV. В настоящее время каллусы активно пролиферируют. Цитологический контроль показал, что они состоят из зародышеподобных структур-эмбриоидов. Таким образом, в результате проведенных исследований путем подбора состава питательных сред на клеточном уровне в культуре *in vitro* были впервые получены морфогенные каллусы пихты сибирской, способные активно пролиферировать и образовывать эмбриоиды.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 11-04-00281-а.

**СИБИРСКИЕ ПОПУЛЯЦИИ *POPULUS ALBA* L. КАК ИСТОЧНИК
ЗИМОСТОЙКИХ И ДЕКОРАТИВНЫХ ФОРМ
ДЛЯ ИНТРОДУКЦИИ И СЕЛЕКЦИИ**

В.Т. Бакулин

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, Новосибирск, Россия;
E-mail: root@botgard.nsk.su

SIBERIAN POPULATIONS OF *POPULUS ALBA* L. AS A SOURCE OF WINTERHARDY AND ORNAMENTAL FORMS FOR INTRODUCTION AND BREEDING

V.T. Bakulin

Central Siberian Botanical Garden, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch,
Novosibirsk, Russia; E-mail: root@botgard.nsk.su

Представители рода тополь (*Populus* L., *Salicaceae* Mirbel) широко используются в Сибири для озеленения населенных мест и создания различного типа защитных насаждений. Однако ассортимент их очень беден и состоит в основном из интродуцентов. Местные виды тополя редко привлекаются для зеленого строительства, хотя превосходят интродуценты по зимостойкости и не уступают им по интенсивности роста.

Продуктивность и формовое разнообразие *P. alba* в Западной Сибири изучены недостаточно. В связи с этим проведено обследование этого вида тополя в Алтайском крае, Новосибирской и Томской областях. Общая протяженность района исследований с юга на север составляет около 600 км (от пос. Красное Раздолье Алтайского края до с. Кожевниково Томской области). На выделенных участках тополевого леса были заложены пробные площади с описанием условий произрастания, спилены модельные деревья, с которых взяты образцы древесины для анатомических исследований и собран гербарный материал побегов с листьями. Полевые работы проведены в поймах следующих рек: Катунь, Алей, Бобровка, Чумыш, Иня, Обь.

В районе исследований тополь растет одиночно, группами деревьев и небольшими рощами. Образует как чистые по составу насаждения, так и смешанные с тополем черным и березой. Лучшие по продуктивности белотопольники относятся к I-Ia классам бонитета. В возрасте 40-50 лет высота деревьев 23-27 м, а в некоторых местах достигает 28-30 м. Встречаются насаждения семенного и вегетативного происхождения, состоящие из небольших естественных клонов, а также насаждения смешанного типа. В семенном топольнике наблюдается некоторое варьирование деревьев по габитусу кроны, цвету коры, трещиноватости корки, высоте распространения ее по стволу, углу прикрепления сучьев к стволу, форме листьев, степени их опушения и другим признакам, имеющим декоративное значение. У естественных клонов раметы относятся к одному полу и имеют весьма сходный фенотип.

Быстрорастущие особи мужского пола, с компактной кроной и слаботрещиноватой корой вполне пригодны (после вегетативного их размножения) для непосредственного использования в садово-парковом строительстве, облесении водоемов и оврагов. Обильные корневые отпрыски будут способствовать длительному сохранению созданных посадок без повторных лесокультурных работ.

Многолетний опыт интродукции древесных растений показал, что серебристые сорта тополя европейской селекции недостаточно устойчивы к суровым условиям Сибири. Поэтому тополь белый из Западной Сибири, где проходит северо-восточная граница его ареала, представляет собой ценный исходный материал (как донор высокой зимостойкости) для межвидовой гибридизации с *P. bolleana* Lauche с целью создания новых декоративных и зимостойких сортов серебристых тополей.

Особенности анатомического строения древесины тополя белого исследованы в зависимости от района произрастания, возраста дерева и высоты ствола. В пойме рр. Катунь и Алей выделены формы с удлиненными волокнами либриформа, представляющие селекционный интерес.

МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ИНВАЗИВНЫХ ЧУЖЕРОДНЫХ ВИДОВ (IAS) ФИТОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ ЛЕСНЫХ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД

О.Ю. Баранов¹, В.А. Ярмолович², С.В. Пантелеев¹, В.Е. Падутов¹

¹Институт леса НАН Беларуси, Гомель, Беларусь; E-mail: betula-belarus@mail.ru;

²Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь

MOLECULAR AND GENETIC DIAGNOSTICS OF INVASIVE ALIEN SPECIES (IAS) OF PHYTOPATHOGENIC FUNGI OF FOREST TREES

O.Yu. Baranov¹, V.A. Yarmolovich², S.V. Panteleev¹, V.E. Padutov¹

¹Institute of Forest, National Academy of Sciences of Belarus, Gomel, Belarus;
E-mail: betula-belarus@mail.ru; ²Belarus State Technological University, Minsk, Belarus

Среди возбудителей инфекционных заболеваний особую опасность представляют Инвазивные чужеродные виды (IAS) микроорганизмов, характеризующиеся, как правило, высокими скоростью распространения инфекции, вирулентностью и агрессивностью; и наносящих значительный ущерб отдельным отраслям экономики. После антропогенного фактора, инвазивные виды несут в себе вторую по размеру угрозу биоразнообразию во всем мире — оцениваемый ущерб составляет более 400 миллиардов долларов США ежегодно, что превышает 1,5% всемирного ВВП.

За последние десятилетия в странах Западной и Центральной Европы отмечается массовое усыхание насаждений ряда лесных древесных видов. Так, например, в Австрии, начиная с 2005 года, началось широкомасштабное усыхание ясеневых лесов. В течение 2006-2007 годов данное явление приобрело характер эпифитотии и получило распространение на территории Дании, Чехии, Финляндии, Венгрии, Германии, Литвы, Норвегии,

Польши, Словении, Швеции. По мнению большинства исследователей, основным фактором развития патологии явилась грибная инфекция, вызываемая гифомицетом *Chalara fraxinea* T. Kowalski sp. nov. Аналогичная ситуация складывается и с усыханием дубовых насаждений — Sudden Oak Death (SOD). Биотической составляющей данного явления рассматривается фитопатогенный вид *Phytophthora ramorum* S. Werres, A.W.A.M. de Cock. Для сеянцев и саженцев хвойных пород — сосны и ели существенный вред в последнее время наносят возбудители диплудииоза и фомоза — *Diplodia sapinea* Desm. (*Sphaeropsis sapinea* Dyko & Sutton) и *Phoma* spp. (включая *P. pomorum* Thüm). Ольховые насаждения подвержены корневым гнилям, вызываемым *Phytophthora alni* Brasier & S.A. Kirk.

Несмотря на получившую широкую распространенность данных инфекций на территории Западной и Центральной Европы, в Беларуси, по данным республиканской лесопатологической службы, они не получили широкого развития и являются потенциальными чужеродными инвазивными видами. Однако, по мнению ряда исследователей, редкое выявление данных заболеваний в нашей стране, скорее всего, связано с отсутствием полноценных методов диагностики инфекционных заболеваний.

До настоящего времени наиболее распространенными способами определения болезней древесных пород являлись морфологический метод (по внешним признакам повреждения растений) и создание коллекций чистых культур изолятов (с последующей видовой идентификацией). Следует отметить, что оба метода характеризуются рядом недостатков — сходной симптоматикой разных болезней, низкой эффективностью переноса патогенов в чистую культуру, анализом заболеваний на поздних стадиях.

Наиболее современными и перспективными способами диагностики патогенных микроорганизмов являются молекулярно-генетические методы. Преимуществами ДНК-технологий, перед остальными группами методов, являются прямой анализ инфицированных тканей растений или потенциальных источников инфекции, ранняя диагностика болезней, точность определения и быстрота выполнения анализов. На текущем этапе в Институте леса НАН Беларуси разрабатывается молекулярно-генетический диагностический комплекс инвазивных возбудителей грибных заболеваний древесных видов Беларуси. По результатам первичного молекулярно-фитопатологического мониторинга в республике выявлены очаги *Chalara fraxinea*, *Sphaeropsis sapinea* и других чужеродных инвазивных видов фитопатогенов.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ МОРФОЛОГИИ И КАЧЕСТВА СЕМЯН ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ (*LARIX SIBIRICA* LEDEB.) В СРЕДНЕЙ СИБИРИ

А.П. Барченков

Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Красноярск, Россия;

E-mail: barchenkov@pochta.ru

VARIABILITY OF MORPHOLOGY AND QUALITY OF SIBERIAN LARCH SEEDS (*LARIX SIBIRICA* LEDEB.) IN CENTRAL SIBERIA

A.P. Barchenkov

V.N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch,

Krasnoyarsk, Russia; E-mail: barchenkov@pochta.ru

Семена являются одним из основных продуктов лесохозяйственной деятельности. Изменчивость отдельных признаков и свойств семян в различных популяциях или в определенных экологических условиях может иметь значение при выделении внутривидовых таксономических категорий, а также при разработке стандартов на лесные семена. Одним из существенных признаков для изучения биоразнообразия лиственницы является размер семян. При этом данный признак формируется из сочетания размеров семени и крылатки. В наших исследованиях на территории северной тайги средняя длина семени с крылаткой лиственницы сибирской изменялась от 9.7 до 11.1 мм с внутривидовой вариацией

13.3 – 14.8%, длина крылатки варьировала от 6.4 до 7.4 мм, а длина семени от 3.3 до 4 мм с коэффициентами вариации 18.5 – 20% и 14.4 – 17.1% соответственно. При продвижении на юг, по Енисейскому меридиану, значения параметров семян возрастают. В средней тайге (Енисейский лесхоз) усредненная длина семени с крылаткой составила 12.8 мм, длина крылатки – 8.5 мм, а длина семени – 4.3 мм. В южных, лесостепных и горных районах Красноярского края и Хакасии размер семян увеличился до 13.1 – 13.8 мм, причем длина крылатки составляла 8.9 – 9.6 мм, а длина семени – 4.2 – 4.3 мм. При этом степень вариации признака уменьшается с севера на юг от среднего до низкого уровня по шкале С.А. Мамаева [1972].

Изменчивость массы 1000 семян в пределах популяции характеризуется средним и повышенным уровнями, по шкале С.А. Мамаева [1972], и во многом зависит от посевных качеств семян. Как и у других древесных пород, у лиственницы сибирской этот показатель наиболее тесно связан с климатическими условиями места произрастания, поэтому географическая изменчивость данного признака в Средней Сибири в значительной степени определяется широтной зональностью. Установлено, что при продвижении с севера на юг, с улучшением климатических условий произрастания масса 1000 семян лиственницы сибирской увеличивается от 3 до 10 г. Так, на севере Средней Сибири (Таймырский лесхоз) (67 – 68° с.ш., 87 – 90° в.д.) показатели данного признака варьируют от 3.8 до 5.4 г.

По литературным данным [Круклис, Милютин, 1977], в районе поселка Туруханск (65°47' с.ш. 87°57' в.д.) данный показатель достигает 5.6 г. Значения массы 1000 семян, близкие к 7-8 г, чаще всего встречаются в районах Кеть-Енисейской возвышенной средне-таежной равнины (Н. Енисейский лесхоз) [Ирошников и др., 1974]. По нашим данным в районе Енисейского лесничества масса 1000 семян в среднем составляет 8.8 г. На юге Красноярского края (Ужурский район) и в Хакасии (54 – 55° с.ш. 89 – 90° в.д.) наблюдается значительная изменчивость массы семян, связанная с высотной поясностью. В зависимости от высоты расположения популяции над уровнем моря масса 1000 семян изменяется в среднем от 7.7 до 9.3 г. По данным Е.П. Верховцева [1962], масса 1000 семян на территории Восточного Саяна колеблется от 6.3 до 10.6 г.

Аналогично массе 1000 семян, показатели их посевных качеств также подчиняются широтной закономерности в географической изменчивости. С юга на север посевное качество семян ухудшается, и увеличивается их внутривидовая изменчивость. Установлено, что на севере Красноярского края (плато Путорана) полнотелость, техническая всхожесть и энергия прорастания семян варьируют в среднем от 5.4 до 16.5%. При продвижении на юг эти показатели увеличиваются и на территории Средней тайги (Енисейский лесхоз) достигают в среднем 36.5%. На юге Красноярского края (Кузнецкий Ала-Тау) показатели посевных качеств семян составляют 45.6 – 50.8% что соответствует высшему классу качества семян лиственницы сибирской. Однако значения данных признаков в значительно большей степени зависят от генотипических особенностей отдельных особей и многих других факторов, что отражается в высокой и очень высокой вариации этих признаков в пределах популяции ($C_v = 25.7 – 90.2\%$). Диагностическая ценность данных признаков определена Н.В. Дылисом [1947] для лиственницы сибирской. Низкое качество семян в ее северных популяциях считается одним из основных критериев для выделения полярной расы этого вида. Поэтому посевные качества семян, наряду с массой семян, также могут быть использованы для разграничения северных и южных климатипов лиственницы в Средней Сибири.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Интеграционного проекта СО РАН № 76, гранта РФФИ № 11-04-00033-а.

**СОХРАНЕНИЕ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ
РЕСУРСОВ ОСНОВНЫХ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД
КОЛХИДСКОГО ФЛОРИСТИЧЕСКОГО РЕФУГИУМА**

С.М. Бебия

Институт ботаники Академии наук Абхазии, Сухум, Республика Абхазия;
E-mail: bebia_sergei@mail.ru

**CONSERVATION AND RATIONAL USE OF GENETIC RESOURCES OF THE MAIN
FOREST FORMING WOODY SPECIES OF COLCHIS FLORISTIC REFUGIUM**

S.M. Bebia

Institute of Botany, Academy of Sciences of Abkhazia, Sukhum, Abkhazia Republic;
E-mail: bebia_sergei@mail.ru

Колхидская ботанико-географическая провинция, один из мощнейших рефугиумов Северного полушария, охватывает весь амфитеатр гор от Туапсе до Трабзона, расположенный в восточной части Черного моря. Дендрофлора региона характеризуется многообразием видового состава. Общее число древесных растений насчитывает порядка 160 видов. Из них 51 - деревья, в том числе 19 видов лесобразующие, 98 - кустарники, 11 - лианы. Такое разнообразие видов дендрофлоры обусловлено, главным образом, разнообразием физико-географических условий территории. В этом рефугиуме не только сосредоточена основная масса реликтовых и эндемичных видов дендрофлоры Кавказа, но встречаются и многочисленные реликтовые растительные сообщества, и целые лесные формации. Поэтому данный регион заслуживает особого внимания и охраны. Однако, в настоящее время, состояние многих видов древесных растений и уникальных растительных сообществ вызывает опасения.

Отрицательное антропогенное воздействие на экосистему всего Кавказа и, в частности, Колхиды в течение длительного периода обусловило деградацию многих уникальных растительных комплексов, сокращение ареала и ослабление жизненных позиций ряда видов древесных растений. В настоящее время свыше 40 видов, или более 25% дендрофлоры Колхиды, занесены в «Красную книгу СССР» [1984]. Однако, это далеко не полный набор видов древесных растений региона, которые находятся под угрозой исчезновения и нуждаются в охране. К примеру, по результатам наших исследований, только в пихтовых лесах такие виды, как *Acer sosnovskyi* Doluch., *Castanea sativa* Mill., *Corylus colchica* Albov, *Ulmus glabra* Huds. уже сегодня заслуживают охраны статуса различной категории. Ослаблена жизненная позиция и *Abies nordmanniana* (Stev.) Spach. Отмечается усыхание в значительной степени в девственных насаждениях пихты приспевающего возраста.

В мировой практике рекомендуются различные способы сохранения разнообразия растений. Однако в связи с изменением климата планеты возникла необходимость новых исследований и разработки более эффективных методов сохранения генетического потенциала редких и исчезающих видов растений и их сообществ. В этом плане всестороннее изучение биоэкологических свойств и характера распространения сохранившихся видов древней флоры и уникальных растительных сообществ поможет проследить исторический путь их развития в целом и возможности адаптации к современным глобальным изменениям климатических условий, разработать эффективные системы мероприятий по их сохранению.

**ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ КЕДРОВОГО СТЛАНИКА,
PINUS PUMILA (PALL.) REGEL, ПОЛУОСТРОВА КАМЧАТКА
М.М. Белоконов¹, Ю.С. Белоконов¹, В.П. Ветрова², Д.В. Политов¹**

¹Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН, Москва, Россия

² Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН,
Петропавловск-Камчатский, Россия

**GENETIC VARIABILITY OF *PINUS PUMILA* (PALL.) REGEL,
KAMCHATKA PENINSULA**

M.M. Belokon¹, Yu.S. Belokon¹, V.P. Vetrova², D.V. Politov¹

¹N.I. Vavilov Institute of General Genetics, Moscow; ²Kamchatka Branch of Pacific

Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Far East Branch,
Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia

Кедровый стланник является одним из важнейших видов-эдификаторов растительных сообществ на полуострове Камчатка, а также значимым кормовым объектом для множества животных [Хоментовский, 1995]. Благодаря высокой экологической пластичности данный вид способен заселять малопригодные для обитания других видов места и выживать в экстремальных климатических условиях. Известно, что кедровый стланник обладает одними из самых высоких показателей генетической изменчивости как среди сосен под рода *Haploxydon*, так и среди других хвойных [Крутовский и др., 1990; Гончаренко и др., 1991, 1992; Политов и др., 1992; Goncharenko et al., 1993; Politov, Krutovskii, 1994, 2004; Krutovskii et al., 1994, 1995; Tani et al., 1996; Tani et al., 1998; Гончаренко, Силин, 1997; Малюченко и др., 1998; Малюченко, Алтухов, 2001; Белоконов, 2007; Политов, 2007].

С помощью анализа 27 аллозимных локусов (*Adh-1*, *Adh-2*, *Fdh*, *Fest-2*, *Gdh*, *Got-1*, *Got-2*, *Got-3*, *Idh-1*, *Lap-2*, *Lap-3*, *Mdh-1*, *Mdh-2*, *Mdh-3*, *Mnr-1*, *Perca*, *6Pgd-2*, *6Pgd-3*, *Pgi-1*, *Pgi-2*, *Pgm-1*, *Pgm-2*, *Skdh-1*, *Skdh-2*, *Sod-2*, *Sod-3*, *Sod-4*) была изучена генетическая структура восьми популяций кедрового стланика южной и центральной частей полуострова Камчатка. В целом изменчивыми оказались 25 локусов (93 %). Процент полиморфных локусов варьировал в выборках от 63 до 81% и в среднем составил 73,2%. Среднее число аллелей на locus находилось в пределах 1,93 – 2,33 (в среднем – 2,1). Средняя ожидаемая гетерозиготность зародышей семян (0,208) оказалась ниже наблюдаемой (0,179). Индекс фиксации *F* составил 0,120, что указывает на присутствие инбридинга на ранних стадиях развития, возникающего в результате высокой доли самоопыления и вероятных близкородственных скрещиваний. Среди взрослых деревьев, напротив, наблюдается эксцесс гетерозигот, обуславливаемый элиминацией инбредного потомства, а также действием балансирующего отбора в пользу гетерозигот.

В среднем 3,9 % всей наблюдаемой в изученных выборках изменчивости приходится на долю межпопуляционной. Генетические расстояния (D_N) варьируют в пределах 0,005 – 0,044. Генетические различия между Камчатскими популяциями *Pinus pumila* обусловлены не только историей распространения вида на полуострове, но и рядом почвенных и климатических факторов.

Работа поддержана Программами фундаментальных исследований Президиума РАН «Биологическое разнообразие и генофонды», «Происхождение биосферы и эволюция геобиологических систем» и ОБН РАН «Биоресурсы России».

**CO₂ – ГАЗООБМЕН И СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ХВОИ
ЭКОТИПОВ КЕДРА СИБИРСКОГО *EX SITU***

О.Г. Бендер, А.П. Зотикова, С.Н. Велисевич

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, Томск,
Россия; E-mail: obender65@mail.ru

**CO₂ – GAS EXCHANGE AND NEEDLE STRUCTURE
OF *PINUS SIBIRICA* ECOTYPES *EX SITU***

O.G. Bender, A.P. Zotikova, S.N. Velisevich

Institute of Monitoring of Climatic and Ecological System, Russian Academy of
Sciences, Siberian Branch, Tomsk, Russia; E-mail: obender65@mail.ru

Кедр сибирский (*Pinus sibirica* Du Tour) является одной из лесообразующих пород Сибири и в связи с обширным трансконтинентальным ареалом, несомненно, обладает широким спектром приспособительных возможностей на всех уровнях организации живого организма, в том числе и на уровне структурно-функциональных характеристик листового аппарата. Поэтому изучение адаптации данного вида во всех ее проявлениях имеет большое значение, особенно на фоне изменяющегося климата. Для мониторинга жизненного состояния различных экотипов кедра при изменении климата проведен сравнительный анализ анатомических и морфологических параметров ассимиляционного аппарата, пигментного комплекса хвои и CO₂-газообмена при выращивании деревьев в одинаковых условиях юга Западной Сибири на географической прививочной плантации, заложенной в 30 км от г. Томска. Объектом исследования служили привои кедра сибирского, выполненные черенками с маточных деревьев из естественных насаждений кедра. Для исследований были отобраны следующие экотипы: три экотипа из крайних точек произрастания: северный (г. Уренгой), западный (г. Невьянск), восточный (г. Северобайкальск), и для сравнения был взят местный южный экотип (г. Томск) из оптимума произрастания. Измерения CO₂-газообмена проводили в полевых условиях с использованием газоанализатора Li-6400. Хвою текущего года исследовали в конце вегетационного периода.

Анализ морфо-анатомического строения хвои выявил, что существуют показатели, которые не изменялись с юга на север и с запада на восток (площадь смоляных каналов, толщина гиподермы), а также параметры, изменчивость которых была специфична для каждого экотипа. Так, в широтном направлении были различны длина хвои, площадь центрального цилиндра, устьичная плотность, но эти показатели не изменялись в долготном направлении. Наоборот, с запада на восток изменялись размеры устьица, толщина эпидермы, показатели, которые с юга на север оставались постоянными. У северного экотипа по сравнению с местным уменьшались длина хвои, площади мезофилла, клеток мезофилла и центрального цилиндра на 28, 29, 27, 16% соответственно, а устьичная плотность увеличивалась на 16%. Хвоя западного экотипа отличалась от местного по трем анатомическим показателям: площади поперечного среза (увеличивалась на 20%), площади мезофилла (увеличивалась на 22%), размерам устьиц (уменьшалась на 22%). Хвоя восточного экотипа характеризовалась меньшей площадью поперечного сечения (на 22%), площадью мезофилла (на 38%) и площадью клеток мезофилла (на 34%) по сравнению с местным.

Исследования функциональных характеристик хвои различных экотипов показали, что южный экотип кедра характеризовался максимальными значениями интенсивности CO₂-газообмена и превышал аналогичный показатель других экотипов на 32-37%. Северный, западный и восточный экотипы имели приблизительно одинаковые значения интенсивности фотосинтеза 3.69, 3.52, 3.46 мг CO₂/г·ч, соответственно. Снижение скорости фотосинтеза при перемещении экотипов компенсировалось повышением содержания фотосинтетических пигментов, особенно светособирающего комплекса хлоропластов. Вместе с тем, оводненность хвои была выше у местного варианта по сравнению с другими исследо-

ванными экотипами. В целом, полученные результаты свидетельствуют о пластичности, высокой адаптивной способности ассимиляционного аппарата и большом генетическом потенциале кедра сибирского.

СПЕЦИФИКА КЛОНОВ ПЛЮСОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ПО СОДЕРЖАНИЮ КАРОТИНОИДОВ В ХВОЕ

Н.Н. Бессчетнова

Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия,
Нижний Новгород, Россия; E-mail: lesfak@bk.ru

SPECIFICITY OF SCOTS PINE PLUS-TREE CLONES ON THE CONTENT OF CAROTENOIDS IN THE NEEDLES

N.N. Besschetnova

Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, Nizhny Novgorod, Russia;
E-mail: lesfak@bk.ru

Важнейшим условием успешного развития постоянной лесосеменной базы, созданной на селекционно-генетической основе, выступает максимальное сохранение существующего комплекса плюсовых деревьев и выявление в насаждениях новых объектов. Не менее значимым является многоплановое и детальное изучение свойств ассортимента лесосеменных плантаций и архивов клонов, представляющих собой места сосредоточения носителей лучших признаков основных лесообразующих пород. К числу таких характеристик обоснованно относят содержание основных пигментов в хвое, которые во многом обуславливают эффективность фотосинтеза плюсовых деревьев, введенных в состав лесосеменных плантаций. В свою очередь от эффективности фотосинтеза того или иного дерева зависят его способности образовывать органическое вещество, а следовательно, процессы роста и возможности семенной репродукции. Кроме того, интенсивность фотосинтеза напрямую связана со способностью растительных организмов депонировать углерод. Сравнительная оценка их в этом отношении приобретает в настоящее время особую актуальность.

Анализ специфики содержания каротиноидов в клетках хвои плюсовых деревьев сосны обыкновенной, представленных в архивах клонов и на лесосеменных плантациях (ЛСП) государственного учреждения Нижегородской области «Семеновский спецлесхоз», выявил характер различий между ними. Содержание каротиноидов в разновозрастной хвое неодинаково. В 2-летней хвое общий уровень содержания каротиноидов несколько выше, чем в 1-летней. При этом различия между плюсовыми деревьями наиболее контрастно проявляются при сравнении значений по 1-летней хвое. Соотношение между плюсовыми деревьями по содержанию каротиноидов достаточно устойчиво и сохраняется как в 1-летней, так и 2-летней хвое. Однофакторный дисперсионный анализ подтвердил существенность различий, обнаруженных между плюсовыми деревьями, по содержанию каротиноидов в хвое на всех обследованных лесосеменных плантациях и архивах клонов. Опытные критерии Фишера во всех вариантах анализа превышали соответствующие критические значения. Влияние различий между плюсовыми деревьями в большинстве случаев значительно и достоверно, что выявилось как в расчетах по методу Плохинского, так и методом Снедекора. Наибольшие величины зафиксированы на ЛСП № 1, где они достигают 74.37 % (по Плохинскому) и 63.37% (по Снедекору). Это позволяет принять тезис о выраженной наследственной обусловленности специфики изучаемых объектов по содержанию пигментов, участвующих в процессе фотосинтеза. Данное представление получает подтверждение и тем, что на каждом отдельном участке ПЛСБ и ЕГСК условия произрастания деревьев могут быть признаны выровненными и существенно не влияющими на проявление зафиксированных различий.

Отмеченный факт и установленный уровень генотипической детерминированности изучаемых признаков достаточно стабильно сохраняется в течение ряда лет наблюдений, и устойчиво проявляется в хвое разного возраста. Полученный материал позволяет сделать ряд заключений. Пигментный состав хвои в значительной мере детерминирован генотипическими особенностями растений. Плюсовые деревья сосны обыкновенной существенно различаются по содержанию каротиноидов и их балансу. Соотношения между плюсовыми деревьями, представленными в объектах ПЛСБ и ЕГСК своими вегетативными потомствами, по содержанию пигментов в хвое устойчивы в онтогенетическом и временном аспектах. На проявление неоднородности характеристик плюсовых деревьев по содержанию каротиноидов в хвое заметное влияние оказывают экологические условия, что свидетельствует о выраженной зависимости показателя от них. На долю влияния этого фактора приходится до 70 % общего эффекта.

**ДИНАМИКА АРЕАЛОВ ДРЕВЕСНЫХ ВИДОВ НА ТЕРРИТОРИИ ЗАПАДНОЙ
СИБИРИ В ПОСЛЕЛЕДНИКОВОЕ ВРЕМЯ ПО ПАЛЕОПАЛИНОЛОГИЧЕСКИМ
ДАННЫМ КАК ОСНОВА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ИХ СОВРЕМЕННЫХ
ПОПУЛЯЦИОННЫХ ГЕНОФОНДОВ**

Т.А. Бляхарчук

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН; Томский
государственный университет, Томск, Россия; E-mail: tarun5@rambler.ru

**DYNAMICS OF RANGES OF TREE SPECIES IN WESTERN SIBERIA DURING
POSTGLACIAL TIME ACCORDING TO PALEOPALYNOLOGICAL DATA
AS BASIS FOR INVESTIGATION OF MODERN POPULATION GENE POOLS**

T.A. Blyakharchuk

Institute of Monitoring of Climatic and Ecological System, Russian Academy of Sciences,
Siberian Branch, Tomsk, Russia; E-mail: tarun5@rambler.ru

Разработан модифицированный метод построения пространственных по-
тысячелетних карто-схем палиноареалов эдификаторных видов растительного покрова
для обобщения и анализа обширного палеопалинологического материала, объединяющий
в себе традиционный палеопалинологический метод с геоботаническим. Введены новые
понятия - "палиноареал" и "эдификаторное ядро палиноареала", помогающие оценивать
пространственную динамику отдельных видов растительности с помощью палеопалино-
логических данных. С помощью данной методики впервые построены по-тысячелетние
карто-схемы голоареалов и ценоареалов древесных видов растительного покрова изучае-
мого региона, вскрывшие детальную пространственно-временную картину их динамики.
По объективным палеопалинологическим данным выявлено местоположение рефугиумов
основных древесных видов, существовавших на территории Западной Сибири в поздне-
ледниковое время. Доказано, что первый сплошной лесной покров сформировался в горах
Южной Сибири на 1200 лет раньше, чем на равнине и был представлен пихтово-
кедровыми формациями, а на равнине - берёзовыми и сосновыми формациями. Кедр и
пихта распространились на равнине позднее. Выявлены пространственно-временные за-
кономерности расселения, процветания и деградации ценоареалов отдельных древесных
пород с позднеледниковья до современности по тысячелетним временным срезам.

Установлено, что в голоценовые оптимумы 9 и 6 тысяч лет назад на территории та-
ёжной Зоны равнин Западной Сибири возрастала роль темнохвойных формаций с елью и
пихтой, и усиливались провинциальные различия в структуре растительного покрова, а в
периоды между голоценовыми оптимумами роль темнохвойных пород сокращалась, и
структура растительного покрова приобретала более выраженную широтную зональность.
Полученные детальные по-тысячелетние реконструкции ареалов древесных пород по об-
ширным палеопалинологическим данным с территории Западной Сибири могут быть ис-

пользованы как факторологическая основа для новейших филогеографических исследований, основанных на пересечении современной геномики, популяционной биологии, биогеографии и систематики, целью которых является изучение послеледниковой динамики растений и животных.

ОПЫТ И ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦЕННОГО ГЕНОФОНДА СОСНЫ КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ (*PINUS SIBIRICA* DU TOUR)

И.П. Болонин, В.Е. Кулаков, Р.В. Роговцев

Российский центр защиты леса – Центр защиты леса Новосибирской области,
Новосибирск, Россия

EXPERIENCE AND PROBLEMS IN THE USAGE OF *PINUS SIBIRICA* VALUABLE GENEPOOL

I.P. Bolonin, V.E. Kulakov, R.V. Rogovtsev

Russian Center of Forest Protection – Center of Forest Protection of Novosibirsk Region,
Novosibirsk, Russia

Сосна кедровая сибирская или кедр сибирский занимает особое положение среди хвойных пород по ценности получаемой продукции. Семена кедр («орешки») являются высоко калорийным питательным продуктом для человека и разнообразной фауны тайги, живица – ценное сырьё для фармацевтической промышленности и получения канифоли, хвойная мука – витаминный корм для животных, высокая фитонцидность хвои оказывает оздоровительное воздействие на окружающую среду, ценность кедрового масла и кедровой древесины широко известны у нас и за рубежом.

В настоящее время в Сибири отобрано 1349 плюсовых деревьев кедр на продуктивность и качество ствола, часть из них с учетом потенциальной семенной продуктивности, установленной по развитию женского генеративного яруса. По специальной методике 128 деревьев отобрано по смолопродуктивности. С селекционной точки зрения продукция кедр используется недостаточно полно. При селекции кедр на продуктивность предлагаются три варианта отбора: а) плюсовых деревьев на устойчивость в экстремальных условиях – отбираются экземпляры нормального роста и развития с показателями высоты и диаметра не ниже средних значений для выдела; б) плюсовых деревьев на общую биологическую продуктивность (фитомассу) – отбор ведется в нормальных и плюсовых насаждениях, экземпляров с хорошо развитой кроной, с превышениями по высоте не менее на 15%, по диаметру на 35%, с минимальными показателями зараженности вредителями и болезнями; в) плюсовых деревьев на быстроту роста и качество ствола – отбор ведется по действующим положениям: с превышениями по высоте не менее 10%, по диаметру 30%, дополнительно учитываются: полнодревесность, кривизна ствола, очищаемость от сучьев.

Отбор кедр на семенную продуктивность с целью использования «орешков» как пищевого продукта осуществляется на обилие урожая семян и на их качество: масличность, содержание витаминов и микроэлементов, вкусовые особенности и пр. Отобраные деревья по данным признакам регистрируются как сорт, размножаются вегетативным путем, создаются кедровые сады. Для мебельной, карандашной, сувенирной отраслей промышленности большое значение имеет селекция кедр на качество древесины, проводимая по специальным методикам.

Наиболее перспективна групповая или популяционная селекция кедр на базе естественного подроста или т.н. «потенциальных кедровников». В Западной Сибири их насчитывается 6.1 млн га, в т.ч. 1.2 млн – доступных. Отбираются участки с количеством подрост кедр не менее 1000 шт. на 1 га (возраст 40-80 лет). Лучшие по росту и плодоношению выделяются в плюсовые насаждения, которые формируются по типу ПЛСУ: удаляются поврежденные, отстающие в росте экземпляры, оставляется не более 300 шт. на 1 га хорошего роста и развития растений.

КЛЕН ЯСЕНЕЛИСТНЫЙ – ИНВАЗИВНЫЙ ВИД?

А.Я. Бондарев, Г.А. Галецкая, Л.И. Кальченко

Российский центр защиты леса – Центр защиты леса Алтайского края, Барнаул,
Россия; E-mail: altay-lss@yandex.ru

IS MAPLE ASH INVASIVE SPECIES?

A.Ya. Bondarev, G.A. Galetskaya, L.I. Kalchenko

Russian Center of Forest Protection – Center of Forest Protection of Altai Territory,
Barnaul, Russia; E-mail: altay-lss@yandex.ru

В природных условиях клен ясенелистный (американский) распространен в болотистых территориях Северной Америки. В пределах естественного ареала он тяготеет к тяжелым глинистым почвам, произрастая в речных долинах. Интродукция и акклиматизация вида в Европе произошла в XVII в., а в аграрные и городские экосистемы Западной Сибири – в 1960-е гг. Быстрота роста, неприхотливость к почвенным условиям и загрязнению воздуха, высокая зимостойкость и засухоустойчивость обусловили быстрое распространение этого вида повсюду в России. В настоящее время на территории Евразии из клена ясенелистного сформирован обширный вторичный ареал.

Вид оказался толерантным и осваивает лесные и полевые биотопы. В лесах его не лимитируют ни бедные песчаные почвы, ни полнота насаждений. Клен успешно выдерживает многолетнее затенение коренными породами и быстро разрастается при появлении прогалин. Условия перегрева и промерзания почвы, закупоренные асфальтовые покрытия городских улиц не мешают росту и размножению вида. Существенную роль в расселении клена ясенелистного играют реки и ручьи. Вместе с водой он быстро расселяется в поймах Оби и её притоков. Клен ясенелистный не поедают дикие и домашние животные, включая насекомых. У него образуется значительное количество пневой поросли. Такие последствия интродукции оказались неожиданными.

Для лесных экосистем Западно-Сибирского региона повсеместное расселение клена ясенелистного представляет реальную угрозу. Снижение полноты древостоев в связи с рубками леса способствует бурному вселению клена ясенелистного. Коридорами для проникновения клена в глубину лесных насаждений служат опушки, прогалины, дороги, по которым семена разносятся ветром. Создавая полный тенистый полог своими кронами, он заглушает и подавляет рост самосева и подроста других более ценных пород, тем самым препятствуя их естественному возобновлению. В пойменных лесах Алтайского края он может создать конкуренцию даже представителям семейства ивовых.

Очевидно, что для предотвращения дальнейшего распространения этого вида необходимо активное вмешательство человека. Тем более в настоящее время очевидно, что использование этого вида в озеленении городов и населенных пунктов ограничивается рядом причин: недолговечностью деревьев (в уличных посадках не более 30 лет), аллергичностью пыльцы, ядовитостью цветов и плодов, быстрым разрастанием, в том числе и сквозь асфальт. Стало очевидно, что не применим этот вид и для создания лесополос, так как их зарастание и загущение данного вида осложняет сохранение планируемой конструкции. Полагаем, что уместно принимать меры по предотвращению дальнейшего распространения клена ясенелистного (американского), особенно в природных экосистемах.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ КОНФОРМАЦИИ ФРАГМЕНТОВ МТ-ДНК НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *PINUS* ПО ДАННЫМ SSCP-АНАЛИЗА

Г.Н. Бондаренко, Д.В. Политов

Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН, Москва, Россия;

E-mail: bondarencko.g.n@yandex.ru

VARIABILITY OF MT-DNA FRAGMENT CONFORMATION OF SOME GENUS *PI- NUS* REPRESENTATIVES ON SSCP-ANALYSIS DATA

G.N. Bondarenko, D.V. Politov

N.I. Vavilov Institute of General Genetics, Moscow, Russia;

E-mail: bondarencko.g.n@yandex.ru

В настоящее время получение данных о последовательностях нуклеотидов в молекуле ДНК стало ключевым инструментом в филогенетических, филогеографических, популяционно-генетических и экологических исследованиях. Однако использование для этих целей секвенатора делает решение данной задачи дорогостоящим и трудоемким, особенно в области популяционной генетики, где необходимо анализировать выборки большого объема. Метод SSCP (Single-Stranded Conformation Polymorphism – полиморфизм конформаций однонитевых фрагментов) позволяет технологически просто, недорого и с высокой степенью чувствительности выявлять однонуклеотидные замены, влияющие на конформацию молекулы ДНК после ее денатурации и последующей ренатурации. Такой подход, основанный на изменении электрофоретической подвижности молекул ДНК, позволяет значительно сократить количество образцов для секвенирования, которое служит лишь для выявления и описания полиморфизма, в то время как массовый анализ можно проводить на стандартном электрофоретическом оборудовании и недорогих реагентах.

Мы исследовали полиморфизм фрагментов митохондриальных генов *nad1* (ген субъединицы 1 NADH-дегидрогеназы, длиной 350 п.н.), *nad3* (ген субъединицы 3 NADH-дегидрогеназы, 214 п.н.) и *rps14* (ген 14 субъединицы рибосомального белка, 282 п.н.), *cob* (ген апоцитохрома b, 306 п.н.) в природных популяциях сибирской кедровой сосны *Pinus sibirica* Du Tour, кедрового стланика *P. pumila* (Pall.) Regel и сосны обыкновенной *P. sylvestris* L. Сосна обыкновенная отличается от остальных изученных видов по фрагменту *nad3*, у этого вида «бэнды» однонитевых конформаций расположены ближе друг к другу, чем у сосны кедровой и стланика. Обнаружены межвидовые различия между кедровым стлаником и сосной кедровой сибирской по фрагменту *rps14*. На электрофореграмме однонитевые конформационные варианты у стланика расположены гораздо ближе друг к другу, чем у сосны кедровой сибирской. Как и по остальным исследованным фрагментам, по *rps14* внутривидовых различий не выявлено, в том числе у *P. pumila* между популяциями, произрастающими в районе оз. Баунт (северо-восток Бурятии) и в Оймяконе (Саха-Якутия).

Таким образом, применение метода SSCP в лесной генетике может послужить основой рутинного выявления точечных (однонуклеотидных) замен, анализа изменчивости фрагментов ДНК, имеющих одинаковую длину и, на основе этого – видовой идентификации близких видов растений без применения секвенирования. Следует отметить ценность такой диагностики при отсутствии надежных и полных морфологических данных, в том числе при использовании гербарных образцов и в других случаях, когда морфологические и анатомические видовые признаки недоступны для анализа. SSCP-спектры ядерных, митохондриальных и хлоропластных фрагментов могут также применяться как генетические маркеры для оценки параметров внутривидовой генетической структуры. Однако наша попытка выявить такие полиморфные фрагменты мтДНК в пределах изученных выборок трех видов лесообразующих хвойных пока не дала позитивных результатов. На следующем этапе планируется продолжить анализ мтДНК и ряда фрагментов ядерной ДНК хвойных.

Работа поддержана программами фундаментальных исследований Президиума РАН «Биологическое разнообразие» (подпрограмма «Генофонды и генетическое разнообразие»), и ОБН РАН «Биологические ресурсы России оценка состояния и фундаментальные основы мониторинга», а также ФЦП «Научно-педагогические кадры инновационной России» (направление 1.1, Госконтракт 02.740.11.0281).

СЕЛЕКЦИОННЫЕ ОБЪЕКТЫ КЕДРОВЫХ СОСЕН В УЧЕБНО-ОПЫТНОМ ЛЕСХОЗЕ СИБГТУ

Н.П. Братилова

Сибирский государственный технологический университет, Красноярск, Россия;
E-mail: nbratilova@yandex.ru

THE SELECTION OBJECTS OF *CEMBRA* PINES IN THE EXPERIMENTAL FOREST OF THE SIBERIAN STATE TECHNOLOGICAL UNIVERSITY

N.P. Bratilova

Siberian State Technological University, Krasnoyarsk, Russia; E-mail: nbratilova@yandex.ru

В учебно-опытном лесхозе СибГТУ на территории Караульного участкового лесничества созданы уникальные объекты кедровых сосен: сибирской и корейской. Общая площадь объектов 17 га. Коллекция кедровых сосен начала создаваться на территории дендрария с 1958 г. под руководством доц. О.П. Олисовой. С 1971 г. под руководством проф. Р.Н. Матвеевой была расширена коллекция дендрария, и созданы плантации под названием «Метеостанция», «Известковая», «Собакина речка» и др.

Плантацию «Метеостанция» создавали в 1979-1980 гг. посадкой растений, выращенных из семян, собранных в 1964 г. в популяциях кедра сибирского Красноярского края (учебно-опытный лесхоз СибГТУ; Ярцевский ЛПХ), Республики Алтай (Каракокшинский ЛПХ, урочища Атушкень, Туштуезень), Казахстана (Лениногорский лесхоз), Кемеровской области (Тисульский лесхоз). На плантации также представлено потомство кедра корейского двух происхождений: из Приморского (Вакский лесхоз) и Хабаровского (Хабаровский лесхоз) краев.

Плантационные культуры «Известковая» заложены в 1983 г. Для их создания был использован посадочный материал, выращенный из семян следующих происхождений: из Красноярского края (учебно-опытный лесхоз СибГТУ; Дивногорский лесхоз; Танзыбейский ЛПХ), Иркутской области (Черемховский лесхоз), Республики Алтай (Каракокшинский ЛПХ, ур. Курли и Туштуезень), Хакасии (Сонский лесхоз), Читинской области (Красночикойский лесхоз) и кедра корейского из Приморского края (Вакский лесхоз). Плантации созданы с густотой посадки 400 шт./га.

Большую научную и практическую ценность имеют плантационные культуры кедра сибирского, созданные посадочным материалом, отобраным в раннем возрасте по формовому разнообразию. Первая секция таких плантаций заложена в 1987 г. на площади 4 га с густотой посадки 625 шт./га 10-летними саженцами (3+7 лет), отсортированными в трехлетнем возрасте по размерам стволика и числу крупных верхушечных почек. Для создания второй секции использовался посадочный материал, выращенный из семян, собранных в 1978 г. в Дивногорском лесхозе Красноярского края, и отобранный в однолетнем возрасте по числу семядолей, их длине и форме, длине первичной хвои, фенологической форме. Сеянцы, рассортированные по числу семядолей, высажены на плантацию в 1988 г.; остальные группы пересажены на постоянное место в 1990 г. Общая площадь второй секции 3 га, схема посадки 3,5х3,5 м.

Большое внимание уделяется изучению роста и семеношения плантационных культур, созданных семенным и вегетативным потомством плюсовых деревьев кедра сибирского. Клоновые плантации были созданы двумя способами - черенковыми растениями и прививками. Прививки проводились в 1989 г. способом «сердцевиной на камбий» (по

Проказину) на 6-летние сеянцы и подвойные культуры 13-летнего биологического возраста. Для привоя были взяты черенки с плюсовых деревьев Новосибирской области, Алтая и с отселектированных деревьев Красноярского края. В 1996 г. привитые растения были пересажены на плантацию «Собакина речка» по схеме 5х5 м.

Созданные селекционные объекты кедровых сосен дают возможность изучить особенности роста и семеношения растений, разработать элементы ранней диагностики посадочного материала, откорректировать существующее лесосеменное районирование данных видов, провести отбор и размножить ценные формы и экземпляры для создания продуктивных плантаций следующих поколений.

**МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФИЛЛОТАКСИСА И ПЕРСПЕКТИВЫ
ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОПУЛЯЦИЙ
ХВОЙНЫХ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД**

В.А. Брынцев

Московский государственный университет леса, Моск. обл., Мытищи, Россия;

E-mail: bryntsev@mail.ru

**METHOD OF DEFINITION OF PHYLLOTAXIS TYPES AND PROSPECTS
OF ITS USE FOR RESEARCH OF CONIFEROUS POPULATIONS**

V.A. Bryntsev

Moscow State Forest University, Moscow Region, Mytisch, Russia;

E-mail: bryntsev@mail.ru

Филлотаксис (листорасположение) является важной морфологической характеристикой побегов растений. У хвойных древесных растений почки и побеги образуются в пазухах листьев и поэтому также подчиняются законам филлотаксиса. Таким образом, с филлотаксисом связана не только структура побега, но и структура ветвей и кроны дерева. Однако определение филлотаксиса у хвойных древесных пород сдерживалось отсутствием методов его точного определения. Полное описание филлотаксиса заключается в определении количества листьев или пазушных образований в узле (что для хвойных не является простой задачей), определении изомерии генетической спирали и определении угла дивергенции.

Автором была разработана оригинальная методика определения филлотаксиса, которая была апробирована на побегах сосны обыкновенной и сосны кедровой сибирской и на шишках ели европейской. В основе методики лежит определение количества боковых элементов в циклах парастих. Создание компьютерных моделей позволило рассчитать таблицы, по которым, зная количество боковых элементов в цикле парастих, можно определить угол дивергенции (в частях длин окружности) с точностью до третьего знака.

Собственные исследования и анализ литературных источников показали, что филлотаксис дискретен и приурочен к определенным «идеальным» углам дивергенции. Это позволило выделить типы филлотаксиса. Изучение моделей показало, что приуроченность углов дивергенции у растений к «идеальным» углам имеет важное значение для их морфогенеза. Почка представляет собой преформированный побег. Приуроченность типов филлотаксиса к «идеальным» углам позволяет побегу при неравномерном росте по длине и диаметру сохранить равноудаленное расположение листьев и пазушных образований. При углах, отличных от «идеальных», равномерности достигнуть не удастся. Это особенно важно для развития стробиллов. Наибольшие возможности неравномерного масштабирования имеются при угле дивергенции 0.382 – «идеальном» угле, относящемся к так называемому «золотому сечению». По литературным данным, встречаемость этого типа филлотаксиса наиболее велика – около 90%. Другие типы филлотаксиса (21 тип) представлены значительно реже. Исследование модели показало возможность существования еще 14 типов филлотаксиса.

У хвойных древесных пород отмечена встречаемость различных типов филлотаксиса, представленность которых неодинакова. Представляет интерес оценка межпопуляционной изменчивости хвойных пород по встречаемости в популяциях разных типов филлотаксиса.

Разработанная методика, благодаря высокой точности, позволила не только определить типы филлотаксиса, но и изучить варьирование углов дивергенции около «идеальных» углов. Изучение филлотаксиса у сосны кедровой сибирской и сосны обыкновенной показало, что с ухудшением внешних условий варьирование резко сокращается, при этом элиминируют те растения, которые наиболее отличались по углу дивергенции от «идеальных» углов. Для сосны обыкновенной при ухудшении внешних условий также была отмечена элиминация левых изомеров, которые первоначально превышали правые в два раза, что соответствует данным А.В.Хохрина [1977], о преобладании у сосны обыкновенной в раннем возрасте левых изомеров, которые при ухудшении условий среды элиминируются. Таким образом, филлотаксис может быть одним из показателей устойчивости деревьев и может использоваться при селекции в раннем возрасте. При популяционных исследованиях уровень варьирования углов дивергенции вокруг «идеальных» углов может стать важным показателем для определения давления на популяцию неблагоприятных факторов внешней среды.

**СУММАРНЫЕ БЕЛКИ И ДЕГИДРИНЫ *BETULA PLATYPHYLLA* SUKACZ.
ЦЕНТРАЛЬНОЙ И ЮЖНОЙ ЯКУТИИ**

В.В. Бубякина, Т.Д. Татарина, А.Г. Пономарев, И.В. Васильева, А.А. Перк
Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, Якутск, Россия;
E-mail: anaponomarev@mail.ru

**TOTAL PROTEINS AND DEHYDRINS OF *BETULA PLATYPHYLLA* SUKACZ.
OF CENTRAL AND SOUTHERN YAKUTIA**

V.V. Bubyakina, T.D. Tatarinova, A.G. Ponomarev, I.V. Vasilieva, A.A. Perk
Institute for Biological Problems of Criolitozone, Russian Academy of Sciences,
Siberian Branch, Yakutsk, Russia; E-mail: anaponomarev@mail.ru

На огромной территории Якутии, площадь которой составляет более 3.1 млн. кв. км, лимитирующим фактором выживания растений, являются, в первую очередь, экстремально низкие зимние температуры. Вместе с тем, в отдельных районах республики холодный фактор имеет разную степень интенсивности, что должно приводить к определенной разнокачественности растений в популяциях. Центральная Якутия характеризуется средней температурой января -43°C, Южная Якутия (Алдан) – -28 °C. К наиболее морозоустойчивым видам лиственных пород Якутии относят березу плосколистную (*Betula platyphylla* Sukacz.), произрастающую повсеместно. Классическая морфометрическая оценка популяций по возможности должна дополняться физиолого-биохимической, например, материалами изучения белковых спектров и отдельных белков, определяющих адаптационные характеристики вида. Нами, наряду с показателем гибридного индекса (ГИ), использовались характеристики спектров суммарных белков и дегидринов растений. Последние относятся к полипептидам, защищающим биополимеры и клеточные структуры в условиях дегидратации, в том числе и во время зимнего покоя. Дегидрины выявляли с помощью электрофореза в 12.5%-ном ПААГ с ДДС-На суммарных белков из побегов индивидуальных экземпляров берез (по 6 образцов с каждого района) и иммуноблоттинга с антителами на дегидрины (Agrisera).

Березы обоих местообитаний показали достаточно плотные и весьма близкие распределения ГИ: для центральноякутских образцов они составили 36-43, для алданских – 32-43 балла. Это указывает на большую схожесть признаков *B. platyphylla* в изученных популяциях с типичными признаками березы повислой (*B. pendula*), в связи с чем, ряд ав-

торов считает березу плосколистную лишь ее разновидностью [Коропачинский, Востовская, 2002].

В общем спектре суммарных белков побегов *B. platyphylla* из Центральной Якутии и Алдана по количеству особенно выделялись группы мажорных белков с мол. м. в областях 17-18, 26-27, 39 и 49-51 кД. Однако, индивидуальными маркерами растений в общем спектре белков берез могут служить только полипептиды наиболее варибельного участка (мол. м. 22-25 кД). В этой области проявляются от 1 до 4 белковых полос, которые занимают различные позиции у разных образцов растений, даже собранных на одной небольшой площади. Вместе с тем, растения как центрально-, так и южноякутской (алданской) популяций по степени варибельности данного участка фактически не отличались друг от друга.

Мажорные дегидрины группировались в двух областях. Каждая из берез обладала индивидуальной характеристикой по количеству и соотношению этих белков. Суммарно в пределах первой области с молекулярными массами (м.м.) 59-73 кДа было обнаружено 5 дегидринов (59, 64, 66, 69 и 73 кДа). В более чем 60% случаев у всех исследованных берез найдены дегидрины с м.м. 66 и 69 кДа, в менее 20% – дегидрины с м.м. 59 и 73 кДа. Во второй области 16-24 кДа были обнаружены 7 дегидринов с м.м. 16.2, 16.9, 17.6, 18.3, 20.1, 20.9 и 23.4 кДа. У всех изученных экземпляров определялся 16.9 кДа-дегидрин. У более 80% исследованных берез обнаруживался 17.6 кДа-дегидрин. Другие низкомолекулярные дегидрины встречаются реже. В целом, березы центрально- и южноякутских популяций имели сходное распределение дегидринов, лишь одна из исследованных берез Центральной Якутии отличалась повышенным содержанием дегидринов 18.3 и 20.9 кДа. Такое сходство между двумя популяциями, возможно, отражает общие пути расселения растений из более южных рефугиумов в северном направлении в результате последнего отступления ледника.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №09-04-98556-р_восток_a.

ПОБЕГИ МХА *SPHAGNUM PALUSTRE* L. У ЕЛИ КАНАДСКОЙ В КУЛЬТУРЕ IN VITRO (РЕДКОЕ СОБЫТИЕ)

А.Б. Бургутин, А.Ю. Гурьянова

Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева, Москва, Россия;

E-mail: burgutin@yahoo.com

SHOOTS OF MOSS *SPHAGNUM PALUSTRE* L. IN WHITE SPRUCE IN CULTURE IN VITRO (RARE PHENOMENON)

A.B. Burgutin, A.Yu. Guryanova

Timiryazev Institute of Plant Physiology, Russian Academy of Sciences, Moscow,

Russia; E-mail: burgutin@yahoo.com

При культивировании *in vitro* молодых побегов ели канадской или сизой, *Picea glauca* (Moench) Voss f. 'Conica' от 12-летнего дерева с целью укоренения наблюдалось редкое явление. Через 5 месяцев культивирования этих побегов на питательной агаровой среде без гормонов в одном из флаконов были обнаружены многочисленные необычные побеговые структуры. Они начали развиваться от основания культивируемого молодого побега в виде нежных, полупрозрачных, зеленоватых, стекловидных образований. За последующие 4 месяца ветвящиеся структуры побегов заполнили весь объем культурального флакона (60 мл). При последующем субкультивировании отдельных верхушек и их пучков от полученной культуры на свежую среду наблюдали активную пролиферацию таких же образований.

Первоначально эти побеги были приняты нами за витрифицированные. Однако затем было установлено, что эти образования являются сфагновым мхом *Sphagnum palustre* L. (определение было сделано сотрудником каф. высших растений МГУ В. Р. Филиным).

По-видимому, спора мха попала в культуру *in vitro* с молодым побегом ели, перенесла процедуру поверхностной стерилизации, развилась в протонеум, почку и далее в облиственные побеги мха, замеченные нами через пять месяцев культивирования. Этот случай – редкий пример контаминации одного высшего растения другим в культуре *in vitro*.

ОСОБЕННОСТИ СЕМЕННОГО РАЗМНОЖЕНИЯ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

С.В. Васильев, Ф.А.Чепик

Санкт-Петербургская государственная лесотехническая академия им. С. М. Кирова,
Санкт-Петербург, Россия; E-mail: vasiliev_fta@mail.ru

CHARACTERISTICS OF SEED REPRODUCTION OF WOOD PLANTS IN THE CONDITIONS OF THE URBANIZED TERRITORIES

S.V. Vasiliev, F.A. Chepik

Saint-Petersburg State Forest Academy Kirov, St. Petersburg, Russia;
E-mail: vasiliev_fta@mail.ru

Семенная репродукция древесных растений представляет сложный процесс, включающий прохождение ряда последовательных этапов генеративного развития, начиная с заложения генеративных зачатков, появления фертильных цветков, прохождения процессов опыления и оплодотворения и заканчивая прорастанием семян, укоренением всходов, их ростом и развитием в первые годы жизни. Городская среда со своим микроклиматом и сложными эдафическими условиями, загазованностью атмосферного воздуха может оказывать неблагоприятное воздействие на любых этапах развития генеративных органов древесных растений. Изучение семенного размножения древесных растений, особенностей прохождения различных этапов генеративного развития представляет интерес с точки зрения оценки устойчивости городских экосистем в условиях возрастающего антропогенного воздействия.

Исследования по данному вопросу проводились в 2003 - 2009 годах на территории Санкт-Петербурга, Ленинградской и Псковской областей. Главные направления: изучение прорастания семян и укоренения всходов, а также особенности роста и развития сеянцев древесных растений в первые годы жизни. По результатам обследования зеленых насаждений Санкт-Петербурга зарегистрировано появление самосева у 88 таксонов древесных растений, из них у 25 таксонов самосев появляется регулярно, у остальных – спорадически. Наиболее обильно и регулярно самосев появляется у клена остролистного, вяза голого, дуба черешчатого, дуба красного, черемухи обыкновенной, ясеня обыкновенного, рябины обыкновенной. Главными факторами, обуславливающими особенности роста и развития сеянцев древесных растений в первые годы жизни, выступают:

1. Наличие подходящего субстрата. Наиболее благоприятными для появления самосева оказываются закрытые или полуоткрытые пространства со слабо развитым живым напочвенным покровом (ЖНП), территории обрабатываемых куртин, живых изгородей, сорные места. Плотный и мощный лиственный опад часто создает механические препятствия для скорейшего закрепления всходов в субстрате, что влечет за собой повреждение зародышевых корешков низкими температурами, либо их иссушение. Разновременность прорастания семян является адаптацией к изменчивым погодным условиям.

2. Световой фактор. Он лимитирует рост и развитие сеянцев лишь с определенного возраста. При этом постепенное увеличение светолюбия с возрастом у одних видов (клен остролистный, вяз голый, ясень обыкновенный) компенсируется наличием морфофизиологических приспособительных реакций к существованию в условиях недостатка освещения, а у других – при отсутствии подобных приспособительных реакций – приводит к серьезному ослаблению сеянцев и их массовой гибели.

3. Корневая конкуренция с травянистыми растениями. Развитый ЖНП из злаковых растений способен успешно конкурировать с сеянцами древесных растений.

4. Повреждение сеянцев низкими температурами. Видоспецифично и изменяется с возрастом.

Факторы внешней городской среды в сочетании с генотипом каждой особи определяют особенности роста, развития и устойчивости древесных растений. В долгосрочном плане возможно формирование направления естественного отбора. В краткосрочном – возможность использования самосева для его целевого выращивания или, наоборот, разработка приемов избавления от него. Все перечисленное требует более глубокого изучения биологии и экологии древесных растений.

СЕМЕНОШЕНИЕ И РОСТ ПОТОМСТВА ГИБРИДОВ МЕЖДУ КЕДРОМ СИБИРСКИМ И КЕДРОВЫМ СТЛАНИКОМ

Г.В. Васильева, С.Н. Горошкевич

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, Томск,
Россия; E-mail: galina_biology@mail.ru

SEED FORMATION AND GROWTH OF PROGENY FROM INTERSPECIFIC HYBRIDS BETWEEN *PINUS SIBIRICA* AND *PINUS PUMILA*

G.V. Vasilieva, S.N. Goroshkevich

Russia, Institute of Monitoring of Climatic and Ecological System, Russian Academy
of Sciences, Siberian Branch, Tomsk

Ареалы важнейших бореальных видов – кедра сибирского (*Pinus sibirica* Du Tour) и кедрового стланика (*P. pumila* (Pall.) Regel) перекрываются в Прибайкалье и Забайкалье. Между данными видами были обнаружены гибриды, которые заметно отличались от родительских видов своим габитусом. Известно, что гибридизация в мире растений играет существенную роль в их эволюции. Однако эта роль будет во многом зависеть от фертильности гибридов и от их приспособленности к среде обитания. Цель данной работы заключалась в том, чтобы определить семенную продуктивность естественных гибридов между кедром сибирским и кедровым стлаником, а также провести анализ роста их потомства.

Исследование проводили на участке, расположенном недалеко от пос. Нижнеангарск (55°47' с.ш., 109°33' в.д., 487 м н. ур. м.), где совместно произрастали оба вида и гибриды, доминировал кедровый стланик. Материал для исследования был собран в ходе экспедиции 2009 г., число наблюдаемых особей было следующим: кедр сибирский – 21, кедровый стланик – 31, гибриды – 28 шт. С каждого дерева измеряли от 5 до 15 шишек. Для анализа структуры шишки измеряли ее длину, диаметр, подсчитывали число фертильных и стерильных чешуй, число развитых и недоразвитых семян. Качество развитых семян определяли рентгенографическим методом. После стратификации семена были посеяны на научном стационаре «Кедр» ИМКЭС СО РАН (юго-восток Томской области), наблюдения и измерения сеянцев провели в конце вегетационного сезона (2010 г.).

Шишки гибридов были мельче шишек кедра сибирского, но крупнее по сравнению с таковыми кедрового стланика. Потенциальная семенная продуктивность гибридов, т.е. число семян в шишке, у гибридов была промежуточной относительно родительских видов и составляла 55 шт., тогда как у кедра сибирского – 71, у кедрового стланика – 50. Гибриды характеризовались повышенной абортивностью семян на разных этапах их развития, что привело к существенному снижению семенной продуктивности по сравнению с родительскими видами. Так, доля семян с дифференцированным зародышем у кедра сибирского и кедрового стланика составляла около 58.5 %, у гибридов – только 27.1 %.

Наблюдения за однолетними сеянцами видов и гибридов показали, что кедр сибирский и кедровый стланик в этом возрасте морфологически хорошо различаются между со-

бой. Сеянцы кедр сибирского отличаются крупными семядолями, коротким ювенильным побегом и небольшим числом ювенильных листьев по сравнению с сеянцами кедрового стланика. В составе листового аппарата кедр сибирского преобладали семядольные листья, тогда как у кедрового стланика – ювенильные. Кроме того, почти все сеянцы кедр сибирского (90 %) в конце вегетационного сезона формировали вторичный прирост, на котором могли располагаться брахибласты, у сеянцев кедрового стланика такие изменения терминальной почки не наблюдались. Гибриды по морфологическим признакам были, как правило, промежуточны и более разнообразны, чем родительские виды, а по некоторым признакам были похожи на кедровый стланик, например, по длине ювенильного листа, кроме того, они довольно редко формировали вторичный прирост (в среднем 5.5 %).

Таким образом, естественные гибриды между кедром сибирским и кедровым стлаником фертильны, и хотя их семенная продуктивность существенно снижена относительно родительских видов, они способны оставить жизнеспособное потомство. Следовательно, гибридизация между данными видами не ограничивается образованием гибридов первого поколения и поэтому имеет определенные эволюционные перспективы.

**МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ПОПУЛЯЦИЙ
СОСНЫ КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ *PINUS SIBIRICA* (PINACEAE)
НА ЮЖНОЙ ГРАНИЦЕ ЗАПАДНОСИБИРСКОЙ ЧАСТИ АРЕАЛА**

С.Н. Велисевич, О.Г. Бендер, О.Ю. Читоркина, Н.А. Чернова

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, Томск, Россия

**MORPHOLOGICAL DIFFERENTIATION OF *PINUS SIBIRICA* (PINACEAE)
POPULATIONS AT SOUTHERN LIMIT OF WEST SIBERIAN PART OF AREA**

S.N. Velisevich, O.G. Bender, O.Yu. Chitorkina, N.A. Chernova

Institute of Monitoring of Climatic and Ecological System, Russian Academy of Sciences,
Siberian Branch, Tomsk, Russia

Известно, что в пределах ареала происходит снижение ростовой и семенной продуктивности по направлению от его центра к периферии, поэтому самые маргинальные популяции обычно характеризуются выраженным угнетением роста и репродукции вплоть до проявлений стерильности особей. Исследования южной границы распространения сосны кедровой сибирской показали, что переходная зона между южной тайгой и лесостепью характеризуется нестабильными, однако повышенными урожаями [Некрасова, Мишуков, 1974], а также высоким, хоть и сильно изменчивым уровнем радиального роста ствола деревьев [Бех, 1972]. Эти выводы были сделаны на основе изучения крупных островных кедровых массивов, при этом небольшие по численности изоляты специально не рассматривались. Кроме того, в исследованиях Т.П. Некрасовой и И.А. Беха анализируется рост и плодоношение в течение более холодного климатического цикла, предшествовавшего современному – более теплему. Целью работы был анализ морфологической дифференциации «островных» популяций сосны кедровой сибирской на южной границе ареала в зависимости от влажности и трофности почвы, а также от степени изолированности от «материковой» части ареала (маргинальности). Объектами исследования были 5 популяций из левобережного Приобья на границе Томской и Новосибирской областей.

По признакам вегетативного развития деревьев установлена тенденция к снижению уровня радиального роста ствола и активности заложения метамеров в почках по направлению к границе ареала. Однако длина междоузлий побегов, по который мы оценивали рост растяжением, значительно больше была в южных изолятах ($F=3,4798$, $p=0,0181$). Связи анализируемых признаков с запасами влаги и гумуса не выявлено. Значения признаков, характеризующих генеративный морфогенез женских побегов (заложение шишек и опосредованно связанное с ним заложение метамеров летнего побега), так же сокращались по направлению к границе. Но более явно эта тенденция проявилась в структуре

мужских побегов: значительно меньше микростробилов закладывается у деревьев южных изолятов ($F=3,1010$, $p=0,0207$), причем число генеративных органов на побегах было положительно связано с влажностью почвы, но не связано с ее трофностью. Мы предполагаем, что различия между 2-мя группами признаков обусловлены различиями в фенологии процессов роста и органогенеза: рост побегов происходит в начале, а заложение метамеров в почках – в середине или конце лета. Если исходить из того, что на южной границе распространения вида основным лимитирующим фактором является дефицит влаги, но не дефицит тепла, то в период роста побегов почва еще может содержать необходимое количество влаги, а формирование почек генеративных побегов происходит уже в менее благоприятных условиях.

В группе признаков, характеризующих качественную сторону репродукции (созревание шишек и их структура, качество семян, размер зародышей), наблюдается еще более резкое снижение по направлению к границе, но их связь с почвенными характеристиками уже не так существенна. Результаты факторного анализа (распределение популяций в плоскости главных компонент) показали, что около 77% общей изменчивости обусловлено, предположительно, фактором маргинальности, поскольку по этому фактору два самых южных изолята обособляются от остальных популяций. В 1-й и 2-й группах признаков, прямо или опосредованно связанных с ростовыми процессами, маргинальность выступает как второй и менее значимый фактор (соответственно 36% и 26% общей изменчивости). Проведенные исследования показали, что даже самые южные кедровые «форпосты» в лесостепи еще сохраняют свои позиции, однако состояние их роста и особенно репродуктивной сферы свидетельствует о нестабильности положения современной границы.

ФЕНОТИПИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ КЕДРОВОГО СТЛАНИКА НА КАМЧАТКЕ

В.П. Ветрова, Ю.В. Савенкова

Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН,
Петропавловск-Камчатский, Россия; E-mail: v.vetrova@mail.ru

PHENOTYPIC DIVERSITY OF *PINUS PUMILA* IN KAMCHATKA

V.P. Vetrova, Yu.V. Savenkova

Kamchatka Branch of Pacific Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Far East
Branch, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia; E-mail: v.vetrova@mail.ru

Кедровый стланик [*Pinus pumila* (Pall.) Regel] – типичный элемент наиболее холодной северной части Тихоокеанской муссонной области [Сочава, Лукичева, 1953, Колесников, 1961]. На Камчатке этот вид образует верхнюю границу распространения древесной растительности, поднимаясь в горы до 1300-1400 м [Хоментовский, 1995]. Фенотипическая изменчивость кедрового стланика в камчатских популяциях исследована по комплексу количественных морфологических признаков, характеризующих размеры и форму шишек, семенных чешуй и семян. Оценка дифференциации популяций проведена с помощью анализа главных компонент изменчивости комплекса признаков и по сходству матриц их корреляции. Полученные данные свидетельствуют о высоком уровне популяционной изменчивости кедрового стланика на Камчатке и значительном влиянии экологической гетерогенности среды на дифференциацию популяций. Количество фенотипов, выделенных по комплексу признаков формы семенных чешуй, на внутривидовой популяционной уровне колеблется от 5 до 20.

Наибольшее фенотипическое разнообразие кедрового стланика выявлено в оптимальных условиях произрастания и на начальной стадии возрастного сукцессионного ряда. По факторному анализу признаки разделяются на три группы: признаки формы чешуй, характеристики размеров шишек и семян, длина шишек и число метамеров (семенных чешуй и семян). Индивидуальная изменчивость признаков формы чешуй, имеющих наи-

более высокую степень наследуемости, вероятно, определяется фактором генотипических различий, согласованная изменчивость морфометрических признаков объясняется фактором интенсивности роста, изменчивость длины шишек и числа метамеров – фактором интенсивности морфогенеза. Корреляционная и факторная структура внутривидовой изменчивости морфологических признаков кедрового стланика варьируют в зависимости от типа местообитаний.

Основным направлением эндогенной изменчивости признаков шишек и семян является интенсивность роста, а индивидуальной – генотипические различия особей, что проявляется в выделении по первой компоненте изменчивости признаков формы чешуй. По градиенту условий среды от оптимальных до неблагоприятных увеличивается общая и согласованная изменчивость внутри крон всех морфометрических признаков. Максимальный вес фактора роста отмечен в эндогенной изменчивости шишек и семян в высокогорных кедровостланиках, а минимальный – в оптимальных условиях, где усиливаются различия, связанные с морфогенетическим развитием генеративных органов. Неблагоприятные условия повышают жесткость связей и снижают индивидуальную изменчивость признаков в более суровых условиях произрастания. Дисперсионный анализ значений интегральных признаков формы чешуй, характеристик размеров и числа метамеров, полученных в результате факторного анализа, позволил оценить долю фенотипической изменчивости, контролируемую экологическими факторами.

Факторы среды были представлены категориальными переменными, характеризующими теплообеспеченность, режим влажности и трофности почв. Дисперсионный анализ выявил связь варьирования признаков формы чешуй с режимом влажности почв и взаимодействием факторов теплообеспеченности и влажности почв, что объясняет снижение фенотипической изменчивости в сфагновых кедровостланиках на мерзлоте. На изменчивость характеристик размеров генеративных органов влияют теплообеспеченность местообитаний, режим влажности и богатство почв. Изменчивость группы признаков, связанных с морфогенезом (длина шишек, число семенных чешуй и развитых семян) находится под сильным влиянием режима влажности почв. Связь фенотипической изменчивости кедрового стланика с экологическими свойствами местообитаний может отражать дифференциальную генотипическую адаптацию этого вида к экотопам на региональном уровне внутривидовой изменчивости.

**ПОПУЛЯЦИОННО-ХОРОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ВИДА
КАК ЭВОЛЮЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ОСНОВА ЛЕСОВОЗОБНОВЛЕНИЯ
И СОХРАНЕНИЯ ЛЕСНЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ (НА ПРИМЕРЕ
PINUS SYLVESTRIS СЕВЕРО-ВОСТОКА РУССКОЙ РАВНИНЫ)**

А.И. Видякин

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Киров, Россия; E-mail: les@aiv.kirov.ru

**POPULATION-CHOROLOGIC STRUCTURE OF SPECIES AS AN EVOLUTIONARY
GENETIC BASIS OF REFORESTATION AND CONSERVATION OF GENETIC
RESOURCES (STUDY CASE OF *PINUS SYLVESTRIS* IN NORTH-EAST
OF THE RUSSIAN PLAIN)**

A.I. Vidyakin

Institute of Biology, Russian Academy of Sciences, Center, Ural Branch, Komi Scientific Center, Kirov, Russia; E-mail: les@aiv.kirov.ru

В связи с постоянно возрастающими темпами вырубки лесов во многих индустриально развитых государствах, проблема сохранения генетических ресурсов основных лесобразующих видов древесных растений приобрела в настоящее время глобальный характер. От того насколько быстро и качественно будет решена эта проблема во многом зависит успешность лесовосстановления и, как следствие этого, обеспечение необходи-

мых условий для жизнедеятельности населения планеты, а также дальнейшее экономическое развитие ряда государств, исторически ориентированных на заготовку и переработку древесины. Проблема сохранения лесных генетических ресурсов особенно актуальна для Российской Федерации, где в результате проведения в XX столетии интенсивных промышленных рубок на месте коренных хвойных лесов сформировались производные насаждения с обеднённым генетическим фондом.

Благодаря исследованиям многих учёных, за последние годы сформировалась концепция сохранения лесных генетических ресурсов. Эта концепция основана на изучении географической генетической гетерогенности лесных древесных растений на различных уровнях их биохорологической организации с последующим картированием ареалов локальных популяций и надпопуляционных подразделений, отражающих популяционно-хорологическую структуру данного вида, которая является эволюционно-генетической основой управления в популяции процессами оптимальной эксплуатации, воспроизведения эффективной численности особей и сохранения в поколениях природной генетической изменчивости. При таком методическом подходе каждая популяция является элементарной эволюционной, структурно-функциональной, эксплуатационно-хозяйственной единицей, а сохранение генетических ресурсов вида есть процесс сохранения аллелофонда каждой популяции путём проведения в её границах комплекса оптимизированных лесоводственных мероприятий.

Основные теоретические положения, методические принципы, подходы и методы данной стратегической концепции были апробированы на примере сосны обыкновенной Северо-Востока Русской равнины. Для этого разработана система методов выделения элементарных дискретных генотипически жёстко детерминированных морфологических признаков-маркеров (фенов, индексов, счётных признаков), их ранжирования по уровням структурной биохорологической организации вида. На основании изучения географической изменчивости этих признаков установлено, что популяционно-хорологическая структура вида представляет собой иерархическую систему, включающую: 1) популяции, которые формируются на крупных формах рельефа; 2) группы популяций, предположительно возникшие вследствие расселения вида из плейстоценовых рефугиумов. Составлены карты-схемы их расположения. Установлено, что семенное потомство сосны обыкновенной Северо-Востока Русской равнины в опытных посадках по выживаемости и скорости роста дифференцировано адекватно выявленной схеме популяционно-хорологической организации вида. Аллозимный анализ показал, что хорологически смежные фенотипически выделенные популяции однородны и специфичны по проценту полиморфных локусов, а некоторые из них различаются также по генетической дистанции Неи [Nei, 1978].

На основании полученных картографических материалов, а также данных о величине ареала, степени деградации и пространственной фрагментации населения каждой популяции разработаны и апробированы системы лесоводственных мероприятий, проведение которых в оставшихся коренных лесах обеспечит самовоспроизведение вырубленной части популяции с сохранением природного генетического разнообразия вида.

МЕЖСЕМЕЙНАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ КОЛИЧЕСТВА СЕМЯДОЛЕЙ У СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В СВЯЗИ С СЕЛЕКЦИЕЙ НА БЫСТРОТУ РОСТА

А.И. Видякин

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Киров, Россия; E-mail: les@aiv.kirov.ru

INTERFAMILY VARIATION OF THE NUMBER OF COTYLEDONS IN *PINUS SYLVESTRIS* IN RELATION WITH SELECTION FOR GROWTH RATE

A.I. Vidyakin

Institute of Biology, Russian Academy of Sciences, Center, Ural Branch, Komi Scientific Center, Kirov, Russia; E-mail: les@aiv.kirov.ru

Результаты наших предыдущих исследований показали, что в испытательных культурах 20-25-летнего возраста большинство семей плюсовых деревьев сосны обыкновенной по высоте и диаметру не отличается от контроля. Средняя высота всех испытываемых плюсовых деревьев в каждом опыте всегда равна высоте контроля. Поэтому применяющаяся в настоящее время программа плюсовой селекции на повышение продуктивности сосновых лесов по прямым признакам (высоте и диаметру дерева) не эффективна. Необходимо разработка принципиально новых методов отбора исходного селекционного материала. Одним из возможных методов решения данной проблемы является селекция по морфологическим признакам, коррелирующим с быстротой роста семенного потомства. По данным некоторых исследователей, повышенной энергией роста в испытательных культурах плюсовых деревьев отличаются те семьи, проростки семян которых имеют наибольшее среднее число семядолей. При наличии такой положительной связи данный метод ранней диагностики может быть весьма простым и удобным при селекции вида на повышение продуктивности сосновых лесов.

В связи с вышеизложенным целью наших исследований является изучение изменчивости количества семядолей у семенного потомства отдельных деревьев и оценка связи данного признака с высотой семей в испытательных культурах плюсовых деревьев. Для этого до момента полного расхождения семядолей проращивались семена 11 деревьев Сюзунского лесхоза Удмуртской республики и 4 деревьев Паркового лесхоза Кировской области. После этого у проростков каждого дерева подсчитывалось количество семядолей, определялась относительная частота проростков (%) с числом семядолей 4,5,6,7,8, а также среднее количество семядолей и коэффициент изменчивости его в каждой из 15 семей.

В результате проведенных исследований установлено, что в 8 семьях пределы варьирования изучаемого признака составляют 4-8 семядолей, в пяти – 4-7, в семье № 62 – 5-7, в семье № 57 – 5-8 семядолей. В 13 из 15 изучаемых семей наиболее представленной является группа 6-семядольных проростков, частота которой составляет 47-64%. В двух семьях (№2, №55) встречаемость 5-семядольных и 6-семядольных проростков примерно одинаковая (в среднем соответственно 45 и 44%).

Среднее количество семядолей в изучаемых семьях варьирует от 5.45 до 6.35, что позволяет дифференцировать выборки в селекционных целях. Например, все семьи можно условно объединить в две группы. К первой группе будут относиться семьи с числом семядолей 5.45-5.99, ко второй – 6 и более. Тогда, при наличии положительной связи между числом семядолей и высотой семенного потомства, семьи второй группы, по сравнению с первой, должны отличаться более быстрым ростом. К сожалению, так как изучаемые деревья не испытываются на быстроту роста по семенному потомству в опытных культурах, сделать такую оценку не представляется возможным. Поэтому для оценки эффективности отбора плюсовых деревьев по изучаемому признаку вычислено среднее количество семядолей и средняя высота быстрорастущих и медленнорастущих семей на двух опытных участках испытательных культур. Опыт № 1 был заложен в 1980 году, опыт № 2 – 1981 г. В опыте №1 самая быстрорастущая семья по высоте превосходит медленнорастущую на 1.7 м, или на 22.4%. Однако по количеству семядолей они не различаются. Аналогичная

картина наблюдается и в опыте №2, где сравниваемые семьи различаются по средней высоте деревьев на 1.8 м, или на 27.3%. Таким образом, при наличии значительного варьирования среднего количества семян в семьях связи данного признака с быстротой роста семенного потомства не наблюдается. Поэтому проведение отбора быстрорастущих семей по количеству семян невозможно.

ПОИСК ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ ВИДОВ И ФОРМ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА ЕЛЬ (*PICEA* A. DIETR.) В НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Р.А. Воробьев

Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, Нижний Новгород,
Россия; E-mail: vorobyev88@mail.ru

SEARCH FOR THE INTRODUCED SPRUCE SPECIES AND FORMS (*PICEA* A. DIETR.) IN NIZHNIY NOVGOROD REGION

R.A. Vorobyev

Special Seed Forestry, Nizhny Novgorod Region, Gorevo, Russia;
E-mail: vorobyev88@mail.ru

Природно-климатические особенности Нижегородской области, как пункта интродукции древесных растений, вследствие изменчивости погодных условий по годам, обеспечивают большие возможности для наблюдения за ростом, развитием и адаптацией древесных экзотов. Объектами наших исследований являлись различные виды и формы представителей рода ель (*Picea* A. Dietr.), интродуцированные в Нижегородской области, и сосредоточенные, в основном, в Ботаническом саду Национального исследовательского университета им. Н.И. Лобачевского, дендрологическом комплексе «Явлейка» г. Сергач и дендрологическом саду при Краснобаковском лесхозе-техникуме.

Дендрологический комплекс «Явлейка» г. Сергач был создан в 1979 г., с целью формирования базы для интродукции древесных и кустарниковых пород из различных ботанико-географических районов нашей страны и других стран. В настоящее время на территории дендрологического комплекса произрастают следующие интродуцированные виды и формы ели: ель канадская (*Picea canadensis*), ель канадская «Коники» (*P. canadensis* "Conica"), ель колючая (*P. pungens*), ель колючая ф. голубая (*P. pungens*, f. *glauca*), ель черная (*P. mariana* Mill.), ель сербская (*P. omorica*), ель красная (*P. rubens* Sarg.). Средний возраст изучаемых видов составляет 28 лет. В целом, все объекты находятся в достаточно хорошем состоянии, повреждений визуально не зафиксировано.

Ботанический сад Национального исследовательского университета им. Н.И. Лобачевского был основан в 1934 г. как учебная, научно-исследовательская и эколого-просветительская база для ВУЗов и других образовательных учреждений Поволжья. В Ботаническом саду сосредоточены следующие интродуценты: ель корейская (*P. koraiensis* Nakai), ель аянская (*P. ajanensis* (Lindl. et Gord.) Fisch.), ель Энгельмана (*P. engelmannii* Engelm.), ель канадская (*Picea canadensis* Britt.), ель канадская «Коники» (*P. canadensis* "Conica"), ель колючая (*P. pungens* Engelm.), ель колючая ф. голубая (*P. pungens*, f. *glauca*), ель черная (*P. mariana* Britt.), ель сербская (*P. omorica* Purk.), ель шероховатая (*P. asperata* Mast.), ель Глена (*P. glehnii* (Fr. Schmidt) Mast.). Средний возраст изучаемых видов составляет 60 лет. **Дендросад в рабочем поселке Красные Баки** был заложен в 1958 г., с целью создания опорного пункта для практических учебных работ студентов лесхоза-техникума.

В результате проведенных рекогносцировочных обследований удалось выявить следующие интродуцированные виды елей: ель колючая ф. голубая (*P. pungens*, f. *glauca*), ель Глена (*P. glehnii*). Средний возраст изучаемых видов составляет 52 года. Такой небогатый ассортимент интродуцентов, объясняется неблагоприятными климатическими условиями,

которые становятся губительными для теплолюбивых видов. В дальнейшем, перед нами стоит задача оценки перспективности данных видов в условиях интродукции в Нижегородской области. Это возможно только после проведения систематических фенологических наблюдений, определения содержания запасных питательных веществ (сахара, жиры, крахмал) и основных пигментов хвои (хлорофилл, каротиноиды), учета степени лигнификации клеток ксилемы, а также определения репродуктивной способности изучаемых видов. Это позволит нам дать обоснованные рекомендации для успешного выращивания, рационального использования интродуцентов как в лесокультурном производстве, так и в озеленении.

ИНТРОДУКЦИЯ СОСНЫ КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ В ХАБАРОВСКЕ

Н.В. Выводцев, Р. Кобаяси, Д.С. Якимов

Тихоокеанский государственный университет, Хабаровск, Россия;

E-mail: kobayashi.ryosuke.khabarovsk@gmail.com

INTRODUCTION OF *PINUS SIBIRICA* IN Khabarovsk

N.V. Vyvadtsev, R. Kobayashi, D.S. Yakimov

Pacific State University, Khabarovsk, Russia;

E-mail: kobayashi.ryosuke.khabarovsk@gmail.com

В 1977 г. в Хехцирском опытном лесном хозяйстве по программе создания государственной сети географических культур заложены географические культуры кедр корейского и кедр сибирского. Культуры созданы на участке площадью 5,6 га (около GPS48 ° 18'01 .99 "N 135 ° 02'25 .89" E), однородном по лесорастительным условиям. Семена сосны кедровой корейской заготовлены в Оборском, Облученском и Гурском лесхозах Хабаровского края и Чугуевском лесхозе Приморского края, а кедр сибирского — в лесхозах Бурятии, Красноярского края, Иркутской и Читинской областей. Лесокультурная площадь — старая вырубка, неоднократно пройденная пожаром.

Целью настоящей работы является анализ состояния географических культур сосны кедровой сибирской и сосны кедровой корейской, произрастающей в Хехцирском опытном лесничестве Хабаровского края. С этой целью в каждом экотипе измеряли по 50 деревьев сосны кедровой. У деревьев измерялись следующие параметры: диаметр на высоте 1.3 м, см; диаметр у основания, см; высота дерева, м; длина кроны, м.

С 1994 г. в искусственных насаждениях произошли существенные изменения. В экотипе кедр сибирского №9 «Ермаковский лесхоз Красноярский край, высота 1500 м н.у. м.» практически засохли все деревья. В экотипах № 7 «Ермаковский лесхоз Красноярский край 500 м н.у. м.» и № 20 «Слюдянский лесхоз Иркутская область» от общего числа деревьев осталось 10 шт. и 15 шт. соответственно. № 8 «Ермаковский лесхоз Красноярский край, 1000 м н.у. м.», №19 «Бичурский лесхоз Бурятия» и № 23 «Интодинский лесхоз Читинская область» осталось по 50 – 70 шт. деревьев в ряду.

Сосна кедровая сибирская, по результатам наблюдения, достаточно тяжело адаптируется к новым для себя природным условиям района производственных культур. Средние диаметры на высоте 1.3 м у экотипов сосны кедровой сибирской лежат в пределах от 5,2 до 8,14 см (максимальный - 16,0 см), кедр корейского - от 9,74 до 12,08 см (максимальный - 18,0 см). Средние диаметры у основания ствола у экотипов сосны кедровой сибирской лежат в пределах от 6,7 до 9,96 см (максимальный - 18,0 см), сосны кедровой корейской - от 11,94 до 14,10 см (максимальный - 23,0 см). Средние высоты у экотипов кедр сибирского лежат в пределах от 4,5 до 5,6 м (максимальная - 8,5 м), кедр корейского - от 6,93 до 9,20 м (максимальная – 12,5 м). Длина кроны у экотипов сосны кедровой сибирской лежат в пределах от 1,90 до 2,67 м (максимальная - 5,5 м), сосны кедровой корейской - от 3,06 до 6,58 м (максимальная – 10,0 м). Достоверность существенного превышения всех параметров сосны кедровой корейской над сосной кедровой сибирской установлена в 100% случаев.

Таким образом, сосна кедровая корейская развивается достаточно успешно. Сосна кедровая сибирская существенно отстает в росте и развитии. Дальнейшие наблюдения за географическими культурами позволят выявить наиболее устойчивые к местным условиям экотипы и дать предложения производству.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКОЛОГО-ДИССИММЕТРИЙНОГО ПОДХОДА В СЕЛЕКЦИОННОЙ ПРАКТИКЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО УЛУЧШЕНИЯ ХВОЙНЫХ ЛЕСОВ

А.М. Голиков

Российский центр защиты леса – Центр защиты леса Новгородской области,
Великий Новгород, Россия; E-mail: toly.golikov@yandex.ru

USE OF ECOLOGICAL DISSYMMETRICAL APPROACH IN SELECTION FOR GENETIC IMPROVEMENT OF CONIFER FORESTS

A.M. Golikov

Russian Center of Forest Protection – Center of Forest Protection of Novgorod Region,
Veliky Novgorod, Russia; E-mail: toly.golikov@yandex.ru

Комплексный подход, основанный на эколого-диссимметрийном и изоферментном анализе, открывает принципиально новую возможность не только в познании природы генетического полиморфизма лесных популяций и проявлении моно- и полигенного гетерозиса, но и имеет большое значение, прежде всего для выбора оптимальной стратегии в генетико-селекционной практике.

Широкое внедрение популяционного подхода в практику лесной селекции и семеноводства сдерживается нерешенностью целого ряда кардинальных проблем, связанных с определением критерия объема и границ популяций. Нет единого мнения и об одной из важнейших проблем популяционной генетики – является ли популяция того или иного вида последней элементарной эволюционной структурной единицей? Эколого-диссимметрийный и изоферментный анализ показал, что популяции видов хвойных не являются одномерными и простыми панмиктическими группами, а представляют собой структурированные системы, обладающие внутренней диссимметрической подразделенностью на левые и правые изопопуляции с зеркально-противоположными адаптивными свойствами [Хохрин, 1977; Голиков, 1985, 1989, 2010, 2011]. Двойственность в структурно-функциональной организации популяции позволяет ей поддерживать динамично-устойчивое генетическое разнообразие и более эффективно реагировать на изменение внешней среды путем внутреннего разделения адаптивных функций в энантиоморфных изопопуляциях, что в целом выгодно повышает общую устойчивость популяции.

Установлено, что локальные популяции сосны обыкновенной в различных типах леса, несмотря на общую их генетическую однородность, существенно различаются по своей внутренней формовой и генотипической структуре [Голиков 1985, 2010, 2011]. Их внутренние различия обусловлены неодинаковыми экологическими условиями произрастания и адаптивной неравноценностью левых и правых энантиоморф и, как следствие этого, разнонаправленным отбором гомо-гетерозиготных генотипов в энантиоморфных изопопуляциях. Многочисленные экспериментальные данные по испытанию потомства эдафических экотипов различных видов древесных растений показали, что эдафическое происхождение семян и экологические условия испытания оказывают существенное влияние на рост потомства плюсовых деревьев и популяций [Молотков, Патлай, Давыдова и др. 1982; Петров, 1991; Голиков, 2004, 2008]. Все это полностью согласуется с концепцией Н.В.Тимофеева-Ресовского и других [1973] и взглядами М.С. Гилярова [1954] и Л.Ф. Правдина [1978] о том, что границы популяций вида совпадают с границами биогеоценозов. Очевидно, что разработанные Г.Ф. Морозовым и В.Н. Сукачевым схемы классификации типов леса находят свое подтверждение не только при проектировании и орга-

низации лесного хозяйства, но не утрачивают своего теоретического назначения для познания закономерностей полиморфизма и структурно-функциональной организации популяций древесных растений.

Эколого-диссимметричный подход позволил установить, что в различных типах леса под действием естественного отбора формируется специфичный генотипический состав энантиоморф плюсовых деревьев сосны и ели. Экспериментальные данные роста 17 – 22 - летних семей плюсовых деревьев подтвердили их адаптивную и наследственную неравноценность, что позволило разработать метод раннего диагностирования лучших генотипов с высокими аддитивными свойствами [Голиков, 2004, 2007-2009, 2010, 2011]. Оценка наследственных свойств с помощью данного метода проведена у 1329 плюсовых деревьев сосны и ели, произрастающих в наиболее распространенных и хозяйственно значимых типах леса Псковской и Новгородской области. Это позволит в короткие сроки приступить к созданию специализированных лесосеменных плантаций повышенной генетической ценности и производству сортовых семян.

ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИИ КЕДРА СИБИРСКОГО В ВОСТОЧНОМ ЗАБАЙКАЛЬЕ (БАСЕЙН РЕКИ ИНГОДА)

И.В. Горбунов

Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита, Россия;
E-mail: wunsch27@mail.ru

ECOLOGY OF SIBERIAN STONE PINE IN EAST BAIKAL (WATERSHED OF RIVER INGODA)

I.V. Gorbunov

Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch, Chita, Russia; E-mail: wunsch27@mail.ru

Темнохвойные леса с преобладанием кедра сибирского выполняют широкие природоохранные, средообразующие и экономические функции [Матвеева и др., 2003]. Фрагментарны и разрозненны сведения о биоразнообразии и условиях произрастания кедра на восточной границе ареала в условиях сурового континентального климата Восточного Забайкалья. Вид *P. sibirica* полиморфен. Поэтому важно выявить биологическое разнообразие популяций кедра по эколого-морфологическим признакам, которые в нашем регионе до настоящего времени изучены недостаточно.

Проведены экспедиции в бассейне реки Ингода в августе-сентябре 2007 года в период семеношения кедра сибирского. В ходе экспедиций по данному маршруту проводился поиск популяций кедра, а также учёт модельных деревьев для последующего их изучения. При этом исследовались: эколого-географические особенности природных популяций кедра сибирского (местонахождение, географические координаты, высота над уровнем моря, рельеф и др.); мощность, механический состав и степень увлажнения почв; тип леса и флористический состав фитоценозов [Лавренко, Корчагин, 1964].

В результате проведенных исследований в бассейне реки Ингода изучено 4 популяции кедра сибирского – в районе поселков Ленинский, Аблатукан, Шехолан и Арей. Эколого-географические условия местообитаний исследуемых природных популяций в бассейне реки Ингода являются сходными. Различия экологических условий произрастания популяций кедра наблюдаются по степени увлажнения почв и местообитания в целом. Популяция 2 (пос. Аблатукан) произрастает в сухом месте. Среди древесных растений здесь произрастает сосна обыкновенная, а среди травянистых – осоки, вейник и др. В покрове данного фитоценоза преобладают лишайники, мхи и травянистые растения смешанного состава. Местообитания популяций 1 и 3 (пос. Ленинский и пос. Шехолан) являются свежими [Погребняк, 1968]. В подлеске и покрове: сосна обыкновенная, брусника, шиповник иглистый, мхи. Для популяции №4 (пос. Арей) характерно влажное местообитание.

Из древесных растёт лиственница Гмелина, из кустарников и кустарничков – багульник болотный, брусника, из травянистых – плауны, селягинелла. В покрове много мхов с активным покрытием до 90 %.

Популяции *P. sibirica* произрастают на склонах почти на одинаковой высоте над уровнем моря. Крутизна склонов примерно одна и та же, но экспозиция склонов различна. Мощность и механический состав почвы у всех исследуемых популяций кедров одинаковы. Растения кедров сибирского в исследуемых природных популяциях значительно различаются по возрасту и диаметру ствола. Возраст варьирует в пределах от 100 до 160 лет, а диаметр ствола – от 15 до 40 см. Подрост по своему составу сходен во всех исследуемых популяциях кедров. Состав подлеска и травяно-кустарничкового яруса различен и находится в прямой зависимости от степени увлажнения местообитания той или иной популяции. Сомкнутость крон кедров во всех популяциях не превышает 0,4.

РАЗВИТИЕ ИДЕЙ Т.П.НЕКРАСОВОЙ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ЛАБОРАТОРИИ ДЕНДРОЭКОЛОГИИ ИМКЭС СО РАН

С.Н. Горошкевич

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, Томск,
Россия; E-mail: gorosh@imces.ru

DEVELOPMENT OF T.P.NEKRASOVA'S IDEAS IN RESEARCHES OF LABORATORY OF DENDROECOLOGY OF INSTITUTE FOR MONITORING OF CLIMATIC AND ECOLOGICAL SYSTEMS SB RAS

S.N. Goroshkevich

Institute of Monitoring of Climatic and Ecological System, Russian Academy of Sciences,
Siberian Branch, Tomsk, Russia; E-mail: gorosh@imces.ru

Т.П. Некрасова – основатель сибирской школы репродуктивной биологии лесных древесных растений. С начала 1950-х гг. в Биологическом институте СО АН СССР (Новосибирск), она создала сначала группу, а в 1962 г. – Лабораторию плодоношения лесных пород. С тех пор эта лаборатория много раз меняла свое название, принадлежность, место базирования. Сейчас это лаборатория дендрэкологии Института мониторинга климатических и экологических систем СО РАН (Томск). Как бы ни называлась эта лаборатория на протяжении своей 60-летней истории и к какому бы академическому институту она ни относилась, важнейшим направлением ее исследований оставалась и остается репродуктивная биология лесных древесных растений в ее максимально широком понимании, а оплодотворяющим началом оставались и остаются идеи Т.П.Некрасовой.

Среди этих идей две являются ключевыми: (1) Комплексный подход к исследованиям, т.е. анализ всех процессов и явлений морфологическими, физиологическими и генетическими методами в экологической системе координат. Именно так мы понимаем дендрэкологию – область науки на стыке дендрологии и экологии древесных растений с основными биологическими дисциплинами: морфологией, физиологией и генетикой; (2) Концепция взаимосвязи роста и плодоношения, вегетативных и генеративных процессов как основы для интерпретации многообразных явлений в репродуктивной сфере. Репродуктивные структуры преимущественно "гетеротрофны", следовательно, формируются и функционируют исключительно на основе вегетативных структур, в то же время, оказывают на них существенное обратное влияние.

В рамках развития идей Т.П.Некрасовой к настоящему времени нами получены следующие основные результаты. (1) У кедровых сосен на всех уровнях организации и во всех формах изменчивости действует тесная параболическая связь между вегетативным ростом и половой репродукцией: мужская и женская сексуализация побегов возможны только в определенных оптимальных диапазонах вегетативного роста, внутри этих диапазонов размер и функциональная полноценность репродуктивных структур снижаются в

обе стороны от ростового оптимума. (2) Связь между вегетативным ростом и половой репродукцией реализуется через бикомпонентный физиологический механизм: прохождение определенных этапов сезонного цикла развития побегов в оптимальные сроки обеспечивает возможность генеративного морфогенеза, которая реализуется или не реализуется в зависимости от баланса фитогормонов. (3) Репродуктивная структура популяции определяется величиной исходного генетического полиморфизма и уровнем естественного отбора в процессе развития насаждения, интенсивный стабилизирующий отбор по устойчивости и скорости роста обуславливает низкий уровень генетического разнообразия репродуктивных признаков в природных популяциях; снижение внутри- и межвидовой конкуренции вызывает закономерное увеличение генетически обусловленной изменчивости половой репродукции. (4) Для сохранения устойчивых природных экосистем с участием кедровых сосен необходимо отказаться от заготовки товарного ореха в естественных насаждениях и перейти к плантационному ореховодству на сортовой основе; наиболее перспективным методом селекции является создание специальных искусственных популяций с максимальным генотипическим полиморфизмом, поиск в них выдающихся по семенной продуктивности генотипов и их испытание как сортов-клонов.

ПОПУЛЯЦИЯ И ЭКОТИП: АРЕАЛЬНЫЕ ОТДЕЛЬНОСТИ ИЛИ ПРИНЦИПЫ СТРУКТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ?

С.Н. Горошкевич

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, Томск, Россия; E-mail: gorosh@imces.ru

POPULATIONS AND ECOTYPE: AREAL UNITS OR STRUCTURAL ORGANIZATION OF GENETIC DIVERSITY?

S.N. Goroshkevich

Institute of Monitoring of Climatic and Ecological System, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch, Tomsk, Russia; E-mail: gorosh@imces.ru

В науке об эколого-географической дифференциации видов традиционно фигурируют два ключевых термина – популяция и экотип. Одни исследователи используют их вместе, другим оказывается достаточно одного из них. Оба термина используются и вместе, и по отдельности. При этом они имеют МНОГО РАЗНООБРАЗНЫХ ОПРЕДЕЛЕНИЙ, что само по себе говорит об их НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ. Неопределенность включает два основных элемента.

(1) Неопределенность содержания. Термин «популяция» имеет генетическое происхождение. Тем не менее, есть много определений популяции, где очень силен экологический компонент. Термин «экотип» имеет экологическое происхождение. Тем не менее, главной задачей исследования экотипов является выявление наследственного компонента в их разнообразии. Так что же такое популяция и экотип: почти синонимы или одинаково необходимые взаимодополняющие понятия? Очевидно, что они перекрываются в той части, в которой популяция и экотип характеризуются некоторой общностью генотипического состава, но в популяции она определяется родством особей и уровнем генетического обмена, а в экотипе – общностью среды обитания и факторов естественного отбора. Таким образом, два термина характеризуют разнообразие с разных, но одинаково важных сторон: популяционно-генетической и эколого-генетической. В идеальном варианте популяционно-генетические уровни организации имеет смысл выделять по числу мигрантов (зигот) или полумигрантов (гамет) в генофонде данной отдельности; эколого-генетические уровни организации – по величине различий в адаптивной части ее генофонда.

(2) Неопределенность размера. С одной стороны, наука ищет границы между популяциями и экотипами. С другой стороны, она редко их находит. Так что же такое популяция и экотип: ареальные единицы пространственной структуры или всего лишь принципы

ее организации? В любом определении популяции или экотипа обязательно есть фраза «совокупность особей определенного вида». Возникает вопрос: как же быть с гибридными зонами, которые есть почти у всех видов? Там происходят активные и интересные процессы межвидового генетического взаимодействия, включая адаптивную эволюцию. Как они там могут происходить, если в гибридной зоне нет ни популяций, ни экотипов? Этот простой пример показывает, что популяция или экотип вовсе не являются структурными элементами вида. Они являются формами существования и развития живой материи. Почему у исследователей всегда было желание считать популяцию ареальной единицей эколого-генетической дифференциации, а в число ее признаков включить близость генотипического состава? Потому что основному условию – реальный обмен генами на семенном и (или) пыльцевом уровне – часто соответствует конкретный эколого-географический уровень организации, а именно ряд смежных ценопопуляций (типов леса). Часто, но далеко не всегда. Теснейшая генетическая интеграция возможна на любом (!) уровне организации: от уровня ценопопуляций (многократно и убедительно показано, что смежные суходольные и болотные сосняки – это разные популяции) до межвидового уровня (многие «хорошие» виды в гибридных зонах образуют, бесспорно, единую популяцию).

Таким образом, экотип и популяция – это не внутривидовые ареальные отдельные. Это принципы организации генетически совместимых особей. Их смежные территориальные совокупности могут образовывать единую популяцию (активно обмениваться генами), но быть разными экотипами (существенно и закономерно различаться по генотипическому составу). Наоборот, две разобщенных территориальных совокупности могут быть разными популяциями (почти не обмениваться генами), но принадлежать к одному экотипу (достоверно не отличаться по адаптивным генотипически обусловленным свойствам).

КАТЕГЕНСКИЙ КЕДРАЧ – ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ЛЕСНОЙ РЕЗЕРВАТ ХАБАРОВСКОГО КРАЯ

В.С. Грек, А.А. Нечаев, В.А. Морин

Дальневосточный научно-исследовательский институт лесного хозяйства, Хабаровск,
Россия; E-mail: dvniilh@gmail.com

KATEGENSKYI PINUS SIBIRICA STAND – GENETIC FORESTRY RESERVE OF Khabarovsk Territory

V.S. Grek, A.A. Nechaev, V.A. Morin

Far Eastern Forestry Research Institute, Khabarovsk, Russia; E-mail: dvniilh@gmail.com

Категенский кедрч имеет площадь 57 га и расположен в Уликанском лесничестве Хабаровского края на крутом склоне горы Категен в отрогах Куканского хребта. В кедровом насаждении видовое разнообразие сосудистых растений представлено 21 видом деревьев, 23 видами кустарников и лиан, 77 видами травянистых растений. Состав древостоя насаждения в целом 6К2Лп2Д ед. Еа,П,Я,Бж,Км,Бх,Иг, в центральной части – до 10К. На границах кедровника из деревьев встречаются: *Larix gmelinii*, *Picea obovata*, *Ulmus japonica*, *Populus suaveolens*, *Chosenia arbutifolia*. Тип леса – К-VI (кленово-лещинный кедровник с липой и дубом). На момент обследования в 2000 г. древостой имел следующие характеристики: одноярусный, средний возраст 180 лет, бонитет III, полнота 0.8, запас 350 м³/га, средняя высота 25 м, средний диаметр 36 см. Подрост: благонадежный, состав 2К1Еа4П3Лп ед. Км,Бх,Бж; возраст 20 лет, высота 2.0 м, густота 9000 шт./га, распределение подроста по площади равномерное.

Подлесок средней густоты и неравномерно-группового распределения состоит из кустарников и лиан: *Corylus mandshurica*, *Acer ukurunduense*, *Philadelphus tenuifolius*, *Ribes pallidiflorum*, *Deutzia amurensis*, *Spiraea ussuriensis*, *S. flexuosa*, *S. betulifolia*, *Lonicera*

maximowiczii, *L. chrysantha*, *Eleutherococcus senticosus*, *Rosa acicularis*, *Euonymus macroptera*, *E. pauciflora*, *Actinidia kolomikta*, *Vitis amurensis*, *Schisandra chinensis*.

Травянистый ярус густой (степень проективного покрытия до 80-90 %) и богатый по видовому составу с доминированием следующих видов: *Diplazium sibiricum*, *Leptorhiza amurensis*, *Thalictrum filamentosum*, *Calamagrostis langsdorffii*, *Filipendula palmata*, *Galium davuricum*, *Fimbripetalum radians*, *Moehringia lateriflora*, *Hylomecon vernalis*, *Maianthemum bifolium*. Рассеянно и единично встречаются: *Dryopteris crassirhizoma*, *Impatiens noli-tangere*, *Anemonoides extremiorientalis*, *Scutellaria ussuriensis*, *Viola selkirkii*, *Cardamine leucantha*, *Cacalia hastata*, *Oxalis acetosella*, *Carex ussuriensis*, *C. callitrichos*, *C. pallida*, *C. lanceolata*, *C. campylorhiza*, *Aruncus dioicus*, *Smilacina davurica*, *Campanula punctata*, *Trientalis europaea*, *Melica nutans*, *Lathyrus humilis*, *Aconitum umbrosum*, *Festuca extremiorientalis*, *Maianthemum intermedium*, *Paris hexaphylla*, *Polypodium sibiricum*, *Astilbe chinensis*, *Matteuccia struthiopteris*, *Lunathyrium pycnosorum*, *Clematis fusca*, *Phryma asiatica* и другие виды.

Часть насаждения площадью 9.45 га с 1955 г. выделена под лесосеменной участок, на котором в 1971 г. заложена постоянная пробная площадь (1.0 га) со сплошным перечетом деревьев по диаметру, высоте и возрасту. При перечете все деревья кедр корейского (*Pinus koraiensis*) по селекционным признакам были разделены на плюсовые, нормальные и минусовые. По результатам селекционной оценки в пределах пробной площади были выявлены и замаркированы два плюсовых дерева кедр корейского: № 11 и № 12. По материалам инвентаризации 2000 г. плюсовые деревья имели следующие характеристики: № 11 – возраст 156 лет, высота 34 м, диаметр 61 см; № 12 – возраст 137 лет, высота 36 м, диаметр 64 см.

С 1979 г. Категенский кедровый отнесен к ботаническим памятникам природы краевого значения, на который возлагается выполнение следующих задач: природоохранных, лесохозяйственных, научных, эколого-просветительских, рекреационных, в том числе – сохранение генетического резервата кедр корейского и других ценных видов.

ЗАБОЛЕВАНИЯ *PINUS SYLVESTRIS* L. И *P. SIBIRICA* DU TOUR В ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КУЛЬТУРАХ И ЛЕСНЫХ ПИТОМНИКАХ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

И.Д. Гродницкая, Г.В. Кузнецова

Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Красноярск, Россия;

E-mail: igrod@ksc.krasn.ru

DISEASES OF *PINES SYLVESTRIS* L. AND *P. SIBIRICA* DU TOUR IN THE PROVENANCE TRIALS AND FOREST NURSERIES OF KRASNOYARSK TERRITORY

I.D. Grodnitskaya, G.V. Kuznetsova

V.N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch,

Krasnoyarsk, Russia; E-mail: igrod@ksc.krasn.ru

Инфекционные заболевания хвойных в лесных экосистемах Сибири, вызываемые фитопатогенными микроорганизмами, имеют важное диагностическое значение не только с точки зрения их этиологии, но и для предупреждения широкого распространения инфекций, и эффективной борьбы с ними на ранних стадиях. Большинство популяций фитопатогенов, проявляющих паразитические свойства, имеет широкую специализацию в отношении видов хвойных. Существенная роль в патогенезе растений отводится фитопатогенным микромицетам.

В настоящее время для лесного хозяйства ранняя диагностика болезней и мониторинг состояния почвы, ризосферы и филлосферы хвойных в искусственных фитоценозах (лесопитомниках, географических культурах) приобретает огромную практическую зна-

чимость. В лесных питомниках Красноярского края обследования производственных посевов сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и сосны кедровой сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour), показали, что инфекционное полегание сеянцев распространено достаточно широко: довсходовая гибель семян и проростков составляет в среднем 36%, послеवсходовый отпад – 24%.

Многолетние наблюдения за ростом и сохранностью географических культур кедровых сосен, созданных в 1983 г. в Ермаковском лесхозе, выявили систематическое усыхание кедров сибирского кемеровского климатипа. Первым признаком заболевания потомства данной популяции было ежегодное пожелтение и усыхание хвои на отдельных деревьях. Массовое поражение хвои кедров отмечено в нижней его части (до 1,5 м), начиная с 10-летнего возраста.

Результаты обследований производственных посевов в Верх-Казанском, Ермаковском и Озерском лесных питомниках показали, что возбудители различных микозов сеянцев хвойных распространены широко. При этом наблюдаются все известные типы поражения, для которых характерны следующие диагностические признаки: загнивание семян и проростков, собственно полегание всходов, загнивание корней и увядание верхушек сеянцев. В поражении корневой системы и стволиков сеянцев ведущую роль играли грибы рода *Fusarium*, видовой состав которых менялся в зависимости от почвенно-климатических условий. Так, в темно-серой почве Верх-Казанского питомника преобладали *F. sporotrichiella* var. *sporotrichioides*, *F. heterosporum*, *F. moniliforme*; в черноземе оподзоленном (Ермаковский лесопитомник) – *F. oxysporum* var. *orthoceras*, *F. solani* var. *eumartii*, *F. avenaceum* var. *herbarum*. Поражение ассимиляционного аппарата сеянцев вызывали грибы *Alternaria alternate*, *A. geophila*, *A. solani*, *Cladosporium cladosporioides*, *C. herbarum*.

Установлена причина усыхания кедров сибирского кемеровского климатипа в географических культурах. Возбудителем усыхания хвои является плодосумчатый грибок-дискомицет *Hypodermella sulcigena* порядка фацидиевых (= *Lophodermella sulcigena*), заболевание – серое шютте сосны. Среди сопутствующих микромицетов отмечено присутствие *Penicillium*, *Aspergillus*, *Alternaria*, *Mucor*, *Trichoderma*, *Fusarium*. Интенсивному развитию заболевания сопутствует прохладное и влажное лето.

Чаще всего болезнь вызывает отмирание верхних частей хвоинок и не оказывает заметного влияния на состояние молодых растений, но патоген является потенциально опасным как для заболевших деревьев, так и для соседних климатипов кедров. При сильном поражении болезнью растения погибают. Наилучшая сохранность и устойчивость к серому шютте отмечена у растений-интродуцентов кедров корейского (*Pinus koraiensis* Siebold et Zucc.) – 59 %, наименьшая – у кемеровского климатипа (2%).

Работа поддержана Программой фундаментальных исследований Президиума РАН Б.26. Биологическое разнообразие (1.3).

УДЛИНЕНИЕ ПОБЕГОВ *LARIX SIBIRICA* IN VITRO

А.Ю. Гурьянова, А.Б. Бургутин

Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева, Москва, Россия;

E-mail: crispa-orang@mail.ru

ALONGATION OF *LARIX SIBIRICA* SHOOTS IN VITRO

A.Yu. Guryanova, A.B. Burgutin

Timiryazev Institute of Plant Physiology, Russian Academy of Sciences, Moscow,

Russia; E-mail: crispa-orang@mail.ru

Лиственница сибирская одна из основных лесобразующих пород Сибири, но сильное повреждение лиственничной почковой галкицей и нередко низкое качество семян делает ее размножение в промышленных масштабах довольно затруднительным. Изоли-

рованные почки лиственницы сибирской вводились в культуру *in vitro* с середины января по начало апреля, когда предположительно прошел период глубокого покоя. Стерильные изолированные почки помещались для индукции на поверхность агаризованной питательной среды по прописям минеральных солей DCR, ½ MS, WPM и LM. Также в эти питательные среды был добавлен цитокинин – БАП в концентрации от 0,01 до 1 мг/л. Через неделю на питательных средах с минимальным содержанием фитогормонов наблюдалось раскрытие почек в 90% случаев, а еще через 2 недели наблюдалось удлинение побегов у 30% раскрывшихся почек. Наибольшее, по нашим данным, раскрытие почек и удлинение побегов наблюдалось на питательных средах по прописям DCR и WPM. В настоящий период ведутся работы по индукции побегообразования, а также работы по укоренению.

О ПРОБЛЕМАХ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ЛЕСНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ

А.Е. Гуськов, Ю.И. Молородов

Институт вычислительных технологий СО РАН, Новосибирск, Россия

PROBLEMS OF INFORMATION SUPPORT OF FORESTRY MANAGEMENT

A.E. Guskov, Yu.I. Molorodov

Institute of Computational Technologies, Russian Academy of Sciences, Siberan Branch,
Novosibirsk, Russia

В докладе будут изложены некоторые результаты обследования органов исполнительной власти субъектов РФ в области лесных отношений (т.н. «лесных служб») на предмет создания информационной системы федерального масштаба для ведения государственного лесного реестра. На сегодняшний день процесс управления лесным хозяйством РФ крайне затруднён в силу ряда проблем, большая часть из которых связана с его недостаточным информационным обеспечением. В частности, к таким проблемам относятся: отсутствие эффективных процедур сбора, передачи, хранения, достоверизации и анализа информации, большой объем бумажных документов и, как следствие, высокие трудозатраты на их обработку. Это приводит к тому, что поток рутинной бумажной работы захлестывает прямые функции лесничеств – контроль за использованием лесов.

Следует отметить, что фактически отсутствует единая методическая и информационная основа для учёта «первичных» данных о лесном хозяйстве (например, к ним относятся материалы лесоустройства, места и объёмы вырубок и лесовосстановления), а процедура подготовки отчетов представляет собой сложный процесс, полный ошибок и неточностей. А ведь именно отчётные данные за предыдущий период являются основой для принятия решений в последующем! Вышесказанное позволяет сделать вывод о том, что и лесные службы федерального и регионального масштабов, и лесничество «на местах» нуждаются в средствах автоматизации своей деятельности, которые возьмут на себя рутинные функции информационного обеспечения и предоставят удобные инструменты для ввода и анализа данных.

В докладе будет изложена общая концепция построения автоматизированной информационной системы для ведения государственного лесного реестра – систематизированного свода документированной информации о лесах, об их использовании, охране, защите, воспроизводстве, о лесничествах и лесопарках [ст. 91 Лесного кодекса РФ] и показано, каким образом её внедрение будет способствовать решению указанных проблем.

При проектировании, разработке и внедрении указанной системы необходимо учитывать такие потенциальные проблемы, как достаточно большое количество не оцифрованных материалов лесоустройства, неоднородность (в различных субъектах РФ) и изменчивость нормативно-правовой базы, наличие в отдельных регионах уже существующих информационных систем, частично решающих указанные задачи.

РЕГЛАМЕНТАЦИЯ РЕКРЕАЦИОННОГО ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ В ГОРОДСКИХ ЛЕСАХ

М.А. Данченко, А.Г. Мясников

Томский государственный университет, Томск, Россия; E-mail: mtd2005@sibmail.com

THE REGULATION OF RECREATIONAL USE OF URBAN FORESTS

M.A. Danchenko, A.G. Myasnikov

Tomsk State University, Tomsk, Russia; E-mail: mtd2005@sibmail.com

Наблюдаемые в последние десятилетия рост городов и возрастание площадей урбанизированных территорий создают многие кризисные экологические проблемы. В пределах городов имеет место интегральное воздействие большого числа негативных факторов, приводящее к значительному ухудшению условий жизни населения. Прежде всего, современная урбоэкосистема характеризуется высоким уровнем загрязнения, связанным с интенсивным развитием промышленности и транспорта. В пределах города и в его окрестностях изменяется также ряд климатических характеристик, происходит трансформация растительности и другие процессы.

Противостоять негативным последствиям загрязнения окружающей среды могут озеленение города, городские и пригородные леса. Правильная организация территории лесного фонда, рациональное ведение лесного хозяйства, регулирование состава и строения насаждений существенно повышают эффективность выполнения городскими лесами защитных, санитарно-гигиенических и рекреационных функций.

Важное экономическое и социальное значение имеет рекреационное использование городских лесов. Отдых в городских лесах, лесопарках и парках способствует снятию нервных напряжений, восстановлению физических и духовных сил человека, что в итоге повышает производительность физического и умственного труда. Рекреационная деятельность в лесах входит в сложную систему взаимоотношений общества и природы, приобретает масштабы нового вида хозяйственной деятельности – рекреационного лесопользования.

Для сохранения экологического и повышения рекреационного потенциала городских лесов, наряду с лесоводственными и лесохозяйственными мероприятиями, необходимы меры по регламентации рекреационного пользования, стабилизации и снижению рекреационной нагрузки, улучшению состояния и повышению рекреационной емкости лесных биогеоценозов. К ним относится временная изоляция от рекреационного воздействия ослабленных и сильно нарушенных участков леса с одновременным проведением лесоводственных и лесовосстановительных мероприятий, благоустройство территории, устройство и ремонт дорожно-тропиночной сети, оборудование мест отдыха, спортивных и детских площадок, установка лесопарковой мебели, аншлагов и указателей.

В системе лесохозяйственной деятельности в рекреационных лесах важное место занимают охранные, защитные и биотехнические мероприятия. Нерегулируемое рекреационное использование ослабляет и ухудшает состояние насаждений, значительно увеличивает частоту лесных пожаров, других нарушений. Охрана городских лесов организуется в соответствии с действующими наставлениями и правилами, с учетом их основного функционального назначения как мест массового отдыха.

В общей системе благоустройства, повышения рекреационного потенциала городских лесов важное значение имеет их общее оздоровление, которое предполагает выполнение комплексных мер по осушению переувлажненных площадей, борьба с гнусом, энцефалитным клещом. Проведение этих работ позволит расширить рекреационные территории, улучшить их состояние и рекреационную емкость.

Предлагаемая система мероприятий включает практически весь комплекс лесоводственных, лесохозяйственных, защитных, благоустроительных и организационных работ по сохранению, обогащению видового состава, повышению устойчивости и рекреацион-

ного потенциала городских лесов. Применение указанных мероприятий позволит не только сохранить леса, но и улучшить их санитарное состояние, повысить декоративные и санитарно-гигиенические свойства, устойчивость против рекреационных нагрузок и тем самым улучшить условия жизни, труда и отдыха горожан.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ДВУХ МИКРОСАТЕЛЛИТНЫХ ЛОКУСОВ ПЛЮСОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ЮГО-ВОСТОКА УКРАИНЫ

А.Е. Демкович¹, И.И. Коршиков¹, Д.В. Политов², Е.А. Мудрик²

¹Донецкий ботанический сад НАН Украины, Донецк, Украина;

E-mail: dbsgenetics@gmail.com; ²Учреждение Российской академии наук

Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН, Москва, Россия;

E-mail: dmitri.p17@gmail.com

VARIABILITY OF TWO MICROSATELLITE LOCI IN SCOTS PINE PLUS TREES IN THE SOUTH-EAST OF UKRAINE

A.E. Demkovich¹, I.I. Korshikov¹, D.V. Politov², E.A. Mudrik²

¹Donetsk Botanical Garden, National Academy of Sciences of Ukraine, Donetsk, Ukraine;

E-mail: dbsgenetics@gmail.com; ²N.I. Vavilov Institute of General Genetics, Moscow,

Russia; E-mail: dmitri.p17@gmail.com

Накоплен большой объем данных по генетической изменчивости популяций сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L. как в Украине, так и в мире. Однако в отличие от достаточно обширной информации, полученной с помощью аллозимных маркеров, использование ДНК маркеров в таких исследованиях, и особенно селекционно-направленных, в украинской части ареала только начинается. Практически не изучены деревья плюсовой селекции. Оценка генетических параметров лесосеменных плантаций сравнительно с природными популяциями, контроль генетических особенностей их семенного потомства, системы скрещивания могут быть успешно реализованы с использованием ДНК маркеров, особенно высокоизменчивых микросателлитных локусов ядерной локализации.

Мы изучили полиморфизм двух ядерных микросателлитных локусов *Spac 11.8* и *Pttx2146* у 26 плюсовых деревьев *P. sylvestris* из клоновой семенной плантации, заложенной УкрНИИЛХА им. Высоцкого. Выделение ДНК осуществляли из почек и эндоспермов семян коммерческими наборами с сорбентом («Diatom DNA prep», Изоген). Для сорбции фенольных соединений добавляли поливинилпирролидон «К-90». Амплификацию проводили с использованием коммерческого набора («GenePak PCR Core», Изоген). Разделение продуктов амплификации осуществляли в вертикальном 6% неденатурирующем полиакриламидном геле с последующим окрашиванием нитратом серебра.

У 26 растений *P. sylvestris* для праймеров *Pttx2146* было визуализировано четыре локуса. Аллели хорошо интерпретируемого и высокополиморфного локуса *Pttx2146-1* имели размер 168–240 п.н. Этот локус соответствует локусу *Pttx2146 Pinus taeda* L. [Elsik et. al. 2000] и локусу *Pttx2146.1*, описанному у *P. sylvestris* [Белоконь и др. 2008]. Размер амплифицирующихся последовательностей у *P. taeda* составлял 162-192 п.н. Нами была обнаружена также ранее не описанная группа ампликонов размером около 600 п.н. (локус *Pttx2146-0*). Низковариабельный, предположительно с тремя аллелями локус *Pttx2146-2* (соответствует *Pttx2146.2*) [Белоконь с соавт. 2008], имел ампликоны около 130 п.н. и один, по всей видимости мономорфный локус *Pttx2146-3* (соответствует *Pttx2146.3*) [Белоконь с соавт. 2008], около 100 п.н. Для дальнейшего анализа использовался лишь локус *Pttx2146-1* – единственный, обнаруженный у *P. taeda* и подробно описанный у *P. sylvestris*.

По локусу *Pttx2146-1* обнаружено 12 аллелей, из них 8 с частотой менее 0.05 и 3 аллеля с частотой более 0,1. Из 19 генотипов локуса *Pttx2146-1* лишь 6 встречались более чем в 5% случаев. Локус характеризуется некоторым избытком гетерозиготных геноти-

пов. Микросателлитный локус *Spac 11.8* ранее использовался Vornat с соавт. для выявления мутационных событий у растений *P. sylvestris* в зоне ЧАЭС, при этом обнаружено 7 аллелей от 128 до 161 п.н. В нашем случае было амплифицировано 11 аллелей с длиной ампликонов в диапазоне от 124 до 156 п.н. Как и в случае с локусом *Pttx2146*, лишь 3 аллеля локуса *Spac 11.8* встречались с частотой более 0,1. Частота встречаемости 5 из 11 обнаруженных аллелей была менее 0,05. По локусу *Spac 11.8* было обнаружено 29 генотипов, что на треть больше, чем по локусу *Pttx2146-1*, а генетическое разнообразие Нея (H_E) составило 0.741. Этот локус характеризовался избытком гомозиготных генотипов.

Таким образом, два исследуемых микросателлитных локуса в значительной степени отличаются по характеру изменчивости. Следовательно, в анализе генетического полиморфизма с применением микросателлитных локусов необходимо предварительно изучить характер их изменчивости и в дальнейшем использовать стандартизированную выборку таких локусов.

ЭКОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ГОДИЧНЫХ ПРИРОСТОВ МОНОПОДИАЛЬНЫХ ХВОЙНЫХ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

В.А. Драгавцев¹, Е.В. Драгавцева²

¹Агрофизический институт РАСХН, Санкт-Петербург, Россия; E-mail: dravial@mail.ru;
Российский государственный агроуниверситет – МСХА им. К.А. Тимирязева,
Москва, Россия; E-mail: dragavtseva@mail.ru

ECOLOGICAL GENETIC ORGANIZATION OF ANNUAL GROWTH INCREMENTS OF MONOPODIAL CONIFERS

V.A. Dragavtsev¹, E.V. Dragavtseva²

¹Agrophysical Research Institute, Russian Academy of Agricultural Sciences, St. Petersburg,
Russia; E-mail: dravial@mail.ru; ²Russian State Agrarian University – Moscow
Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia; E-mail: dragavtseva@mail.ru

В период 1984-2009 гг. была создана теория эколого-генетической организации количественных признаков (КП) растений (ТЭГОКП) и были развиты 23 следствия из нее [ДАН СССР, 1984, Т. 274, № 3, С. 720-723; Доклады РАН, 2008, Т. 418, № 5, С. 1-4; В.А. Драгавцев, Эколого-генетический скрининг генофонда и методы конструирования сортов с/х растений..., СПб, ВИР, 1998, 52 С.] Главное положение теории: при смене лимфактора внешней среды меняются спектр и число генов, детерминирующих один и тот же КП. Так «интенсивность транспирации» и «интенсивность фотосинтеза» в течение суток детерминируются поочередно двумя и тремя разными спектрами генов, соответственно. Главные следствия из ТЭГОКП: расшифрованы механизмы формирования и созданы методы прогнозов: 1) эффектов взаимодействия генотип-среда (ВГС), 2) трансгрессий, 3) экологически зависимого гетерозиса, 4) знаков и уровней генотипических и экологических корреляций, 5) сдвигов доминирования КП, 6) гомеостаза продуктивности, 7) нормы реакции. Созданы методы управления амплитудой генотипической изменчивости КП и числом генов, «выходящих» на КП. Показано, что эколого-генетическая природа сложного КП не может быть описана языками менделевской, биометрической и молекулярной генетики. Только язык ТЭГОКП строго описывает поведение сложных КП в эволюции и селекции.

Уровни годичных приростов (П) определяются не генами КП, а эффектами ВГС, которые являются эмерджентными (заново возникающими) свойствами высоких уровней организации жизни и отсутствуют на молекулярном уровне. Традиционные подходы MAS и QTL вряд ли смогут серьезно помочь реальному эколого-генетическому приращению П в процессе селекции, тем более, что генетики за 145 лет развития своей науки так и не нашли специфических менделевских генов величины продуктивности, гомеостаза продуктивности, горизонтального иммунитета, засухо-, зимо-, жаро-, холодоустойчивости и т.п.,

не локализовали их, не выделили, не клонировали, не секвенировали и не определили их продукты.

ТЭГОКП открыла новые возможности быстрой (без смены поколений) генетической инвентаризации годичных П в популяциях моноподиальных хвойных видов, у растений которых нет интеркалярных меристем, и поэтому каждый годичный П (осевой или по диаметру) фиксируется навсегда. Год каждого осевого П легко определить, отсчитывая приросты от вершины дерева вниз, метеоданные по годам имеются на метеостанциях. Тогда, если особь дала в холодный год большой линейный П, значит она – носитель эффективных полигенов холодостойкости. Если другая особь дала в сухой год большой П, то она обладает хорошими полигенами засухоустойчивости. Особи, дающие максимальные П в сухие, жаркие и холодные годы, имеют максимальный генетический гомеостаз П (минимальный коэффициент вариации длины осевых П по стволу), что может быть критерием истинно генетически «плюсового» дерева, наиболее пригодного для вегетативного, а, возможно, и для семенного размножения. Технологии селекции, созданные на основе ТЭГОКП, успешно работают более чем в 30 российских и зарубежных генетико-селекционных центрах, создавая новые более адаптивные и урожайные сорта.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ АНАТОМО-МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ ХВОИ, СЕМЯН И СЕЯНЦЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КУЛЬТУРАХ НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ

А.С. Евстюгин

Ботанический сад УрО РАН, Екатеринбург, Россия; E-mail: evstugin@r66.ru

VARIABILITY OF ANATOMO-MORPHOLOGICAL TRAITS OF NEEDLES, SEEDS AND SEEDLINGS OF *PINUS SYLVESTRIS* IN PROVENANCE TRIALS IN CENTRAL URALS

A.S. Evstugin

Botanical Garden, Russian Academy of Sciences, Ural Branch, Ekaterinburg,
Russia; E-mail: evstugin@r66.ru

Объектом исследования были избраны географические культуры сосны обыкновенной, созданные в 1976 г. в Ревдинском районе Свердловской области, в которых представлено потомство разных географических происхождений, представляющие 3 подвида: *Pinus sylvestris* L. subsp. *lapponica* (Мурманская область), subsp. *syvestris* (Свердловская область), subsp. *sibirica* (Красноярский край), а также участок культур сосны местного происхождения, расположенный в зоне сильного загрязнения вблизи медеплавильного завода. Изучались следующие группы показателей: размеры хвои и ее анатомических элементов на поперечном срезе, размеры клеток мезофилла и хлоропластов. Кроме того, с деревьев указанных происхождений в культурах были собраны семена, у которых изучались их биологические качества и ряд количественных (размеры семян и крылаток) и качественных (окраска) признаков. Также изучались показатели роста 1-летних сеянцев, выращенных из этих семян.

По ряду морфологических признаков фотосинтетического аппарата можно выделить сосны Мурманского происхождения. Хвоя у них имеет меньшую длину, но значительно толще и шире местного и Красноярского происхождения, а также имеет большие размеры смоляных ходов. Значительно меньшие размеры имеет хвоя с загрязненного участка, что связано в данном случае с угнетением ее роста под влиянием вредных выбросов комбината. По количеству смоляных ходов и толщине кутикулы и эпидермиса различия между группами или недостоверны, или носят разнонаправленный характер. Таким образом, существует ряд наследуемых морфологических признаков листового аппарата, позволяющих выделить определенные группы популяций, соответствующие ранее выделенным подвидам.

На тканевом и клеточном уровне не выявлено четких различий между происхождениями, сохраняющихся от одного вегетационного сезона к другому. Размеры клеток и хлоропластов, а также расчетные индексы, зачастую имеют противоположные характер различий между изученными группами, что может быть связано со значительной изменчивостью данных показателей под влиянием неучтенных факторов.

По семенам и сеянцам можно отметить две группы признаков, характеризующих изученные происхождения. Первая – это качественные признаки, к которым относятся окраска семян и крылаток, а также число семядолей у всходов. Эти показатели, по-видимому, в большей степени характеризуют генотип и не зависят от внешних условий. Вторая группа показателей – количественные – описывают размеры семян и сеянцев и могут характеризовать как генотип, так и влияние условий среды. Так, практически по всем изученным признакам выделяется Мурманское происхождение (subsp. *lapponica*), что может свидетельствовать, с одной стороны, о наследственно закрепленных свойствах, а с другой – о меньшей приспособленности к местным условиям произрастания (например, меньшие размеры семян и крылаток, жизнеспособность всходов). По качественным признакам (окраске семян и крылаток и их сочетанию) эта группа выделяется несколько большим процентом светлых семян и крылаток. Различия в количественных показателях (размеры семян и крылаток) не позволяют сделать однозначных выводов. Если их меньшие размеры на загрязненном промышленными выбросами участке, очевидно, являются следствием воздействия поллютантов, то сходное направление изменчивости этих показателей в северных происхождениях может свидетельствовать как о низкой приспособленности данного климатического типа к изменившимся условиям среды, так и о его наследственно закрепленных качествах.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА СЕМЯН В МОНГОЛЬСКИХ ПОПУЛЯЦИЯХ *LARIX SIBIRICA* И *PINUS SYLVESTRIS*

С. Жамъянсурен¹, Л.И. Милютин²

¹Институт ботаники Академии наук Монголии, Улан-Батор, Монголия;

²Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Красноярск, Россия

VARIABILITY OF SEED QUALITY IN THE MONGOLIAN POPULATIONS OF *LARIX SIBIRICA* AND *PINUS SYLVESTRIS*

C. Jamiyansuren¹, L.I. Milyutin²

¹Institute of Botany, Mongolian Academy of Sciences, Ulaanbaator, Mongolia;

²V.N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch, Krasnoyarsk, Russia

Лиственница сибирская (*Larix sibirica* Ledeb.) и сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) являются важнейшими лесообразующими видами древесных растений Монголии. Многие насаждения этих видов подвергаются сильному воздействию антропогенных факторов (рубки, пожары и др.). Поэтому лесовосстановление, в том числе и искусственное, здесь крайне необходимо, для чего очень важно знать показатели качества семян.

Исследования авторов, а также обобщение материалов лесосеменных станций позволили выявить некоторые закономерности изменчивости качества семян лиственницы сибирской и сосны обыкновенной в Монголии. Так средняя масса 1000 семян лиственницы в различных районах Монголии колеблется от 4.9 г до 6.4 г, энергия прорастания – от 16.5 до 48.7 %, всхожесть – от 26.9 до 62.1 %. Приведенные показатели ниже, чем в сопредельных районах России. Например, в Хакасии масса 1000 семян варьирует от 7.4 г до 8.6 г, энергия прорастания – от 43.1 до 68.6 %, всхожесть – от 47.4 до 68.6 %. Указанные различия объясняются тем, что в Монголии лиственница произрастает на более высоких местоположениях: большая часть популяций расположена на отметках 1300-2000 м над

уровнем моря.. Безусловно, оказывают свое влияние и более жесткие климатические условия Монголии.

Иная закономерность проявляется при анализе качества семян сосны обыкновенной. Средняя масса 1000 семян в монгольских популяциях этого вида колеблется от 6.0 г до 7.8 г, энергия прорастания – от 22 до 96.7 %, всхожесть – от 42.0 до 98.3 %. Эти показатели в целом не отличаются существенно от значений, полученных для сосны в сопредельных районах России.

Анализ погодичной изменчивости массы 1000 семян лиственницы и сосны выявил некоторые различия показателей этой изменчивости у данных видов. Коэффициенты вариации массы семян в одном пункте по годам для лиственницы составляют 3.3-15.2 %, что характеризует уровни изменчивости от очень низкого до среднего, по шкале С.А. Мамаева (1972). Вариабельность массы семян сосны значительно меньше: 3-6 %, т.е. отражает очень низкий уровень изменчивости. По-видимому, семена лиственницы сильнее реагируют на погодные условия того или иного года, что, в частности, отражается на их полнотелости и в результате на значениях их массы.

Показатели посевных качеств семян (энергия прорастания, техническая всхожесть) проявляют значительно большую погодичную изменчивость по сравнению с их массой, потому что на эти показатели влияют многие трудно учитываемые факторы: время сбора семян, период и условия их хранения и др.

Исследование изменчивости качества семян лиственницы сибирской и сосны обыкновенной в монгольских популяциях этих видов показало, что во всех изученных районах Монголии качество семян характеризуется показателями, вполне приемлемыми для искусственного лесовосстановления. При этом необходимо использовать местные семена с учетом лесорастительного и лесосеменного районирования Монголии.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 11-04-92226-Монг_а.

КАЧЕСТВО СЕМЯН СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ НА ЛСП ЗАБАЙКАЛЬСКОГО КРАЯ

Т.В. Желибо, Л.Н. Пак, В.П. Бобринев

Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита, Россия;
E-mail: zhelib@mail.ru

THE QUALITY OF SCOTCH PINE SEEDS IN SEED PLANTATION IN ZABAIKALSK TERRITORY

T.V. Zhelibo, L.N. Park, V.P. Bobrinev

Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology, Russian Academy of Sciences,
Siberian Branch, Chita, Russia; E-mail: zhelib@mail.ru

По мнению ряда авторов [Проказин, 1962; Правдин, 1963; Балабушка, 1984], выход полнозернистых семян, масса 1000 штук семян, энергия прорастания и техническая всхожесть на лесосеменных плантациях (ЛСП) выше на 20-30%, чем в природных популяциях. Количество пустых семян уменьшается в несколько раз. Все эти исследования проводились в Европейской части России. Нами проведены исследования качества семян сосны обыкновенной на ЛСП в Забайкальском крае. Клоновая ЛСП была заложена институтом в 1993 году по договору с Читинским управлением лесного хозяйства на площади 10 га. Для закладки плантации были отобраны 53 плюсовых дерева. По методике В.П. Бобринева и Л.Н. Пак [1999] были забракованы 2 дерева, с остальных 51 дерева заготавливали черенки и проводили прививку на отобранные на гари четырехлетние дички, отобранные по следующим показателям: 1) наличие трех хороших охвоенных и развитых мутовок; 2) прирост центрального побега последнего года не менее 15 см; 3) верхняя мутовка не менее 4 боковых ветвей; 4) высота подвоя 50-60 см, размер кома 30х30х30 см.

Посадочная яма на ЛСП 40х40х40 см. На второй год после прививки создали плантацию путем посадки привитых саянцев в посадочные ямы. Смещение клонов спиральное из 51 клона, расстояние в ряду 8 м, между рядами 10 м, направление рядов с севера на юг. Спустя 4 года началось семеношение у некоторых деревьев. С 2001-2002 года началось семеношение ежегодное у всех клонов, разное по годам.

В 2005-2010 гг. проводили испытания качества семян на ЛСП как по каждому клону, так и по всей плантации. В качестве контроля собрали шишки в лесных культурах, произрастающих рядом с плантацией. Шишки собрали во второй декаде октября (после начала замерзания почвы). После подсушивания шишек в течение 25-30 дней при комнатной температуре извлекали семена из шишек. Определяли выход семян, массу 1000 семян, энергию прорастания семян (7 дней), техническую всхожесть семян (20 дней). Семена проращивали в чашках Петри в четырех повторностях по 100 штук [ГОСТ 13056.6-75, ГОСТ 13056.4-67]. Определяли количество пустых семян.

Выход семян был на ПЛСУ выше, по сравнению с контролем, на 25-30%, масса 1000 штук семян - на 10-15%, энергия прорастания - на 10-15%, техническая всхожесть - на 10-12%. Пустых семян было в два раза меньше. Норма высева таких семян в питомнике должна быть уменьшена на 50-70%. В результате исследований было установлено, что на ЛСП все измеренные показатели были выше, чем в контроле, то есть все деревья унаследовали признаки плюсовых деревьев.

ФАКТОРЫ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ КЕДРА СИБИРСКОГО ВДОЛЬ ШИРОТНОГО И ВЫСОТНОГО ПРОФИЛЕЙ

Е.А. Жук, С.Н. Горошкевич

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, Томск,
Россия; E-mail: eazhuk@yandex.ru

FACTORS OF SIBERIAN STONE DIFFERENTIATION ALONG LATITUDINAL AND ALTITUDINAL TRANSECTS

E.A. Zhuk, S.N. Goroshkevich

Institute of Monitoring of Climatic and Ecological System, Russian Academy of Sciences,
Siberian Branch, Tomsk, Russia; E-mail: eazhuk@yandex.ru

В клоновом архиве, расположенном на научном стационаре «Кедр» ИМКЭС СО РАН (юго-восток Томской области, граница таежной и лесостепной зон), изучена эколого-географическая дифференциация кедра сибирского вдоль широтного (Западно-Сибирская равнина, 56-66° с.ш.) и высотного (северный макросклон Западного Саяна, 350-1900 м над уровнем моря) профилей. Черенки были взяты с родительских деревьев из природных популяций, привиты на местные саженцы кедра сибирского в 1995-1996 гг. и выращены в однородных условиях клонового архива. С 2004 г. по 2010 г. в клоновом архиве были проведены исследования фенологии, морфоструктуры побега и семеношения. Выявленные различия между экотипами были проанализированы с учетом климатических и фотопериодических условий их природных местообитаний.

На обоих профилях с сокращением продолжительности и теплообеспеченности вегетационного периода в местообитаниях исходных популяций существенно снижаются продолжительность и интенсивность роста их вегетативного потомства, усиливается ветвление, растет число аномалий в морфогенезе побегов. Это однозначно демонстрирует преимущественно климатическую обусловленность разнообразия. Вместе с тем, на высотном профиле климатические различия значительно больше, а различия между экотипами по большинству значимых признаков – значительно меньше, чем на широтном. Следовательно, климат – главный, но не единственный фактор эколого-географического разнообразия. Дополнительным фактором дифференциации является фотопериод. Фотопериодический режим существенно меняется только вдоль широтного профиля, что способ-

ствуется углублению дифференциации широтных экотипов. Явно фотопериодическую природу имеют большие различия по репродуктивным признакам: широтные экотипы довольно разнообразны в этом отношении; высотные же, перемещенные на север в условия более длинного дня, образуют очень мало репродуктивных структур.

Важным фактором эколого-географического разнообразия является также уровень генетического обмена между экотипами на семенном уровне. На широтном профиле он близок к нулевому из-за больших расстояний (сотни километров). На высотном профиле расстояния измеряются единицами и немногими десятками километров. Поэтому поток генов между высотными экотипами имеет место; он сокращает генетические различия между ними. Косвенным показателем этого процесса является уровень внутрипопуляционного разнообразия по адаптивным признакам. На высотном профиле он закономерно и существенно увеличивается от низкогорных экотипов к высокогорным, что характеризует преобладающий перенос семян кедровкой из нижней части лесного пояса в верхнюю. Обнаруженные закономерности эколого-географической дифференциации кедров сибирского открывают новые возможности в прогнозировании и моделировании его реакции на современные изменения природной среды.

АНАЛИЗ ПОПУЛЯЦИОННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ *PINUS SIBIRICA* DU TOUR НА ЮГО-ЗАПАДЕ ЗАБАЙКАЛЬСКОГО КРАЯ

А.А. Захаров

Институт природных ресурсов экологии и криологии СО РАН, Чита, Россия;

E-mail: zac7@list.ru

ANALYSIS OF *PINUS SIBIRICA* DU TOUR POPULATION VARIABILITY IN TRANSBAIKALIAN TERRITORY

A.A. Zakharov

Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology, Russian Academy of Sciences, Siberian
Branch, Chita, Russia

Существующее сегодня глобальное изменение климата и увеличение ущерба от природных и техногенных катастроф однозначно требуют природопаритетного отношения человечества, в том числе к лесным генетическим ресурсам. Основопологающим выходом из сложившейся критической ситуации должен стать переход к возобновляемым в наибольшей степени к лесным ресурсам с выбором наиболее продуктивных и устойчивых популяций.

Через Забайкальский край проходит юго-восточная граница ареала сосны кедровой сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour.), поэтому район изучения важен для изучения популяционной изменчивости этой уникальной и ценной древесной породы. Экспедиции по бассейнам рек Чикой и Хилок (бассейн оз. Байкал), реки Ингода (бассейн р. Амур) в 2003 – 2009 гг., показали в целом удовлетворительное состояние кедровых лесов, выполняющих важные ресурсные, водоохранные, средообразующие функции. Экологические условия местообитаний исследуемых природных популяций кедров сибирского различаются незначительно. Крутизна склона не превышает 5°, почвы мощностью до 30 см. представлены песком связанным со свежей степенью увлажнения.

Возраст деревьев в популяциях кедров изменяется в пределах 40-160 лет, при этом диаметр ствола 26-49 см, длина хвои 6,9-10,0 см. Длина шишки изменяется в пределах 5,3-8,0 см, ширина 3,4-5,2 см. Анализ биометрических показателей исследуемых деревьев привел к выводу, что популяции кедров в бассейнах рек Чикой и Хилок отличаются высоким уровнем изменчивости высоты и диаметра ствола, протяженности кроны и длины хвои.

В бассейне р. Ингода уровень изменчивости популяций по этим признакам находится на низком и среднем уровнях. По всем исследованным 13 популяциям определена

сильная корреляционная связь между высотой над уровнем моря и протяженностью живой кроны (-0,66). Средняя корреляционная связь отмечается между высотой над уровнем моря и высотой ствола (-0,59), шириной шишки (-0,48), диаметром ствола (-0,46). Построенные полиномиальные линии внутрипопуляционной изменчивости формы шишки и длины хвои симметричны на высотах 1010-1230 м над ур. м., а потом становятся асимметричными на 1285-1400 м над ур. м.

Сильная корреляционная связь определена между протяженностью живой кроны и высотой ствола (0,91), диаметром ствола (0,86), а также между шириной и формой шишки (0,91). На межпопуляционном уровне изменчивость определена как повышенная среди вегетативных органов у протяженности живой кроны и диаметром ствола, а среди генеративных органов – длины шишки. В крайней восточной популяции кедра выявлена сильная корреляционная связь между длиной шишки и высотой ствола, а также между шириной кроны, диаметром ствола, шириной и формой шишки. Выделенные биометрические показатели изменчивости деревьев позволят определить наиболее продуктивные популяции сосны кедровой сибирской, использовать их при создании плантационных культур.

ГЕНОТИПИРОВАНИЕ ДЕРЕВЬЕВ НА КЛОНОВЫХ ПЛАНТАЦИЯХ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ВИДОВ ХВОЙНЫХ В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

К.Г. Зацепина¹, И.В. Тихонова², В.В. Тараканов¹, Л.И. Кальченко³

¹Западно-Сибирский филиал Института леса СО РАН, Новосибирск, Россия; E-mail: vvtarh@yandex.ru; ²Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Красноярск, Россия; E-mail: selection@ksc.krasn.ru; ³Российский центр защиты леса – Центр защиты леса Алтайского края, Барнаул, Россия; E-mail: altay-lss@yandex.ru

GENOTYPING OF TREES IN CLONE PLANTATIONS OF FOREST FORMING CONIFER SPECIES IN WESTERN SIBERIA

K.G. Zatsepina¹, I.V. Tikhonova², V.V. Tarakanov¹, L.I. Kalchenko³

¹West-Siberian Branch of V.N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch, Novosibirsk, Russia; E-mail: vvtarh@yandex.ru; ²V.N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch, Krasnoyarsk, Russia; E-mail: selection@ksc.krasn.ru; ³Russian Center of Forest Protection – Center of Forest Protection of Altai Territory, Barnaul; E-mail: altay-lss@yandex.ru

В связи с необходимостью исключения ошибок в маркировке родословных деревьев на клонowych плантациях лесобразующих видов для продолжения селекционного процесса необходимо осуществить индивидуальное генотипирование. Для сокращения затрат на проведение этой дорогостоящей операции разработан метод последовательной паспортизации, включающий фенетический и генетический этапы. На выборке около 100 клонов сосны осуществлена фенетическая паспортизация [Кальченко, Тараканов, 2010]. В настоящей работе методом аллозимного анализа на части той же выборки клонов осуществлен второй (генетический) этап паспортизации.

Он включал 2 стадии. На первой из них на основе фенетически "типичных" для соответствующих клонов рамет (по 1 рамете на каждый из 30 изученных клонов) методом электрофореза в полиакриламидном геле изучена изменчивость 10 полиморфных локусов. По результатам этих исследований отобраны наиболее изменчивые локусы adh-2, got-2, est-f, содержащие по 4-5 аллелей. На второй стадии выборки «типичных» рамет каждого клона, идентичные по фенам, были разделены на 2 неравных совокупности. В первую из них включили одну из «типичных», ранее изученных рамет, а во вторую все остальные, не проанализированные, «типичные» раметы. Для дальнейшего генетического анализа с каждого клона были взяты смешанные образцы фитомассы со всех «типичных» и равно представленных в образце рамет второй группы. Если фенетическая паспортизация была осуществлена корректно, то результаты аллозимного анализа, осуществленного на 1 ста-

дии (по единичным рамкам каждого клона), и на 2 стадии (по смешанным образцам от всех рамок, кроме проанализированных на первой стадии) должны быть идентичны. Кроме этого, были генотипированы деревья, которые по разным причинам не могли быть идентифицированы на этапе фенетической паспортизации. По результатам исследований выделены правильно и ошибочно маркированные деревья, составлены фенетический и аллозимные паспорта изученных клонов, уточнен экономический эффект разработанной схемы 2-этапной паспортизации.

Авторы выражают признательность А.Я. Ларионовой, А.К. Экарту, В.Л. Семериковой и А.А. Коновалову за помощь в освоении метода аллозимного анализа, Г.А. Галецкой - за помощь в сборе материала.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ №№11-04-92226-Монг_а и 11-04-98008-р_сибирь_а, интеграционного проекта СО РАН № 53.

РАЗВИТИЕ ЛЕСНОГО СЕМЕНОВОДСТВА В СИБИРИ (К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ПРОФ. Т.П. НЕКРАСОВОЙ)

А.И. Земляной

Западно-Сибирский филиал Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Новосибирск,
Россия; E-mail:zapsibfilial@yandex.ru

DEVELOPMENT OF SEED PRODUCTION IN SIBERIA (DEDICATED TO THE 100TH ANNIVERSARY OF PROF. T.P. NEKRASOVA)

A.I. Zemlyanoy

West-Siberian Branch of V.N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Sciences,
Siberian Branch, Novosibirsk, Russia; E-mail:zapsibfilial@yandex.ru

Исследования биологии семеношения видов хвойных в Сибири непосредственно связаны с именем профессора Т.П. Некрасовой в период ее работы с 1952 по 1974 гг. в Биологическом институте (г. Новосибирск), а с 1975 по 1984 гг. – в Институте леса и древесины им. В.Н. Сукачева СО АН СССР. Благодаря целеустремленности, неумной энергии и требовательности Т.П. Некрасова создала атмосферу, благоприятную для творческой работы всех сотрудников и аспирантов в возглавляемой ею лаборатории. Значительная часть исследований была посвящена решению "проблем кедра". Материалы всестороннего, классического изучения биологии семеношения кедра были оформлены в качестве её докторской диссертации, а в 1972 г. изданы в виде монографии. Под руководством Т.П. Некрасовой окончили аспирантуру и успешно защитили кандидатские диссертации: Н.П. Мишуков [1966], В.Н. Воробьев [1967], Н.Ф. Храмова [1968], Н.А. Воробьева [1974], А.И. Земляной [1975], А.П. Рябинков [1976], В.М. Каледя [1983]. В.Н. Воробьев в 1982 г. защитил докторскую диссертацию по комплексному использованию кедровых лесов.

В 1958 г. Т.П. Некрасова сделала перевод на русский язык и опубликовала реферат книги Бертила Линдквиста о лесной генетике и селекции в Швеции. Основной вывод этой работы о необходимости перевода лесного семеноводства на селекционную основу Т.П. Некрасова стремилась реализовать в условиях Сибири. Это получило поддержку начальника Новосибирского управления лесного хозяйства С.И. Кабалина, который оказывал постоянную помощь, как в проведении исследований, так и в опытно-производственной проверке научных рекомендаций. В лаборатории были разработаны и предложены для внедрения в производство 9 методических рекомендаций по лесному семеноводству. В широких масштабах была проведена селекционная инвентаризация сосновых и кедровых древостоев с отбором и аттестацией плюсовых деревьев и насаждений. В Бердском спецлесхозе на площади 250 га созданы уникальные для Сибири лесосеменные и архивно-маточные плантации хвойных лесобразующих видов.

За период с 1952 г. по 1985 г. были опубликованы 3 тематических сборника, 7 монографий и более 200 научных статей. По инициативе Т.П. Некрасовой в 1973 и 1985 гг.

были организованы I-й и II-й Всесоюзные симпозиумы по половой репродукции хвойных с участием ведущих иностранных ученых. Это способствовало признанию научных достижений руководимой Т.П. Некрасовой лаборатории не только в нашей стране, но и за рубежом.

Заложенные Т.П. Некрасовой научные традиции нашли свое продолжение в организованной в 1973 г. её учеником Н.П. Мишуковым Новосибирской лесной селекционной лаборатории ЦНИИЛГиС, которая курировала внедрение в лесное хозяйство селекционного семеноводства в Сибирском федеральном округе. На базе лаборатории плодоношения под руководством В.Н. Воробьева был создан Отдел кедровых лесов (г. Томск) Института леса и древесины им. В.Н. Сукачева СО АН СССР, который был преобразован сначала в самостоятельный Институт экологических проблем, а позже - был включен в состав Института климатического и экологического мониторинга Томского научного центра. Не будет преувеличением сказать, что трудами Т.П. Некрасовой и её учеников были заложены основы селекционного семеноводства хвойных в Сибири.

ВЛИЯНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ И ГЕНЕТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ИЗМЕНЧИВОСТЬ СЕМЕННОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ КЕДРА В КЛОНОВЫХ ПЛАНТАЦИЯХ

А.И. Земляной, Ю.Н. Ильичев, В.В. Тараканов

Западно-Сибирский филиал Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН,
Новосибирск, Россия; E-mail: tarhan8@mail.ru

EFFECT OF METEOROLOGICAL AND GENETIC FACTORS ON VARIABILITY OF SEED PRODUCTIVITY OF SIBERIAN STONE PINE TREES IN CLONE PLANTATIONS

A.I. Zemlyanoy, Yu.N. Ilyichev, V.V. Tarakanov

West-Siberian Branch of V.N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Sciences,
Siberian Branch, Novosibirsk, Russia; E-mail: tarhan8@mail.ru

Семенная продуктивность деревьев оценивается количеством (массой) нормально развитых семян и является интегральным показателем успешности осуществления генеративного процесса, который у кедра сибирского протекает в течение 3-х вегетационных периодов. В работе на основании литературных данных и результатов собственных исследований обобщена информация о сроках прохождения отдельных этапов генеративного развития кедра в зависимости от суммы эффективных ($>5^{\circ}\text{C}$) температур и влияния метеорологических факторов на прохождение различных "критических" периодов формирования генеративных структур: 1) возникновения и детерминации зачаточных бугорков в женские (мегастробилы) и мужские (микростробилы) генеративные органы; 2) дифференциации зачатков с образованием разного количества спорофиллов в микро- и мегастробилах; 3) формирования пыльцы; 4) рассеивания созревшей пыльцы; 5) оплодотворения семяпочек. Каждый из этих периодов зависит от комплекса метеофакторов, благоприятствующих или подавляющих генеративные процессы.

Исследования проводили в Искитимском районе Новосибирской обл., в клоновом архиве 30-летних деревьев кедра с размещением 5 x 8 метров на хорошо выровненной однородной площади. Клоновый архив представляет собой своеобразную природную лабораторию, где на ограниченной площади в практически однородных условиях произрастают десятки клонов, привитых черенками от разных плюсовых деревьев, которые в этих условиях почти ежегодно дают хорошие урожаи шишек. Благоприятные условия произрастания и выровненный экологический фон позволяют объективно оценить характер влияния генетических (наследственных) свойств плюсовых деревьев на изменчивость показателей семенной продуктивности в зависимости от метеорологических факторов. При этом оказывается возможным проследить влияние метеофакторов на особенности прохождения

отдельных этапов генеративного развития у генотипов разных фенологических форм, а также оценить норму реакции клонов на изменение температурного режима, количества выпадающих осадков и других метеофакторов по показателям структуры семенной продуктивности. При сравнительном анализе полученных данных определен вклад генетических и метеорологических факторов в изменчивость элементов структуры семенной продуктивности, выявлены клоны с различным ритмом семеношения, высказаны предположения о причинах стабильного характера семеношения кедра в условиях клоновых архивов Новосибирской области.

**КЛАСТЕРНОЕ РАЗДЕЛЕНИЕ ПОПУЛЯЦИЙ ЕЛИ СИБИРСКОЙ
ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ФОРМЫ СЕМЕННЫХ ЧЕШУЙ И ДЛИНЫ ШИШЕК
В ЗОНЕ ЗАТУХАЮЩЕГО ГЕНЕТИЧЕСКОГО ВЛИЯНИЯ
ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ**

Е.Л. Зенкова

Институт проблем освоения Севера СО РАН, Тюмень, Россия;

E-mail: zenkova86@rambler.ru

**CLUSTER DIVISION OF SIBERIAN SPRUCE POPULATIONS ACCORDING
TO THE SHAPES OF SEED SCALE AND THE LENGTH OF CONES IN THE AREA
OF FADING GENETIC INFLUENCE OF EUROPEAN SPRUCE**

E.L. Zenkova

Institute of North Development Issues, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch,

Tyumen, Russia; E-mail: zenkova86@rambler.ru

Еловые леса в Западной Сибири занимают огромные пространства от подзоны южной тайги до почти северной границы леса. Разнообразные природно-климатические условия региона и затухающее генетическое влияние ели европейской сказываются на структуре популяций елей на данной территории. Наиболее информативными и удобными для анализа являются показатели формы семенных чешуй и длины шишек. Различия по этим признакам имеются не только между видами и популяциями, но даже между особями внутри популяций. Визуально-описательный подход не позволяет дать объективную характеристику популяций, поэтому для анализа использовались коэффициенты сужения (C_n) и вытянутости (C_p) верхней части семенной чешуи, а также комплексный показатель – коэффициент формы (C_f). Целью работы является изучение географической дифференциации популяций ели с помощью кластерного анализа на основе показателей формы семенных чешуй и длины шишек (L_c) по величине евклидовой дистанции связи (Eucliden distances). Исследования проводились в западной части Тюменской обл., восточной части Свердловской обл. и восточной части Республики Коми. В пределах этой территории ель сибирская испытывает затухающее генетическое влияние ели европейской. Материалом для изучения послужили 20 популяционных выборок шишек, более или менее равномерно размещенных по исследованной территории.

Все популяционные выборки можно разделить на 2 больших кластера с условными обозначениями А (дистанция связи равна 14) и В (дистанция связи равна 36). В первый кластер входят популяции из окрестностей города Тюмени (Успенка, Янтык, Велижаны, Тобольск). У этих популяций оказались наименьшие значения показателя C_n (в среднем 60%), наибольшие значения показателя C_p (в среднем 44%) и наименьшие значения коэффициента формы семенных чешуй C_f (в среднем 137%). Среднее значение длины шишек равно 70 мм. Второй кластер разделяется на 2 меньших (кластера) с дистанцией связи, равной 23 (условно обозначен С) и 17 (условно обозначен D), в каждом из которых можно выделить еще более мелкие группы (C_1 , C_2 , D_1 , D_2). Кластер С включает в себя популяции, находящиеся на самом севере исследуемой территории (Полноват, Овгорт, Ямгорт, Лабитнанги, Печора). В этих популяциях значения C_n оказались наибольшими (в среднем 68

%), значения C_p - наименьшими (в среднем 39%). Коэффициент формы чешуй в среднем равен 175%. Длина шишек составляет около 60 мм. Кластер D объединяет популяции, располагающиеся в центральной, юго-восточной и северо-западной части изучаемой территории. Это самый большой и самый неоднородный кластер по составу популяций. По показателям формы семенных чешуй популяции, входящие в этот кластер, занимают промежуточное положение между кластерами A и C. Среднее значение коэффициента формы C_f равно 155, C_n – 62, C_p – 41%, L_c – 66 мм. При этом внутри данного кластера четко выделяются еще два кластера с дистанцией связи 9 (D_1) и 11 (D_2). В кластер D_1 входят популяции, расположенные в центральной части исследуемой территории (Ханты-Мансийск, Уват, Междуреченск, Куминский). Кластер D_2 объединяет популяции, неравномерно распределенные по изучаемой области. Так, часть из них расположена в юго-западной части Тюменской и восточной части Свердловской областей. Другая группа занимает северо-восточную часть Тюменской области и восточную часть Республики Коми. Как видно, популяции со сходными значениями признака располагаются мозаично и не образуют непрерывной изменчивости. Возможно, это связано с тем, что популяции на данной территории испытывают затухающее генетическое влияние ели европейской.

ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКИ УЛУЧШЕННОГО ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА

О.В. Зибцева

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, Киев,
Украина; E-mail: stplut@yandex.ru

TECHNOLOGY OF GROWING GENETICALLY IMPROVED FOREST PLANTING MATERIAL

O.V. Zibtseva

National University of Bio-resources and Environment, Kiev, Ukraine;
E-mail: stplut@yandex.ru

В 80-е гг. минувшего столетия Г.А. Игаунисом была предложена методика разработки технологии выращивания посадочного материала в закрытом грунте, которая предполагала получение результата на протяжении 3-х лет. На ее основе нами разрабатывалась технология выращивания генетически улучшенного посадочного материала сосны обыкновенной для Полесья и Лесостепи Украины. При этом использовался семенной материал клоновых семенных плантаций первого порядка. Технология выращивания генетически улучшенного посадочного материала, по нашему мнению, не имеет принципиальных отличий от технологии выращивания обычного. В то же время, ценность генетически улучшенных семян предполагает повышенное внимание к эффективности их использования. В данном случае должно четко выдерживаться требование экономии семян, агротехника выращивания должна быть направлена на достижение максимальной всхожести, сохранности и лучшего качества сеянцев. В идеале, из каждого высеянного семени к концу вегетации должен вырасти стандартный сеянец. Первым обязательным этапом на этом пути должно быть отделение жизнеспособных семян, чего можно достичь путем флотации в воде или различных растворах с последующим удалением всплывшей части.

Выращивать генетически улучшенный посадочный материал целесообразно в закрытом грунте, что обеспечивает гарантированно высокую всхожесть и отражается на качестве получаемого посадочного материала, позволяет вырастить стандартные сеянцы сосны за один вегетационный период, увеличить сохранность сеянцев в 2 раза, а эффективность использования семян – на 67%. Посев семян следует проводить в возможно ранние сроки, при достижении верхним 2-см слоем тепличного субстрата температуры 3⁰С. Оптимальной продолжительностью тепличного режима выращивания в регионе исследований оказались 100-120 дней с момента посева семян.

Определяющим качество посадочного материала фактором является густота его выращивания. Проведение прореживаний посевов в данном случае считаем недопустимым. Целесообразным считаем проведение точечных посевов семян с нормой высева 100 штук на погонный метр и расстоянием между строчками посевов 10-15 см. Данная схема посева позволяет получить к концу вегетации до 6-9 млн. сеянцев с 1 га полезной площади теплицы. В качестве субстрата в районе исследований, как и в других торфодифицитных районах, рекомендуем использовать верхний гумусированный горизонт лесной минеральной почвы из свежей субори, а использование торфа допустимо ограничить слоем в 1 см, закладываемым непосредственно в посевные строчки, куда производится высев семян с последующей заделкой таким же слоем. В качестве мульчирующего материала рекомендуется использовать свежие сосновые опилки, посев семян проводить на глубину 1 см.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ АРХИВА КЛОНОВ СОСНЫ КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ (*PINUS SIBIRICA* DU TOUR) В ЗАПАДНО-САЯНСКОМ ОЛХ

А.А. Ибе, И.В. Чубугина, Г.М. Лозицкая, И.П. Дыгало, Е.Н. Шапрун, В.В. Беляев
Российский центр защиты леса – Центр защиты леса Красноярского края,
Красноярск, Россия; E-mail: aaibis@mail.ru

EVALUATION OF SIBERIAN PINE CLONE ARCHIVE IN WEST SAYAN EXPERIMENTAL FORESTRY

A.A. Ibe, I.V. Chubugina, G.M. Lozitskaya, I.P. Dygalo, E.N. Shaprun, V.V. Belyaev
Russian Center of Forest Protection – Center of Forest Protection of Krasnoyarsk Territory,
Krasnoyarsk, Russia; E-mail: aaibis@mail.ru

Сосна кедровая сибирская (*Pinus sibirica* Du Tour.) – наиболее ценная лесообразующая древесная порода таежной зоны, занимающая важное место в экосистемах Сибири и России в целом. Леса с преобладанием кедра – это почти 40 млн. га или до 10% покрытой лесом площади России. Это во много раз больше, чем во всех остальных странах, вместе взятых. Кроме того, кедровые леса, бесспорно, самые сложные и продуктивные из сибирских и дальневосточных экосистем – национальное богатство и гордость России. Они имеют важное экономическое, экологическое и социальное значение.

Важнейшим этапом в развитии селекции и семеноводства сосны кедровой сибирской является создание архивов клонов уникальных генотипов плюсовых деревьев. Под архивом клонов понимают насаждения, создаваемые клонами (вегетативным потомством) плюсовых деревьев в целях сохранения их генотипов, изучения и оценки наследственных свойств по общим и специфическим комбинационным способностям сохранять в семенном потомстве ценные селектируемые признаки (свойства).

На питомнике Западно-Саянского опытного лесного хозяйства в 1995 – 2000 г.г. был заложен архив клонов плюсовых деревьев сосны кедровой сибирской на площади 12.73 га. Подготовка участка и обработка почвы под архив клонов проводились по системе черного пара. Посадочный материал – привитые саженцы (5-летние сеянцы + 1-2-летние саженцы). Схема посадки – прямоугольная с расстоянием между центрами площадок 8×6 метров, 208 посадочных мест на 1 га, по одному саженцу в посадочное место. Черенки были взяты с плюсовых деревьев сосны сибирской кедровой, произрастающих в Красноярском крае, республике Хакасии, Новосибирской и Томской областях.

В 2010 г. сотрудниками филиала ФГУ «Рослесозащита» «Центр защиты леса Красноярского края» была проведена работа по инвентаризации, оценке состояния данного архива (табл.), и отобраны образцы хвои с каждого дерева. В среднем по архиву сохранность деревьев составила $88.15 \pm 1.65\%$, за исключением четвертого блока, в котором отмечалось массовое поражение снежным шютте (*Phacidium infestans*). В настоящее время в отделе генетики и селекции ведется работа по генетической идентификации клонов и соответствующих плюсовых деревьев RAPD-методом анализа ДНК, в результате чего будет состав-

лена схема их фактического размещения. Полученные данные заносятся в единую систему генетической паспортизации лесосеменных объектов России.

Таблица. Результаты инвентаризации архива клонов сосны кедровой сибирской в Западно-Саянском ОЛХ

Показатели	№ блока (поля)				
	1	2	3	4	5
Год закладки	1995	1996 – 1997	1998– 1999	1999	2000
Площадь блока, га	4.25	3.03	1,33	1.8	2.32
Количество клонов	56	42	12	17	46
Количество привитых растений каждого клона, шт.	841	631	277	271	754
Сохранность, %	87.6	85.7	89.9	69.0	89.4

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ГОДИЧНОГО ПРИРОСТА ОСЕВОГО ПОБЕГА НА КЛОНОВОЙ ПЛАНТАЦИИ СОСНЫ

Ю.Ю. Иванова¹, Л.К. Трубина¹, В.В. Тараканов²

¹Сибирская государственная геодезическая академия, Новосибирск, Россия;
E-mail:lab.ite@snga.ru; ²Западно-Сибирский филиал Института леса
им. В.Н.Сукачева СО РАН, Новосибирск, Россия

VARIABILITY OF ANNUAL INCREMENTAL AXIAL GROWTH IN A CLONAL PINE PLANTATION

Yu.Yu. Ivanova¹, L.K. Trubina¹, V.V. Tarakanov²

¹Siberian State Academy of Geodesy, Novosibirsk, Russia; E-mail:lab.ite@snga.ru;
²West-Siberian Branch of V.N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Sciences,
Siberian Branch, Novosibirsk, Russia

Объектом исследования являлась клоновая плантация сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L., založenная в 1988 г. в Озерском лесничестве Алтайского края. Общая площадь участка 4,0 га, деревья размещены по схеме 6х8 м. К моменту экспериментов они достигли высоты от 8 до 10 м. Годичные приросты центральной оси определялись по материалам наземной стереофотосъемки [Трубина, Иванова, 2010]. Для контроля измерения выполнялись портативным лазерным дальномером и традиционно рулеткой. Динамика прироста анализируемых клонов (каждый клон имеет от 3 до 5 рамет) показана на рис.

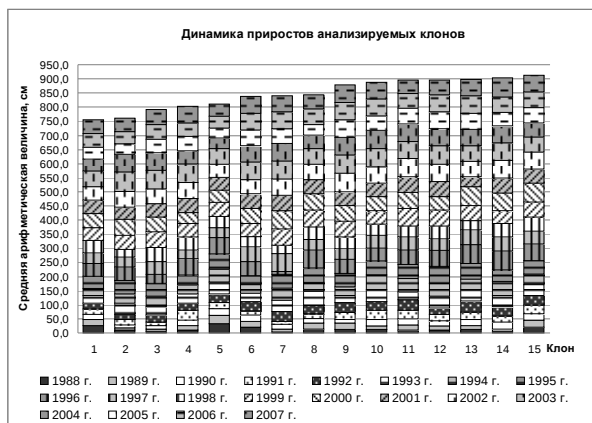


Рис. Динамика приростов анализируемых клонов

Кроме того, сформирована цифровая модель рельефа лесосеменной плантации и собраны сведения о метеорологических условиях вегетационного периода ряда лет (среднегодовая температура, среднегодовая сумма осадков, сумма температур выше 5°C и 10°C, гидротермический коэффициент). Анализ включал межклоновые различия по сумме длин однолетнего прироста текущего года, оценку связи интенсивности роста клонов с их расположением на рельефе и с метеорологическими условиями. Полученные результаты позволили выявить наиболее перспективные клоны.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №11-04-92226-Монг_a.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЛАНТАЦИОННОГО СЕМЕНОВОДСТВА ПО ДАННЫМ МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

С.И. Ивановская

Институт леса НАН Беларуси, Гомель, Беларусь; E-mail: isozyme@mail.ru

ASSESSMENT OF EFFICIENCY OF SEED PRODUCTION OF PLANTATIONS BASED ON MOLECULAR AND GENETIC ANALYSIS

S.I. Ivanovskaya

Institute of Forest, National Academy of Sciences of Belarus, Gomel, Belarus;

E-mail: isozyme@mail.ru

Одна из основных проблем лесовосстановления – совершенствование семеноводства на генетико-селекционной основе, что дает возможность сохранения и воспроизводства лесных генетических ресурсов и выращивания высокопродуктивных, устойчивых лесов. Для обеспечения лесовосстановления в республике создано большое количество объектов постоянной лесосеменной базы, лесосеменные плантации в Беларуси составляют более 2,0 тыс. га. Современная лесная селекция нуждается в новых подходах и методах, позволяющих оптимизировать процесс, направленный на получение устойчивых и высокопродуктивных насаждений. Молекулярно-генетические методы являются наиболее удобным инструментом для оценки генетических последствий реализации плантационного семеноводства. Сравнительный анализ показателей генетического разнообразия позволяет не только проанализировать состояние генетических ресурсов данного вида, но и получить интегральную оценку устойчивости будущих насаждений, поскольку, по мнению ряда авторов, величина гетерозиготности положительно коррелирует с устойчивостью.

Для оценки генетических параметров лесосеменных плантаций было проанализировано 19 ЛСП ели европейской и 21 ЛСП сосны обыкновенной, а также насаждения естественного происхождения для проведения сравнительного анализа. Исследования проводили на основе метода электрофоретического анализа изоферментов. Выявленные показатели доли полиморфных генов и числа аллелей на локус для плантаций и природных насаждений не имеют существенных различий. Что касается параметров наблюдаемой и ожидаемой (главного показателя определяющего уровень генетического потенциала) гетерозиготности, то на лесосеменных плантациях первого порядка и в естественных насаждениях они отличаются незначительно, в то время как показатели, выявленные для ЛСП второго порядка, достоверно превышают таковые как для насаждений естественного происхождения, так и для ЛСП первого порядка. Следует отметить, что при проведении исследований на архивно-маточной плантации сосны обыкновенной нами было выявлено, что лучшие плюсовые деревья, отобранные для дальнейшей селекционной работы, также превышают по показателям гетерозиготности деревья из природных насаждений. Таким образом, показатель гетерозиготности можно не только использовать в качестве критерия оценки генетического потенциала лесосеменной плантации, но и на его основе определять степень эффективности использования ЛСП в селекционном семеноводстве.

В целом, при проведении исследований установлено, что в ходе плюсовой селекции происходит генетический сдвиг в сторону улучшения генетических показателей. В

отличие от лесосеменных плантаций первого порядка, лесосеменные плантации второго порядка, заложенные вегетативным материалом от материнских деревьев, семенное потомство которых прошло проверку в испытательных культурах, статистически достоверно превосходят природные популяции по уровню генетической изменчивости. Однако такое превосходство выявлено не на всех лесосеменных плантациях второго порядка. Это связано с различными нарушениями, допущенными в ходе закладки и ухода за лесосеменными плантациями. Эти нарушения связаны также и с тем, что на архивно-маточных плантациях в ходе их закладки могут возникать отклонения от схем посадки, в результате чего черенки для создания ЛСП второго порядка реально заготавливаются не только с кандидатов в элиту, но и с деревьев, не прошедших предварительный отбор.

Все вышесказанное позволяет сделать вывод о том, что полноценного использования всех преимуществ селекционного семеноводства можно достичь, только внедрив генетический контроль на всех этапах селекционного процесса, что позволит исключить производственный брак во время проведения соответствующих мероприятий.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРОСАТЕЛЛИТНЫХ МАРКЕРОВ В ИЗУЧЕНИИ ГЕНОФОНДА ЕЛИ ФИНСКОЙ *PICEA X FENNICA* (REGEL) КОМ.

А.А. Ильинов, Л.В. Топчиева, Б.В. Раевский

Института леса Карельского НЦ РАН, Петрозаводск, Россия;

E-mail: ialexa33@yandex.ru

STUDY OF *PICEA X FENNICA* REGEL KOM. GENEPOOL USING SSR MARKERS

A.A. Ilynov, L.V. Topchieva, B.V. Raevsky

Forest Research Institute, Russian Academy of Sciences, Karelian Scientific Center,
Petrozavodsk, Russia

Территория Карелии входит в состав обширной зоны интрогрессивной гибридизации *Picea. abies* L. Karst и *P. obovata* Ledeb. Здесь преобладает, в основном, ель гибридная или финская *P. x fennica* (Regel) Kom. с примесью на севере и северо-востоке Карелии деревьев с признаками ели сибирской, а на юге и юго-западе - ели европейской. Кроме того, в Республике сохранились малонарушенные еловые массивы, минимально затронутые хозяйственной деятельностью человека. Изучение подобных объектов имеет фундаментальное значение, поскольку позволяет получить информацию о генетических процессах в нативных популяциях древесных растений.

Применение традиционных молекулярных методов, таких, как элетрофорез изоферментов, ограничено в связи с низким уровнем межпопуляционного генетического разнообразия этих видов. Проблему позволяет решить микросателлитный анализ, основанный на применении в качестве маркеров коротких повторяющихся последовательностей ДНК – микросателлитов (SSR, single sequence repeats). Среди преимуществ этого метода – относительная простота в использовании и высокая эффективность при выявлении различий в генетическом разнообразии на меж- и внутривидовом уровне.

Цель исследования – изучить особенности фенотипического и генетического разнообразия и генетической структуры нативных популяций ели финской в Карелии. Анализ фенотипической изменчивости малонарушенных популяций ели финской подтвердил выявленную ранее тенденцию – усиление влияния ели европейской от северокарельских ельников к южнокарельским. Обнаруженные особенности фенотипического разнообразия ели указывают на существенную роль процессов интрогрессивной гибридизации в дифференциации на фенотипическом уровне исследованных малонарушенных популяций ели финской.

Использование пяти микросателлитных локусов (UAPsTG25, UAPgAG105, UAPgAG150, UAPgAG150, EATC2C06 и EATC1C10) обнаружило своеобразие северокарельских популяций ели финской как по аллельному составу, так и по частотам встречае-

мости этих аллелей. Карельские популяции ели финской характеризуются довольно высоким уровнем генетического разнообразия ($H_o=0,152-0,300$; $H_e=0,221-0,323$; $P_{99\%}=60\%-100\%$), особенно по сравнению с данными, полученными ранее с помощью анализа изоферментов ($H_o=0,193$; $H_e=0,181$; $P_{99\%}=63,4\%$).

Анализ подразделенности показал высокие средние положительные значения показателей F -статистик Райта ($F_{is}=0,201$; $F_{it}=0,278$; $F_{st}=0,102$), свидетельствуя о значительном дефиците гетерозигот внутри малонарушенных популяций ели финской, а также об относительно высоком уровне внутривидовой подразделенности. Тем не менее, среднее значение F_{st} свидетельствует о том, что большая часть (около 90%) выявленного генетического разнообразия приходится на внутривидовую составляющую. Это подтверждается и результатами AMOVA анализа

Для количественной оценки уровня межвидовой дифференциации были рассчитаны генетические дистанции Ней. Северокарельские популяции ели финской характеризовались сравнительно высоким уровнем дифференциации ($D_n=0,010-0,194$). Наиболее генетически обособленной оказалась северокарельская популяция, представленная небольшой группой низкорослых растений из зоны горной тундры ($D_n=0,032-0,194$).

ГЕНЕТИКО-СЕЛЕКЦИОННЫЕ ОБЪЕКТЫ КЕДРА СИБИРСКОГО (*PINUS SIBIRICA* DU TOUR) В РЕСПУБЛИКЕ АЛТАЙ: СТРУКТУРА, СТРАТЕГИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Ю.Н. Ильичёв

Западно-Сибирский филиал ИЛ СО РАН, Новосибирск, Россия;

E-mail: ynil@mail.ru; tarhan8@mail.ru

GENETIC AND BREEDING OBJECTS OF *PINUS SIBIRICA* IN ALTAI REPUBLIC: STRUCTURE, STRATEGY OF IMPROVEMENT AND PRACTICAL USAGE

Yu.N. Ilyichev

West-Siberian Branch of V.N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Sciences,
Siberian Branch, Novosibirsk, Russia; E-mail: ynil@mail.ru; tarhan8@mail.ru

Кедр сибирский является одной из основных лесообразующих пород Горного Алтая. По данным учёта лесного фонда на 01.01.2003 г., в Республике Алтай площадь кедровых лесов составляет 1048,1 тыс. га или 29,7% от покрытой лесом площади. Большинство исследователей, изучавших кедровые леса Сибири [Поварнин, 1944; Иванова, 1958; Петров, 1961, 1982; Некрасова, 1972; Таланцев и др. 1978; Крылов и др., 1983; Крылов, Шмонов, 1985; Данченко, Бех, 2010; и др.] считают кедр, обладающий высококачественной древесиной, живицей, съедобными семенами, наиболее ценной лесообразующей породой Сибири.

Плановые работы по сохранению ценного генофонда кедра, как и других лесообразующих пород, в Республике Алтай начались с 1977 г., после появления в 1971 г. приказа Гослесхоза № 34 «Об организации постоянной лесосеменной базы на селекционной основе и улучшении лесосеменного дела в стране» При консервации генетических ресурсов использовались 2 основных направления: *in situ* – сохранение генофонда в природных местообитаниях; *ex situ* – консервация генофонда вне природных местообитаний [Указания, 2000]. К началу работ (на конец 1976 г.) лесосеменная база кедра включала: ПЛСУ – 137 га, плюсовых насаждений – 35 га, плюсовых деревьев – 20 шт. Современное состояние структуры генетико-селекционных объектов кедра показано в таблице.

Как видно из таблицы, в Республике Алтай по кедру, кроме испытательных культур, представлены все виды объектов по сохранению генофонда. К сожалению, анализ материалов инвентаризации 2010 г. показал наличие отклонений в заложенных объектах кедра от предъявляемых к ним требований. В основном они проявляются: в наличии на

Таблица. Структура генетико-селекционных объектов кедров сибирского
в Республике Алтай на 01.01.2011 г.

Лесосеменные плантации (ЛСП)			Архивы клонов			Плюсовые деревья			Плю со вые наса жде ния, га	Посто- янные лесосе- менные участки (ПЛСУ) га	Лес ные гене- тиче- ские резер ва ты, га	
уча ст ков, шт.	фак ти- чес- кая пл., га	атте- сто- ван- ных га	уча стк овш т.	Фак ти- чес- кая пл., га	атте- сто- ван- ных га	все го, шт.	в т.ч.					
							У	См				П.б.
27	60.93	28.53	9	13.7	13.7	322	180	128	14	77.8	569.7	495.4

Примечание: У – по урожайности семян; См – по смолопродуктивности;
П.б. – по продуктивности биомассы.

ЛСП и архивах клонов не привитых деревьев; деревьев неизвестного происхождения; деревьев без бирок; пустых мест из-за отпада прививок. Из-за недостатка прививок в первые 5 лет закладывались "комплексные" ЛСП, с участием в них прививок с разными селектируемыми признаками и др. Поэтому первоочередной задачей на данных объектах кедров является идентификация рамет неизвестного происхождения, установление их родословной. Другое необходимое направление - это ремонт плантаций и архивов клонов с параллельным изучением и выделением в них лучших по селектируемым признакам рамет. В связи с увеличением на ЛСП представительства клонов до 50 шт. возникает вопрос об увеличении численности плюсовых деревьев, закладке испытательных культур с перспективой создания ЛСП второго порядка.

МЕЖВИДОВАЯ И МЕЖСЕКЦИОННАЯ ГИБРИДИЗАЦИЯ В РОДЕ *BETULA*: РОСТ, МОРФОЛОГИЯ И ПРИЖИВАЕМОСТЬ ГИБРИДОВ

И.Ю. Исаков

Воронежская государственная лесотехническая академия, Воронеж, Россия;
E-mail: labgen@vglta.vrn.ru

INTERSPECIFIC AND INTERSECTION HYBRIDIZATION IN GENUS *BETULA*: GROWTH, MORPHOLOGY AND SURVIVAL OF HYBRIDS

I.Yu. Isakov

Voronezh State Academy of Forestry Engineering, Voronezh, Russia;
E-mail: labgen@vglta.vrn.ru

Целью настоящего исследования было изучение особенностей роста в высоту гибридов между местными видами берёз (*Betula pendula* Roth и *Betula pubescens* Ehrh.), используемых в качестве материнских форм, и относящихся к секции *Albae* с некоторыми интродуцированными в Центрально-Чернозёмный регион видами – донорами пыльцы *B. albos-sinensis* Burk.(берёза бело-китайская), *B. mandshurica* Rgl. (б. манчжурская), *B. papyrifera* Marsh. (б. бумажная), *B. lenta* L. (б. вишневая) – два последних произрастают на территории Ботанического сада Воронежского государственного университета им. проф. Б.М. Козо – Полянского. *B. lenta* является представителем другой секции – *Costatae*. Также в задачи эксперимента входило изучение возможности интрогрессивной гибридизации.

Гибридизация между местными видами берёз с интродуцированными в ЦЧО видами, где первые использовались в качестве материнских растений, показала возможность получения межвидовых гибридов. По признаку роста в высоту выявлена неоднозначная реакция как со стороны материнских растений, так и со стороны интродуцентов, используемых в качестве отцовских. В вариантах скрещивания, где материнским деревом служи-

ла б. пушистая (тетраплоидный вид) более продуктивным оказалось семенное потомство, опылявшееся пыльцой б. вишневой (диплоидный вид) и б. манчжурской (тетраплоидный вид). В случае с диплоидным состоянием материнского дерева (б. повислая) отмечена преобладающая общая комбинационная способность (хорошо скрещивается с видами, варьирующими по числу плоидности) – от диплоидного до гексаплоидного. Семьи, полученные в результате гибридизации, характеризуются, как правило, обратной пропорциональной зависимостью между величиной роста в высоту и значением её коэффициента изменчивости. Худшим ростом отмечены все гибридные семьи, где была использована пыльца берёзы бумажной. Наличие гибридов, полученных искусственным путём, а также морфологический анализ листовых пластинок гибридов могут служить подтверждением факта интрогрессивной гибридизации в роде *Betula*.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЛИНЕЙНОГО ПРИРОСТА СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В ОНТОГЕНЕЗЕ: ПРОЯВЛЕНИЕ В ПОПУЛЯЦИЯХ, СЕМЬЯХ И КЛОНАХ

Ю.Н. Исаков

Научно-исследовательский институт лесной генетики и селекции, Воронеж,
Россия; E-mail: isakov@vmail.ru

VARIABILITY OF LINEAR GROWTH OF SCOTS PINE IN ONTOGENESIS: DEVELOPMENT IN POPULATIONS, FAMILIES AND CLONES

Yu.N. Isakov

Scientific Research Institute of Forest Genetics and Breeding, Voronezh, Russia;
E-mail: isakov@vmail.ru

В последнее время сформировалось представление о новом эпигенетическом компоненте фенотипической изменчивости. Эпигенетика – ветвь биологии, изучающая причинные взаимодействия между генами и их продуктами, образующими фенотип [Уоддингтон, 1953]. Это привело к расширению объёма понятия «наследственность», за счёт включения в неё, кроме структурной, также и функциональной преемственности между поколениями. Поэтому процесс индивидуального развития должен входить в качестве одной из составляющих при изучении эпигенетического наследования [Малецкий, 2009]. В разрабатываемой в настоящее время эпигенетической теории эволюции единицей изменчивости считается наследуемая изменчивость онтогенезов особей в популяциях [Шишкин, 1988]. Эпигенетика является следующим этапом в развитии генетики, осуществляющей переход от изучения наследования признаков к познанию наследования функций – физиолого-генетических систем [Драгавцев, 2003].

Целью работы является изучение проявления эпигенетической изменчивости в популяциях, клонах и семьях. Предметом изучения служит внутрииндивидуальная феногенетическая изменчивость сосны обыкновенной. Единицей анализа выбран линейный (осевой) прирост, который у сосны имеет строго фиксированную по годам метамерно-возрастную изменчивость. В качестве объектов используются объекты постоянной лесосеменной базы сосны обыкновенной. Разработан подход, который позволил «встроить» внутрииндивидуальную (феногенетическую) изменчивость в надиндивидуальную (популяционную) изменчивость линейного прироста, что позволяет изучать эпигенетический ландшафт популяции - популяционный онтогенез [Васильев, 2010]. Подход основан на использовании теории эколого-генетического контроля количественных признаков растений, согласно которой «понять природу развития сложного признака продуктивности можно только изучая единую систему, состоящую как из продуктов генов, так и конкретной динамики лим-факторов среды» [Кочерина, Драгавцев, 2008]. При этом использовали многомерный корреляционный «S» анализ, позволяющий выявлять группы объектов со сходным типом изменений во времени [Жуковская, Мучник, 1976].

Свёртывание информации проводили по оригинальной методике, с помощью которой деревья были классифицированы на группы с синхронным и асинхронным развитием линейного прироста по степени подобия их динамик роста [Исаков, 1999]. Фенотип отдельного (корнесобственного) дерева представляет собой только один из потенциально возможных путей реализации генотипа в ходе развития. Оценка генотипа как разнообразия формирующегося на его базе фенотипов, проведена в клонах с использованием понятия гомеореца [Уоддингтон, 1970]. Выявлена специфика наследования эпигенетической изменчивости линейного прироста в потомстве от свободного опыления. Показана перспективность динамического определения фенотипа, оно может быть использовано при изучении генетического разнообразия, отбора ценных эпигенотипов, подбора перспективных пар при гибридизации для получения эффекта гетерозиса и при проведении других генетико-селекционных мероприятий у сосны обыкновенной.

ВЛИЯНИЕ САМООПЫЛЕНИЯ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ НА ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПРИЗНАКОВ ПОТОМСТВА

**Ю.Н. Исаков¹, В.В. Иевлев¹, В.Л. Семериков², А.Е. Самсонова¹,
О.С. Машкина¹, Н.М. Соустова¹, И.Ю. Исаков³**

¹Научно-исследовательский институт лесной генетики и селекции, Воронеж, Россия;
E-mail: isakov@vmail.ru; ²Институт экологии животных и растений УрО РАН,
Екатеринбург, Россия; ³Воронежская государственная лесотехническая академия,
Воронеж, Россия

THE EFFECT OF SELF-POLLINATION OF SCOTS PINE ON VARIABILITY OF PROGENY TRAITS

**Yu.N. Isakov¹, V.V. Ievlev¹, V.L. Semerikov², A.E. Samsonova¹,
O.S. Mashkina¹, N.M. Soustova¹, I.Yu. Isakov³**

¹Scientific Research Institute of Forest Genetics and Breeding, Voronezh, Russia;
E-mail: isakov@vmail.ru; ²Institute of Plant and Animal Ecology, Russian Academy
of Sciences, Ural Branch, Ekaterinburg, Russia; ³Voronezh State Academy of Forestry
Engineering, Voronezh, Russia

Одним из важнейших факторов в формировании генетической структуры популяции и в планировании селекционных программ являются особенности репродуктивной системы вида, к которым относится и тип системы семенного размножения. Целью исследования является изучение генетических особенностей системы семенного размножения во временной динамике с использованием комплекса методов.

В качестве «инструмента» для выявления типа системы семенного размножения отдельных деревьев (перекрёстники или самоопылители?) использовали инбридинг. Он дифференцирует деревья на разные группы по уровню самофертильности. Для оценки уровня самофертильности был введён коэффициент самофертильности (Ксф), отражающий относительную устойчивость признака «процент полнозернистости семян» через его отношение при само- и свободном опылении. Между уровнем самофертильности дерева и величиной инбредной депрессии роста его потомства выявлена достоверная отрицательная связь, что обосновывает использование Ксф у сосны обыкновенной в качестве генотипического маркера разнообразия сосны обыкновенной по типам систем семенного размножения в средние по метеоусловиям (а не в стрессовые) годы. Распределение деревьев по Ксф имеет двухгрупповую структуру. В первой, большой группе, модальное значение Ксф = 0,13 приходится на класс самостерильных деревьев (сс), т.е. группа представлена перекрёстниками, а во второй, маленькой группе, модальное значение Ксф = 0,90, что соответствует классу высокосамофертильных деревьев (всф) – потенциальным самоопылителям. Выявлена достоверная связь между Ксф и индивидуальной гетерозиготностью по отдельным локусам аллозимов хвои. Вместо ожидавшегося повышенного уровня гомози-

готности у всф деревьев, наоборот, установлен самый высокий уровень гетерозиготности. Именно в этой группе у отдельных деревьев выявлено достоверное отклонение от ожидаемой 1:1 сегрегации аллелей при изучении эндоспермов, что, возможно, связано с явлением остаточной гетерозиготности.

Использование самоопыления и других способов опыления позволило установить наследование потомством: а) характера и типов нарушения мейотического процесса при микроспорогенезе материнских деревьев; б) уровня индивидуальной гетерозиготности материнских деревьев по аллелимам хвои; в) хода роста групп материнских деревьев с разным уровнем самофертильности; г) интенсивности каллусогенеза в культуре *in vitro*; д) содержания монотерпенов в эфирном масле хвои и др. Изучена зависимость между уровнем индивидуальной гетерозиготности, средней высотой потомства и его дисперсией у сс и всф форм сосны. Выявлено, что в семьях среднегетерозиготные особи обладают более высокими значениями признака (у сс-форм – при свободном опылении, а у всф-форм – при самоопылении) и минимальной дисперсией, т.е. они являются наиболее адаптивными. При само- и свободном опылении наибольшее генетическое разнообразие потомства по изменчивости монотерпенов эфирного масла хвои было у групп деревьев с небольшим (1-2) и большим (6-7) числом гетерозиготных локусов. Деревья со средним числом локусов (3-4) были более толерантны к смене способа опыления. Результаты исследований нацеливают на дифференцированное использование деревьев с разным типом семенного размножения в генетическом анализе и в разных селекционных программах. Для этого отобраны перспективные генетические модели сосны обыкновенной, как всф (245-3, 266-4, 92-1, ВГЗ -16 и др.), так и сс-формы (С-12, 346-1, 217-2, 217-6 и др.).

СОХРАНЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ В ЛЕСНЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕЗЕРВАТАХ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

С.А. Кабанова¹, Т.Н. Стихарева¹, М.А. Данченко²

¹Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства, Щучинск, Казахстан;

²Томский государственный университет, Томск, Россия; E-mail: mtd2005@sibmail.com

CONSERVATION OF BIODIVERSITY IN FOREST GENETIC RESERVES OF NORTHERN KAZAKHSTAN

S.A. Kabanova¹, T.N. Stihareva¹, M.A. Danchenko²

¹Kazakh Scientific Research Forestry Institute, Schuchinsk, Kazakhstan; ²Tomsk State University, Tomsk, Russia; E-mail: mtd2005@sibmail.com

На основе проведенного мониторинга насаждений лесного генетического резервата (ЛГР) березы в ГНПП «Бурабай» Акмолинской области была дана селекционная оценка 156 деревьям березы пушистой и 15 – березы повислой, дифференцированных по форме коры. В результате дисперсионного анализа роста деревьев определено, что формы березы различий в росте не имеют ($F_{ф}=2,0 < F_{0,5}=5,0$), что позволяет проводить сравнительный анализ без учета видовой принадлежности. Высота различных форм березы различается незначительно, только белокорая форма отстает от остальных в среднем на 1 м. Степень изменчивости интенсивности роста в высоту имеет средний уровень (12 – 14 %), причем наибольшая изменчивость наблюдается у волнистокорой формы.

Изменение роста по диаметру берез различных форм подчинено той же закономерности, что и по высоте. Серотрещиноватая форма превышает по диаметру ствола другие формы, а различие между деревьями с серотрещиноватой корой и белокорыми существенно ($t = 3,48$). Коэффициент вариации колеблется на повышенном уровне.

Значительно варьирует протяженность бессучковой зоны, у волнистокорой формы она достигает очень высокого значения (57 %). Протяженность кроны по стволу имеет средний уровень вариации. Деревья с серотрещиноватой корой имеют более раскидистую

крону, белокорые формы – компактную. Качество ствола у всех форм березы низкое и характеризуется средней и сильной искривленностью.

При изучении лесных генетических резерватов сосны и березы в ГНПП «Бурабай» выявлено, что наибольшую площадь занимают спелые и перестойные насаждения. Естественного возобновления в достаточном количестве в резерватах не наблюдается. Для определения оптимального содействия естественному возобновлению насаждений был заложен опыт минерализации почвы двумя способами – плужными бороздами, выполненными плугом ПЛН-3-75 и бульдозерные площадки. Опыт выполнялся с подсевом и без посева семян. Всхожесть семян сосны составила 87%. В начале лета на бульдозерных площадках без посева семян наблюдалось в среднем 15 всходов на площадку, что составляло 37500 шт/га. В бульдозерных площадках, где были посеяны семена сосны, количество всходов составило в среднем 429 штук, или 1072500 шт/га. В плужных бороздах количество всходов было значительно ниже – 22 шт/пог. м. Без посева семян всходы очень редкие – 8 шт/пог. м. В осенний период количество всходов сосны уменьшилось практически на 50% в бульдозерных площадках, в плужных бороздах с посевом и без посева соответственно – на 79 и 68%.

Аналогичный опыт был заложен в лесном генетическом резервате березы. В год посева наблюдалась весьма низкая всхожесть семян березы (55%). Среднее количество всходов было больше на бульдозерных площадках. Следовательно, для содействия естественному возобновлению можно рекомендовать подготавливать бульдозерные площадки. В ЛГР сосны проведены наблюдения за живым напочвенным покровом. Травостой представлен коротконожкой-костяничным сообществом с общим проективным покрытием 50-60%. Выявлена популяция башмачка настоящего (*Cypripedium calceolus* L.), который отнесен к категории редких видов. Высота растений в пределах 27-40 см (9 экземпляров).

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ И ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА НАСАЖДЕНИЙ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО БЕЛАРУСИ

Д.И. Каган

Институт леса НАН Беларуси, Гомель, Беларусь; E-mail: quercus-belarus@mail.ru

THE GENETIC AND SPATIAL STRUCTURES OF PEDUNCULATE OAK STANDS IN BELARUS

D.I. Kahan

Institute of Forest, National Academy of Sciences of Belarus, Gomel, Belarus;

E-mail: quercus-belarus@mail.ru

Популяционно-генетическое изучение лесообразующих древесных растений представляет собой теоретическое обоснование селекционных работ по сохранению, улучшению и воспроизводству генетического потенциала видов в тех или иных регионах. Генетическая структура популяций вида формируется в течение длительного биологического времени (многих поколений) под влиянием естественного отбора, который направлен на сохранение генотипов, наиболее приспособленных к определенным лесорастительным условиям. Учет такой структурной организации при планировании и проведении лесовосстановительных мероприятий позволяет не только создавать высокопродуктивные и устойчивые в соответствующих условиях произрастания насаждения, но и обеспечивает сохранение генофондов лесообразующих древесных растений.

Генетическую структуру пойменных и суходольных насаждений дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) Беларуси изучали методом изоферментного анализа. В двух регионах Беларуси, географически удаленных друг от друга, исследовано шесть популяций с использованием 9 ген-ферментных систем, которые кодируются 13 локусами. В каждом регионе произрастали две пойменные и одна суходольная дубрава, расстояние между которыми составляло 20–30 км. Для описания генетической структуры и степени подразде-

ленности популяций *Q. robur* использовали показатели F-статистик Райта и G-статистик Неи; количественную оценку степени генетических различий между насаждениями проводили на основании коэффициентов генетической дистанции Неи (D_N). В суходольных насаждениях выявлен избыток гетерозигот ($F_{IS} = -0.029$) и низкий уровень подразделенности между популяциями данного типа; в пойменных – недостаток гетерозигот ($F_{IS} = 0.049$) и высокий уровень подразделенности. В формировании таких различий возможно участие естественного отбора. Наиболее вероятно, что в пойменных условиях произрастания отбор направлен на сохранение форм, максимально устойчивых к одному доминирующему фактору (затоплению), в то время как в суходольных – на сохранение форм, устойчивых к разнообразным факторам без выделения главенствующего. Дендрограмма, построенная на основе генетических расстояний Неи, показала, что популяции, произрастающие в условиях поймы, сформировали один кластер, а популяции, произрастающие в условиях суходола, – другой (вне зависимости от географической удаленности насаждений друг от друга). Результаты исследования свидетельствуют, что в ходе микроэволюционного процесса под влиянием гетерогенной среды обитания в суходольных и пойменных насаждениях *Q. robur* формируется специфичная генетическая структура, адаптированная к соответствующим условиям произрастания. Это необходимо учитывать при организации и использовании объектов постоянной лесосеменной базы дуба черешчатого для лесовосстановления и лесоразведения.

По мнению ряда авторов, популяции растительных организмов могут быть подразделены на субпопуляции (семьи). В значительной степени это может быть характерно для дуба черешчатого, так как его плоды – крупные и достаточно тяжелые, – обычно падают на землю и прорастают возле материнских деревьев. На основании проведенного микросателлитного анализа хлоропластной ДНК *Q. robur* по шести локусам и изучения территориального распределения деревьев с различными диаметрами стволов относительно друг друга установлено, что естественные насаждения дуба черешчатого характеризуются пространственной структурированностью генотипов по семейственному типу. Таким образом, для насаждений дуба черешчатого свойственна сложная популяционно-генетическая и пространственная структура, что необходимо учитывать при разработке и оптимизации программ селекции, семеноводства и сохранения генофонда данного вида.

ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ ОБЪЕКТОВ ЕДИНОГО ГЕНЕТИКО-СЕЛЕКЦИОННОГО КОМПЛЕКСА СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В АЛТАЙСКОМ КРАЕ

Л.И. Кальченко, А.Я. Бондарев, Г.А. Галецкая

Российский центр защиты леса – Центр защиты леса Алтайского края, Барнаул, Россия; E-mail: altay-lss@yandex.ru

THE HISTORY OF THE UNITED GENETICS AND BREEDING COMPLEX (UGBC) OBJECTS IN ALTAI REGION

L.I. Kalchenko, A.Ya. Bondarev, G.A. Galetskaya

Russian Center of Forest Protection – Center of Forest Protection of Altai Territory, Barnaul, Russia; E-mail: altay-lss@yandex.ru

В Алтайском крае первое место среди древесных пород по площади насаждений и по запасу древесины занимает сосна обыкновенная *Pinus sylvestris* L. К 60-70-м гг. 20 века сосновые леса в крае оказались существенно истощенными. Появился риск утраты ценной части генофонда и снижения по этой причине продуктивности и устойчивости насаждений данной породы. Настоящая работа посвящена истории создания и формирования объектов ЕГСК сосны обыкновенной. 1977 г. считается годом начала создания селекционно-семеноводческих объектов в Алтайском крае. На базе Озерского опытно-показательного леспромхоза была организована производственная лесосеменная станция,

разработаны и воплощались государственные программы по созданию объектов единого генетико-селекционного комплекса.

Научно-методическое обоснование и курирование работ были возложены на Новосибирскую лабораторию НИИ лесной генетики и селекции. После разработки лесосеменного районирования [1982] работы по созданию единого генетико-селекционного комплекса начали осуществляться в строгом соответствии с этим документом. С учетом особенностей комплекса природных и лесохозяйственного районирования в крае было выделено 3 лесосеменных района - Алтайский низкогорный (70); Прииртышско-Кулундинский (82) и Верхне-Обский (69); лесосеменные районы, в свою очередь, подразделены на более однородные подрайоны [Лесосеменное районирование..., 1982]. Все работы по созданию ЕГСК проводят с учетом выделенных учеными лесосеменных районов. Отбор деревьев сосны осуществлялся преимущественно на повышение продуктивности и качества стволовой древесины. Наибольшее промышленное значение имеют высокопродуктивные насаждения сосны Верхнеобского лесосеменного района, средний класс бонитета которых составлял 1,7. По этой причине сосна данного района была выбрана в качестве основного объекта селекции на общую продуктивность.

Перечислим основные программы по созданию ЕГСК сосны в Алтайском крае: 1) программа селекции хвойных на период 1975-1997 гг.; 2) программа селекции хвойных на период 1998-2005 гг.; 3) федеральная программа «О финансировании лесного селекционного семеноводства» на период 2005 -2010 гг.

Большой вклад в отбор и создание ЕГСК Алтайского края внесли: основные кураторы: с 1985 г. к.с.х.н. В.Е. Кулаков, в 1986 г. кураторами стали д.б.н. В.М. Урусов, к.с.х.н. В.П. Демиденко и к.с.х.н. Ю.Н. Ильичев. Эти специалисты отобрали первые плюс-деревья и почти все плюс-насаждения и генрезерваты. С 1987 г. по настоящее время это направление по Алтайскому краю курирует д.с.х.н. В.В. Тараканов. Наибольший вклад в создание и сохранение объектов ЕГСК внесли сотрудники лесосеменной производственной станции: В.П. Автономов, Н.В. Рощупкина, С.В. Киричук и Г.П. Губанова. Большой вклад в развитие программ и сохранение объектов ЕГСК внес бывший начальник управления лесами д.с.х.н. Я.Н. Ишутин, являющийся сейчас зам. губернатора Алтайского края.

СОСТОЯНИЕ И ДИНАМИКА ОБЪЕКТОВ ЕГСК ХВОЙНЫХ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ВИДОВ В РЕСПУБЛИКЕ АЛТАЙ

Л.И. Кальченко¹, А.Я. Бондарев¹, Ю.Н. Ильичёв²

¹Российский центр защиты леса – Центр защиты леса Алтайского края, Барнаул, Россия; E-mail: altay-lss@yandex.ru; ²Западно-Сибирский филиал ИЛ СО РАН, Новосибирск, Россия; E-mail: tarhan8@mail.ru

CONDITIONS AND DYNAMICS OF OBJECTS OF THE UNITED GENETICS AND BREEDING COMPLEX (UGBC) OF CONIFER FOREST-FORMING TREE SPECIES IN ALTAI REPUBLIC

L.I. Kalchenko¹, A.Ya. Bondarev¹, Yu.N. Ilyichev²

¹Russian Center of Forest Protection – Center of Forest Protection of Altai Territory, Barnaul, Russia; E-mail: altay-lss@yandex.ru; ²West-Siberian Branch of V.N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch, Novosibirsk, Russia; E-mail: tarhan8@mail.ru

Хозяйственная деятельность в лесу, связанная с изъятием древесины, частично разрушает лес и ведет к изменению (некоторой потере) генетических ресурсов. Основными причинами, вызывающими обеднение генофонда лесов, являются: концентрированные рубки наиболее продуктивных и ценных древостоев, пожары, вынужденные сплошные рубки после стихийных бедствий. Поэтому для сохранения генетического потенциала лесов в стране было утверждено «Положение о выделении и

сохранении генетического фонда древесных пород в лесах СССР» [1982]. Позднее, с учётом появившихся достижений в сохранении генофонда лесных пород, документ переработан и представлен как «Положение о выделении и сохранении генофонда лесных древесных пород в лесах России» [1997].

В Лесном фонде Республики Алтай наиболее распространёнными являются ценные породы – лиственница сибирская и кедр сибирский. По разным источникам, доля лиственницы и кедров составляет соответственно 31-36% и 28-31% от покрытой лесом площади [Парамонов, 1979; Учёт лесного фонда Респ. Алтай, 2003; и др.]. Промышленные лесозаготовки в горах Алтая начались с 50-х годов 20 в. До 1961 г. объёмы рубок кедров не ограничивались, а определялись мощностью леспромпхозов [Сычёв, 1979; и др.]. В последующие годы объём заготовок резко возрос, ежегодно вырубалось 5,5-6,5 тыс. га лучших кедровников, оказавшихся в сырьевых базах лесозаготовителей, что сопровождалось потерей ценных генотипов и генных комплексов.

Работы по сохранению и консервации ценного генофонда древесных пород в Республике Алтай начались в 1970-1975 гг., после того, как появилась программа создания постоянной лесосеменной базы (ПЛСБ) на селекционной основе [Воробьёв, 1974]. По состоянию на 01.01.2011 г. в составе ЕГСК числится: плюсовых деревьев – 540 шт.; плюсовых насаждений – 107,7 га; лесных генетических резерватов – 710,1 га; лесосеменных плантаций – 69,53 га; архивов клонов – 13,7 га; постоянных лесосеменных участков – 621,13 га. Необходимо отметить, что численность объектов единого генетико-селекционного комплекса (ЕГСК) постоянно меняется от учёта к учёту. Связано это с естественным старением таких объектов, как плюсовые деревья, плюсовые насаждения, отобранных около 30 лет назад и требующих частичной замены, повреждением ветровалами, несоответствием части объектов, отобранных на начальном этапе, предъявляемым требованиям и последующим их списанием или переводом в другие категории. Изложенное выше указывает на необходимость проведения работ, направленных на улучшение качественных показателей и расширение площади объектов ЕГСК. Аналогичное состояние отмечено и в целом по России [Проказин, 2008].

ЭКОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ОПТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ХВОИ СОСНЫ

**Е.В. Канаш¹, Ю.А. Осипов¹, В.А. Драгавцев¹, В.В. Тараканов²,
Л.И. Кальченко³, Т.В. Кузьмина³**

¹Агрофизический Институт РАСХН, Санкт-Петербург, Россия;
E-mail: ykanash@yandex.ru; ²Западно-Сибирский филиал Института леса СО РАН,
Новосибирск, Россия; E-mail: vvtarh@yandex.ru; ³Российский центр защиты леса
– Центр защиты леса Алтайского края, Барнаул, Россия; E-mail: altay-lss@yandex.ru

ECOLOGICAL GENETIC VARIABILITY OF OPTICAL CHARACTERISTICS OF PINE NEEDLES

**E.V. Kanash¹, Yu.A. Osipov¹, V.A. Dragavtsev¹, V.V. Tarakanov²,
L.I. Kalchenko³, T.V. Kuzmina³**

¹Agrophysical Research Institute, Russian Academy of Agricultural Sciences, St. Petersburg,
Russia; E-mail: ykanash@yandex.ru; ²West-Siberian Branch of V.N. Sukachev Institute of For-
est, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch, Novosibirsk, Russia; E-mail:
vvtarh@yandex.ru; ³Russian Center of Forest Protection – Center of Forest Protection of Altai
Territory, Barnaul, Russia; E-mail: altay-lss@yandex.ru

Одним из перспективных направлений селекции древесных видов, адаптированных к условиям, сложившимся в результате глобального потепления, является идентификация и отбор устойчивых и быстрорастущих в этих условиях генотипов [Драгавцев, 2007]. Для достижения этой цели может применяться оценка генотипов по показателям активности

фотосинтетического аппарата. В Агрофизическом НИИ РАСХН разрабатываются оптические, не разрушающие ткани растений, контактные и дистанционные методы диагностики состояния популяций растений. Важной составляющей этих методов является набор критериев для оценки состояния индивидуальных генотипов растений и фитоценозов в целом. С помощью спектроскопии отраженной от поверхности листа радиации видимого и ближнего инфракрасного диапазона уже сейчас можно определить емкость (способность поглощать солнечный свет) фотосинтетического аппарата растений и эффективность превращения энергии света в химическую энергию в фотохимических процессах фотосинтеза [Канаш и др., 2008]. Анализируя спектральные характеристики листьев и рассчитывая различные коэффициенты отражения (индексы), можно оценить содержание фотосинтетических пигментов (хлорофиллы и каротиноиды) и других соединений (антоцианы, флавонолы), и уловить изменение активности фотосинтетического аппарата, угнетения или адаптации растений в ответ на стрессовое воздействие среды обитания, например, действие УФ-В радиации, дефицит минерального питания или воды.

Мы применили оптические критерии для характеристики и оценки состояния сосны обыкновенной с целью выявления быстрорастущих генотипов, характеризующихся повышенной интенсивностью и эффективностью фотосинтетического аппарата. Исследования проведены на выборке 33 рамет 11 клонов сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L. Возраст плантации на момент исследований - 20 лет. Для регистрации спектральных характеристик хвои применяли спектрометрическую систему фирмы Ocean Optics (США), с программным обеспечением SpectraSuite, что позволяет измерить спектры отражения в диапазоне 400-1100 нм с шагом 0,3 нм. На основе этих данных были оценены различные индексы: ChlRI, отражающий содержание хлорофилла, приходящееся на единицу поверхности листа; SIPI, характеризующий отношение каротиноиды/хлорофилл; PRI_{мод}, регистрирующий изменение состава и превращение пигментов ксантофиллового цикла, сопровождающееся выделением тепла; ARI_{мод} и FRI_{мод}, отражающие содержание различных фенольных соединений; R₈₀₀ - показатель структуры листа, главным образом, размеров межклеточного пространства и отношения площади поверхности мезофилла к площади листа.

Полученные результаты были обработаны с помощью методов расчета общей и специфической адаптивных способностей [Кильчевский, Хотылева, 1989], считающих перспективным направлением адаптивной селекции отбор генотипов по величине общей адаптивной способности с учетом стабильности (s_{gi}) этого свойства. Выборка изученных клонов была дифференцирована по данному показателю (для года исследования) на высоко-, средне-, и низко-адаптивные. Для каждого из оптических показателей рассчитаны коэффициенты наследуемости в широком смысле слова и меж- и внутриклоновые корреляции этих показателей с другими количественными признаками. Отмечена перспективность использования оптических характеристик хвои для создания будущих технологий быстрой идентификации генотипов сосен по их фенотипам.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №11-04-92226-Монг_a и интеграционного проекта СО РАН №53.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКОГО МЕТОДА НА ОСНОВЕ ПЦР ДЛЯ ФОРМОСПЕЦИФИЧНОГО АНАЛИЗА ДУБА (*QUERCUS ROBUR*)

К.А. Карпеченко, В.А. Семёнова, О.А. Землянучина, Н.А. Карпеченко

Научно-исследовательский институт лесной генетики и селекции, Воронеж,
Россия; E-mail: nikitakarpechenko@rambler.ru

PCR BASED MOLECULAR GENETIC METHOD FOR ANALYSIS OF SPECIFIC FORMS OF OAK (*QUERCUS ROBUR*)

K.A. Karpechenko, V.A. Semenova, O.A. Zemlyanuchina, N.A. Karpechenko

Scientific Research Institute of Forest Genetics and Breeding, Voronezh, Russia;
E-mail: nikitakarpechenko@rambler.ru

В настоящее время наряду с традиционными методами изучения древесных растений в селекционных и генетических исследованиях всё большее значение приобретают методы, основанные на выяснении изменчивости ДНК. Данные методы позволяют определить характер изменчивости генетического материала, что даёт возможность уже на ранних стадиях развития растения выявить особи с наиболее ярко выраженными искомыми качествами.

Известно, что клоновые лесосеменные плантации дуба черешчатого создаются либо посадкой желудей, полученных от плюсовых деревьев (улучшенный посадочный материал), либо с помощью прививок на специально выращенные подвои. Во втором случае часто наблюдается отторжение подвоя от привоя, причем этот процесс наблюдается даже у деревьев, достигнувших возраста плодоношения. Многолетними исследованиями НИ-ИЛГиС показана высокая эффективность прививок колонновидного дуба на подвои основной формы дуба черешчатого. Установлено, что в потомстве колонновидной формы выщепляется до 30% особей с признаком «колонновидности». Поэтому выявление данной формы дуба на стадии семян представляется важной задачей в практике селекции и создания подвоев на генетически совместимые привои. В качестве объектов исследования были выбраны случайные деревья дуба черешчатого и деревья дуба черешчатого формы колонновидной в возрасте 20 лет.

Для получения препаратов ДНК использовался метод, основанный на применении СТАВ-буфера. Визуализацию полученных препаратов проводили электрофоретическим методом с использованием агарозного геля и окрашивания бромистым этидием. Далее проводили ПЦР с использованием RAPD праймеров (PawS 5, PawS 16, PawS 6, PawS 17, Paw 11). Полученные ампликоны подвергали разделению в агарозном геле, окраску проводили бромистым этидием.

В результате выделения ДНК из образцов дуба черешчатого с использованием СТАВ метода удалось получить препарат тотальной ДНК (примерно 0,3 - 0,8 нг ДНК) высокого качества без признаков деградации. Применение ПЦР с RAPD- праймерами выявило спектр ампликонов для каждого образца в пределах от 5 до 12. Сравнение продуктов ПЦР разных форм дуба черешчатого обнаружило различие в структуре их геномов. Были показаны как индивидуальные отличия в геноме отдельных объектов, так и отличия, присущие только определённой форме внутри одного вида. Таким образом, использование ПЦР с RAPD-праймерами даёт возможность ранней диагностики формоспецифичности дуба черешчатого для получения посадочного материала при создании ЛСП повышенной генетической ценности.

**ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СТИМУЛИРОВАНИЕ НАРАЩИВАНИЯ ГЕНОФОНДА
ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ В ЛЕСООБЕСПЕЧЕННЫХ РЕГИОНАХ: ОПЫТ
ОП НАУ УКРАИНЫ "БОЯРСКАЯ ЛЕСНАЯ ОПЫТНАЯ СТАНЦИЯ»**

А.И. Карпук

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, Киев,
Украина; E-mail: vp_nau_blds@ukr.net

**ECONOMIC INCENTIVES TO ENHANCE THE GENE POOL OF FOREST
RESOURCES IN FOREST REGIONS: THE EXPERIENCE OF THE EXPERIMENTAL
PRODUCTION IN "BOYARSKY FOREST EXPERIMENT STATION" IN UKRAINE**

A.I. Karpuk

National University of Bio-resources and Environment, Kiev, Ukraine;
E-mail: vp_nau_blds@ukr.net

В условиях рыночных отношений среди важнейших проблем развития лесного комплекса можно выделить несовершенство существующей системы экономического стимулирования наращивания генетического фонда лесных ресурсов, что особенно актуально для лесобеспеченных регионов. Для Украины – это зона Полесья и Карпат, а для России – зона Сибири. Ведь от того, насколько удачно и своевременно будут проведены все научные исследования и полевые эксперименты, будут зависеть скорость наращивания лесоресурсного потенциала и расширение его экологических регулирующих свойств в ближайшем будущем не только в этих регионах, но и в общемировом масштабе.

К сожалению, сегодня деятельность большинства учреждений и организаций, занимающихся лесной селекцией и семеноводством, зависит от бесперебойности и достаточности финансирования всех необходимых мероприятий. В условиях ограниченности бюджетного финансирования сферы лесного образования и науки, а также лесохозяйственной деятельности постоянных лесопользователей выходом из сложной экономической ситуации может стать создание благоприятных условий для развития в каждом лесобеспеченном регионе комплексных лесных предприятий, которые наряду с научно-исследовательской деятельностью на принципах хозяйственного расчета будут заниматься всем комплексом лесохозяйственных работ и первичной переработкой древесины. То есть они будут иметь поле для отработки и проверки эффективности своих научных разработок в хозяйственной практике, а также, работая на основе самоокупаемости, часть полученных доходов реинвестировать в научно-исследовательскую деятельность и материальное стимулирование персонала. В правильности такого пути убеждает хозяйственная и научно-исследовательская деятельность Обособленного подразделения Национального университета биоресурсов и природопользования Украины «Боярская лесная опытная станция», лесные массивы которой размещены в центральной части Киевской области на территории четырех административных районов г. Киева.

По природной зональности территория ОП НУБиП «Боярская ЛОС» занимает южную часть Полесья, на переходе в лесостепь. Сегодня «Боярская ЛОС» - это современное комплексное государственное предприятие, которое наряду с образовательными функциями успешно объединяет комплекс работ по воспроизводству, охране и защите леса с переработкой древесины. В структуре станции есть 3 лесничества, 2 деревообрабатывающих цеха, автотранспортный парк, научная часть. Учеными и инженерно-техническим персоналом станции обработаны и успешно внедряются в производство более 50 различных разработок по проблемам лесного и сельского хозяйства и охраны природы. Здесь создана уникальная плантация по выращиванию женьшеня, которая не имеет аналогов, как в Украине, так и в СНГ. Также проверена на практике эффективность новейших информационных технологий в процессе маркировки и электронного учета древесины.

Следует отметить, что на первых этапах развития указанных комплексных лесохозяйственных предприятий основную роль в процессах экономического стимулирования

наращивания генофонда в лесобеспеченных регионах должно играть государство и органы местной власти, которые должны создать максимально благоприятные условия для их хозяйственной и научно-исследовательской деятельности.

АНАЛИЗ КАРИОТИПА *PICEA OMORICA* (PANČ.) PURKINE

Т.В. Карпюк¹, Е.Н. Муратова²

¹Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия;
E-mail: tkarpyuk@yandex.ru; ²Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Красноярск, Россия; E-mail: elena-muratova@ksc.krasn.ru

KARYOTYPE ANALYSIS OF *PICEA OMORICA* (PANČ.) PURKINE

T.V. Karpjuk¹, E.N. Muratova²

¹Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia; E-mail: tkarpyuk@yandex.ru;
²V.N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch, Krasnoyarsk, Russia; E-mail: elena-muratova@ksc.krasn.ru

Ель сербская – *P. omorica* (Panč.) Purkine - это один из самых распространенных дикорастущих видов елей в Европе. По классификации Е. Г. Боброва (Бобров, 1971) ель сербская относится к секции *Omorica*. Материалом для исследований послужили семена *P. omorica*, собранные в юго-западной части Сербии. Кариологический анализ проводился на давленных препаратах по общепринятым для хвойных методикам (Правдин и др., 1972; Муратова, 1995).

При проведении исследования установлено, что в диплоидном наборе *P. omorica* имеется 24 хромосомы, добавочные хромосомы в кариотипе не обнаружены [Владимирова и др., 2007; Муратова и др., 2009]. В работах ряда исследователей [Santamour, 1960; Hizume, 1988; Yakovlev et al., 1993; Papes et al., 1997; Besendorfer et al., 1998] также отмечено типичное число хромосом у данного вида.

Хромосомный набор *P. omorica* (2n=24) содержит 10 пар (I-VIII, X-XI) метацентрических и 2 пары (IX, XII) субметацентрических хромосом. Для выделенных групп хромосом различия достоверны по всем изучаемым параметрам. Коэффициенты вариации хромосомных показателей соответствуют очень низкому и низкому уровням изменчивости. М. Hizume (1988) в кариотипе *P. omorica* также выделил 8 пар длинных хромосом и 4 пары коротких, которые хорошо идентифицируются. Также в данной работе отмечено, что среди группы длинных хромосом IV пара хромосом имела центромерный индекс, близкий к субметацентрическому, а XII пара относилась к коротким ярко выраженным субметацентрическим.

В результате проведенного исследования у *P. omorica* выявлено десять пар хромосом с постоянными вторичными перетяжками (рис.). Морфометрический анализ показал, что имеются хромосомы с двумя и более перетяжками на хромосоме. У ели сербской наблюдались различия по частоте встречаемости перетяжек в определенных парах хромосом. Также отмечены случаи, где перетяжки на плечах встречаются нерегулярно. При проведении настоящих исследований в интерфазных ядрах наблюдалось от 1 до 14 ядрышек. Полиплоидные клетки, фрагменты и кольцевые хромосомы при изучении кариотипа *P. omorica* зарегистрированы не были. В одном случае была обнаружена дицентрическая хромосома.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке гранта РФФИ № 11-04-00063-а.

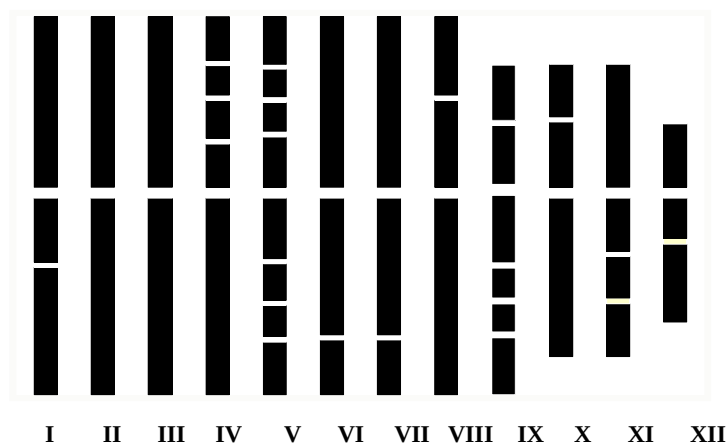


Рис. Идиограмма ели сербской. I-XII – номера хромосом.

ПРИМЕНЕНИЕ МОЛЕКУЛЯРНО-ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИХ МАРКЕРОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ КАРИОТИПОВ ХВОЙНЫХ РАСТЕНИЙ

О.В. Квитко¹, Е.Д. Бадаева², Е.Н. Муратова¹

¹Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Красноярск, Россия;

E-mail: kvitko_olga@mail.ru;

²Институт молекулярной биологии им. В.А. Энгельгардта РАН, Москва, Россия

APPLICATION OF MOLECULAR CYTOGENETIC MARKERS TO STUDY CONIFER KARYOTYPES

O.V. Kvitko¹, E.D. Badaeva², E.N. Muratova¹

¹V.N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch, Krasnoyarsk, Russia; E-mail: kvitko_olga@mail.ru; ²Engelgardt Institute of Molecular Biology, Moscow, Russia

Большинство представителей сем. *Pinaceae* являются диплоидами с основным числом хромосом $n = 12$. Работа с хромосомами хвойных представляет большие сложности из-за сходства их кариотипов и отсутствия методов дифференциального окрашивания. Применение молекулярно-цитогенетических маркеров позволяет идентифицировать отдельные хромосомы в кариотипе, подбирать пары гомологичных хромосом, а также выявлять наличие или отсутствие хромосомных перестроек.

Целью работы являлось исследование кариотипов основных лесобразующих видов хвойных Сибири (*Abies sibirica*, *Larix sibirica*, *Picea obovata*, *Pinus sylvestris*) с помощью флуоресцентной гибридизации *in situ* (FISH). Были взяты клонированные последовательности генов 5S и 45S рРНК пшеницы, пробы метили методом ник-трансляции с использованием наборов для мечения ДНК. Двухцветную FISH проводили по стандартной методике (Badaeva et al., 1996) с некоторыми модификациями.

В кариотипах исследованных видов хвойных локусы 5S рДНК были выявлены на одной паре хромосом. Сходная локализация генов 5S рРНК в терминальном районе короткого плеча одного из длинных метацентриков наблюдается у *Larix sibirica* и *Pinus sylvestris*. Данная хромосома также несет локус 45S рДНК в дистальном районе противоположного плеча. Ортологичная хромосома *Picea obovata* содержит дополнительный локус 5S рДНК в длинном плече, рядом с локусом 45S рДНК. У *Abies sibirica* минорный сайт 5S рДНК наблюдается только в перичентромерном районе короткого плеча хромосомы XII.

Наименьшее число мажорных локусов 45S рДНК наблюдается в кариотипе *Larix sibirica*. Они локализованы в дистальных районах метацентрических хромосом III и IV. В то же время, в перичентромерных районах хромосом I, IV, VI и XII выявлены минорные

сайты 45S рДНК. Хромосомы лиственницы имеют довольно четкий рисунок DAPI-бэндинга, который значительно облегчает определение пар гомологичных хромосом.

В кариотипе *Abies sibirica* выявлены только мажорные локусы 45S рДНК в дистальных районах метацентрических хромосом II, III, IV, VI. У *Picea obovata* гены 45S рДНК локализованы на шести парах хромосом: в дистальном районе длинного плеча (рядом с сигналом 5S рДНК) хромосомы II, в дистальном районе короткого плеча хромосом III и IV, в субтерминальном районе короткого плеча хромосомы V, в интеркалярном районе длинного плеча хромосомы VIII, а также в дистальном районе короткого плеча субметацентрической хромосомы X. Все сайты являются мажорными.

В кариотипе *Pinus sylvestris* выявлено наибольшее число локусов 45S рДНК, они присутствуют на всех хромосомах, за исключением одной пары метацентриков. Семь метацентрических хромосом содержат мажорные сайты 45S рДНК в дистальном районе и минорные в области центромеры. Два длинных метацентрика, а также более короткие хромосомы XI и XII содержат минорные сайты 45S рДНК в перичентромерном районе.

Таким образом, кариотипы разных видов хвойных значительно различаются по числу и распределению локусов рибосомных генов. Использование метода флуоресцентной гибридизации *in situ* для хвойных открывает ряд новых возможностей при анализе генетического разнообразия, микроэволюции, внутривидовой и межвидовой дивергенции.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке грантов РФФИ №№ 11-04-00063-а, 11-04-98081-р_сибирь_a и интеграционного проекта СО РАН № 76.

МОРФОЛОГО- АНАТОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВЫСОКОГОРНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ *JUNIPERUS COMMUNIS* VAR. *SAXATILIS* PALL.

С.Г. Князева

Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Красноярск, Россия;

E-mail: knyazevas@mail.ru

ANATOMICAL AND MORPHOLOGICAL CHARACTERS OF *JUNIPERUS COMMUNIS* VAR. *SAXATILIS* PALL.

S.G. Knyazeva

V.N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch,

Krasnoyarsk, Russia; E-mail: knyazevas@mail.ru

Можжевельник обыкновенный является важным подпологовым растением, который широко распространен на территории России. Экологическая пластичность и высокий полиморфизм вида позволяют ему произрастать в самых разнообразных природных условиях. Следствием этого является образование многочисленных внутривидовых таксонов. Ранг многих из них до сих пор остается неясным. Наиболее спорным является таксономическое положение можжевельника сибирского, очень схожего по своим признакам с можжевельником обыкновенным. Многие исследователи считают этот вид вариацией можжевельника обыкновенного. А. Farjon [2001] рассматривает его как *J. communis* var. *saxatilis* Pall. и указывает еще более 20 синонимов этой формы, в том числе 8 из них видового ранга. Одним из важных методов для решения таксономических проблем является исследование изменчивости признаков вида на популяционном уровне. Нами были изучены 7 природных популяций *J. communis* var. *saxatilis*, произрастающих в горах Алтая, Западного и Восточного Саян, а также одна популяция *J. communis* var. *communis* из заболоченных лесов Томской области. Исследовались морфологические признаки вегетативных и генеративных органов, а также анатомические особенности хвои.

В результате проведенных исследований установлено, что высокогорные популяции отличаются от *J. communis* var. *communis* короткой широкой хвоей серповиной формы, побеги также короткие и густо охвоенные. Особенно хорошо выражены эти признаки у особей из Алтайских популяций. Они имеют также самые крупные шишкоягоды, что

считается более древним признаком. Жизненная форма у высокогорных растений представляет собой стланик с лежащими (Алтай) или приподнимающимися (Саяны) ветвями, в то время как *J. communis* var. *communis* - кустарник или невысокое дерево. Высокогорные популяции характеризуются также повышенным уровнем индивидуальной изменчивости многих из изученных признаков. Среди анатомических признаков растения высокогорных популяций отличаются достоверно большими размерами смоляного хода и проводящего пучка, периметром, площадью и толщиной хвои. Мезофилл хвои имеет большую площадь, клетки его расположены плотно.

Также для высокогорных популяций характерны более развитая кутикула, эпидерма и гиподерма, придающие хвое механическую прочность и выполняющих защитную

функцию. Число устьиц на 1 мм² поверхности хвои во всех популяциях примерно одинаково (несколько больше на Алтае). В то же время ширина устьичной полоски больше у высокогорных особей. Размеры устьиц несколько меньше у высокогорных растений и покрыты хорошо развитым восковым слоем, что способствует поддержанию внутреннего баланса воды. Таким образом, особи *J. communis* var. *saxatilis* отличаются рядом особенностей морфологического и анатомического строения, несущих признаки ксероморфности и отражающих приспособление растений к суровым горным условиям произрастания.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке гранта РФФИ № 11-04-98081-р_сибирь_a.

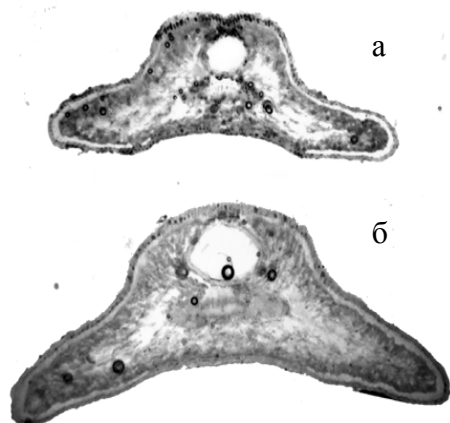


Рис. Поперечный разрез хвои:
а- *J. communis* var. *communis* ;
б- *J. communis* var. *saxatilis*

УТОЧНЕНИЕ ГРАНИЦ ЛЕСОСЕМЕННОГО РАЙОНИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

О.А. Ковалевич

Институт леса НАН Беларуси, Гомель, Беларусь; E-mail: o-kovalevich@mail.ru

FOREST SEED ZONING REFINEMENT ON THE BASIS OF MOLECULAR GENETIC ANALYSIS

O.A. Kovalevich

Institute of Forest, National Academy of Sciences of Belarus, Gomel, Belarus

На сегодняшний день наряду с современными достижениями генетики и селекции древесных видов, развитием новых, более сложных направлений лесного семеноводства, наиболее доступным и эффективным при лесовосстановлении по-прежнему остается использование семян из естественных популяций в соответствии с научно обоснованным лесосеменным районированием. Основными целями лесосеменного районирования являются: повышение продуктивности и устойчивости насаждений; обеспечение приоритета местных популяций и сохранение генетических особенностей; определение принципов и направлений перемещения семян; создание системы постоянного учета семенного материала и культур. Строгое соблюдение лесосеменного районирования является необходимым условием при формировании инфраструктуры семенной базы лесобразующих пород. До настоящего времени разработка оптимальных основ лесосеменного районирования предусматривала использование методов классической генетики и селекции. Сегодня, на примере дуба черешчатого (*Quercus robur* L.), уточнение границ лесосеменного рай-

онирования данного вида в Беларуси проведено с использованием методов молекулярно-генетического анализа.

На основании проведенного микросателлитного анализа хлоропластной ДНК дуба черешчатого по шести локусам изучены дубравы из всех регионов Беларуси. Впервые установлено, что дубравы Беларуси сформировались в результате пяти разнонаправленных волн распространения дуба из разных частей Европы, где они сохранились во время последнего оледенения. Использование методов ДНК-анализа позволило реконструировать пути расселения каждого из пяти происхождений (гаплотипов) дуба по территории страны. За время распространения дуба по территории Беларуси у него происходили эволюционные изменения, которые нашли свое отражение в возникновении новых гаплотипов, имеющих уже местное происхождение и занимающих ограниченные территории.

Анализ совокупности данных по генетической оценке и паспортизации дубрав позволил уточнить границы лесосеменного районирования дуба черешчатого Беларуси. Необходимо отметить, что установленные геногеографические регионы в целом совпали с границами лесосеменных районов, выделенных в 1982 году на основании изучения географических культур дуба. Такое сходство данных, полученных на основе как фенотипического, так и генетического анализа, свидетельствует о целесообразности и эффективности использования молекулярно-генетических данных не только для уточнения границ лесосеменных районов, но и для регламентации процессов заготовки и использования древесины при лесовосстановлении дуба.

Следует отметить, что во время своего отдельного существования (в период последнего оледенения) в разных регионах Европы дубравы адаптировались к различным условиям произрастания. Эти исторически сложившиеся особенности биологии проявляются и в настоящее время у белорусских дубрав различного происхождения. Так, например, дубравы, распространившиеся по территории Беларуси из Полесской низменности, произрастают, в основном, на пониженных участках рельефа. В то же время дубравы, сформировавшиеся на склонах Восточных Карпат и распространившиеся по территории страны со стороны Украины и Польши, расположены на возвышенностях. Зонально-типологические особенности формирования дубрав были учтены при определении границ лесосеменных районов. Таким образом, предложенное лесосеменное районирование дуба черешчатого основано как на действующих картах лесосеменного и геоботанического районирования, так и на впервые созданной для Беларуси, с использованием данных молекулярно-генетического анализа, геногеографической карте вида.

РЕДКИЕ РАСТИТЕЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА В ПРЕДЕЛАХ ТЕРРИТОРИИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПИХТОВЫХ ЛЕСОВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА

А.Ф. Комарова

Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, Москва, Россия;

E-mail: komanka@yandex.ru

RARE PLANT COMMUNITIES WITHIN AREA OF FIR FORESTS IN NORTH-WEST CAUCASUS

A.F. Komarova

Lomonosov State Moscow University, Moscow, Russia; E-mail: komanka@yandex.ru

Выделение лесов высокой природоохранной ценности и, в частности, выделение редких экосистем (редких растительных сообществ) – один из путей сохранения биологического разнообразия. На территории аренды предприятий, включенных в процесс сертификации по схеме FSC (Forest Stewardship Council), меняется режим лесопользования в ценных с точки зрения биологического разнообразия лесных сообществах, но дело не только в этом. Инвентаризация таких сообществ и разработка рекомендаций по лесопользованию в них является актуальной и важной задачей, даже если в настоящий момент на

территории нет инициатив в направлении сертификации. Также изучение и выделение редких растительных сообществ важно с фундаментальной точки зрения, в том числе их сохранение – один из самых эффективных путей сохранения генетического разнообразия.

Редкие экосистемы - те экосистемы, которые редко встречаются, или, другими словами, в целом занимают относительно небольшие площади. Из редкости (малой площади) экосистем следует их уязвимость, так как площадь действия разрушающих факторов часто сравнима либо даже превышает площадь, занимаемую экосистемой, и она может быть легко уничтожена даже незначительным нарушением. В отличие от редких видов, редким растительным сообществам уделялось очень мало внимания, и только в последние десятилетия эта проблема стала освещаться в различных работах [Izco, 1998; Paal, 1998a; Paal, 1998b; Бебия, 2002; Крестов, Верховат, 2003], в том числе территориально привязанных к Сибири [Зеленая..., 1996; Артемов и др., 2007]. Выделение редких растительных сообществ рассмотрено на примере сообществ пояса пихтовых лесов российской части Северо-Западного Кавказа. Единственная существующая классификация редких сообществ, встречающихся в зоне распространения пихтовых лесов Кавказа, была предложена С.А. Литвинской [1993]. Но работа эта касается лишь западной части Краснодарского края и в очень малой степени охватывает пихтовые леса.

В результате анализа редких растительных сообществ выделены разные типы в зависимости от истории их возникновения, состава древесного и подчиненного ярусов, участия редких видов и др.. На основе этой классификации редких сообществ и литературных данных об особенностях возобновления пихтовых и буково-пихтовых лесов после рубок разного характера разработаны критерии выделения редких растительных сообществ на местности и определены допустимые виды лесопользования в различных сообществах, согласующиеся с современным лесным законодательством.

В зоне распространения пихтовых лесов встречаются следующие сообщества (в скобках приведены общие рекомендации по лесопользованию; конкретные рекомендации зависят от особенностей этих сообществ и отражены в более детальной классификации): 1. Тисняки с примесью других пород (полный запрет рубок, в т.ч. в буферной зоне вокруг выдела радиусом 150 м). 2. Пихтовые и пихтово-буковые леса с тисом (полный запрет рубок или слабые выборочные рубки). 3. Овсяницево-пихтовые и пихтово-буковые леса (запрет рубок). 4. Вейниковые пихтарники и пихтово-буковые леса (выборочные рубки интенсивностью до 20%). 5. Колхидскокустарниковые пихтарники и буково-пихтовые леса (запрет или слабые выборочные рубки). 6. Леса с участием ильма (запрет или выборочные рубки; буферная зона 50 м). 7. Рододендроновые пихтарники и буково-пихтовые леса (запрет рубок или слабые выборочные рубки). Эти рекомендации могут использоваться для выделения редких растительных сообществ путем натурных обследований.

ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИИ И ВОЗРАСТНОГО РАЗВИТИЯ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ *PINUS KORAIENSIS* НА РОССИЙСКОМ ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ

Т.А. Комарова

Биолого-почвенный институт ДВО РАН, Владивосток, Россия;

E-mail: komarova@ibss.dvo.ru

SPECIFICS OF ECOLOGY AND AGE DEVELOPMENT OF THE *PINUS KORAIENSIS* SIEBOLD ET ZUCC. POPULATIONS IN THE RUSSIAN FAR EAST

T.A. Komarova

Institute of Biology and Soil Sciences, Russian Academy of Sciences, Far East Branch, Vladivostok, Russia; E-mail: komarova@ibss.dvo.ru

На основании ранее разработанных региональных экологических шкал [Комарова и др., 2003] была проведена сравнительная оценка экологической толерантности и зоны оптимума у растений сосны корейской (*Pinus koraiensis* Siebold & Zucc) по факторам ув-

лажнения, активного богатства почв и температурному режиму местообитаний в шести регионах российского Дальнего Востока: Северного Сихотэ-Алиня (Хальдье-Амурское междуречье), среднего и верхнего горных поясов Южного Сихотэ-Алиня (бассейны р. Соколовка, Извилинка и Павловка), п-ова Муравьев-Амурский, Уссурийского и Хинганского заповедников. При этом в Северном Сихотэ-Алине (близ пос. Софийское) *Pinus koraiensis* находится на северном пределе распространения, а в Хинганском заповеднике проходит западная граница его ареала.

Результаты сравнительного анализа показали, что экологическая толерантность *Pinus koraiensis* и зоны оптимума значительно различаются в разных регионах Дальнего Востока. Амплитуда толерантности и зона оптимума у популяций *Pinus koraiensis* охватывают наибольший диапазон по всем рассматриваемым экологическим факторам в Уссурийском заповеднике и немногим меньше в среднегорном поясе Южного Сихотэ-Алиня, где в значительной степени сохранился естественный лесной покров. На п-ове Муравьев-Амурский сосна корейская встречается лишь единичными экземплярами на отдельных изолированных участках из-за сильного нарушения естественного покрова. На территории Хинганского заповедника леса с участием сосны корейской приурочены к теплым и влажным местообитаниям шлейфов южных склонов и речным террасам. Самый узкий диапазон по всем рассматриваемым градиентам характерен для сосны корейской, произрастающей в верхнем горном поясе Южного Сихотэ-Алиня и в Северном Сихотэ-Алине, где ее единичные растения встречаются только в самых теплых для данного региона бореонеморальных местообитаниях с мезофитными и наиболее богатыми мезотрофными почвами.

На территории среднегорного пояса Южного Сихотэ-Алиня нами была дана характеристика поливариантности онтоморфогенеза *Pinus koraiensis* в зависимости от условий произрастания на открытых участках и в сомкнутых лесных насаждениях широколиственно-кедровых и елово-кедровых лесов. При описании онтогенетических состояний за основу была взята классификация, предложенная Т.А. Работновым [1950] с дальнейшей детализацией ее другими авторами [Уранов, 1967; Смирнова и др., 1976; и др.]. Описание онтогенетических состояний проводили с учетом трех уровней жизненности растений – повышенной, нормальной и пониженной, отличающихся соответственно усиленным, средним и замедленным темпами роста и развития. При этом критериями для разграничения уровней жизненности растений служили соотношения между возрастом и морфометрическими показателями растений. Среди последних устанавливали годовые приросты, высоту, диаметр ствола, порядок ветвления, начало и ширину кроны, высоту до первой живой и сухой ветки.

Как показали результаты исследований, при сравнительно свободном стоянии и низком фитоценотическом прессе для большинства особей *Pinus koraiensis* характерны повышенная жизненность и ускоренные темпы развития, при этом у них происходит быстрое завершение жизненного цикла. На первых этапах возрастного развития особи с повышенной жизненностью превосходят по высоте и диаметру особи с нормальной и пониженной жизненностью, но в дальнейшем, начиная с начального виргинильного состояния, уступают им в росте. Особи нормальной жизненности, развитие которых обычно протекает в условиях умеренного фитоценотического пресса, достаточно стабильны по численности и устойчивы во времени. Растения же пониженной жизненности, рост и развитие которых происходит в условиях повышенного фитоценотического пресса, наиболее сильно подвержены элиминации и их можно рассматривать, как определенный резерв для развития популяций *Pinus koraiensis*.

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПОЛИМОРФИЗМ СОСНОВЫХ В ГОРНОМ КРЫМУ

И.И. Коршиков¹, Е.М. Горлова¹, Д.Ю. Подгорный²

¹Донецкий ботанический сад НАН Украины, Донецк, Украина;
E-mail: dbsgenetics@gmail.com; ²Никитский ботанический сад УААН –
Национальный научный центр, Ялта, пос. Никита, Украина

GENETIC POLYMORPHISM OF PINES IN CRIMEA MOUNTAINS

I.I. Korshikov¹, E.M. Gorlova¹, D.Yu. Podgorny²

¹Donetsk Botanical Garden, National Academy of Sciences of Ukraine, Donetsk, Ukraine;
E-mail: dbsgenetics@gmail.com; ²Nikitsky Botanical Garden, National Scientific Center
of Ukraine Academy of Agrarian Sciences, Yalta, Nikita, Ukraine

В популяционной генетике хвойных накоплены противоречивые данные об уровне генетической изменчивости малочисленных изолированных популяций разных видов. Таким популяциям в разных районах нашей планеты реально угрожает опасность потери генетического разнообразия из-за постоянно усиливающегося прямого и косвенного антропогенного влияния. Примером того могут быть сосновые леса Горного Крыма, которые, хотя и находятся в основной массе на заповедных территориях, однако, постоянно сокращаются, в частности, из-за участвовавших пожаров. В Крыму проходит северная граница естественного распространения сосны крымской (*Pinus pallasiana* D.Don), сосны Станкевича (*Pinus stankewiczii* (Sukacz.) Fomin) и сосны Коха (*Pinus kochiana* Klotzsch ex Koch), которые ботаники рассматривают как самостоятельные виды. Небольшие популяции этих таксонов, которые в длительной историко-эволюционной ретроспективе были изолированы, представляют интерес для исследования их генетического разнообразия. Это и было целью нашей работы.

Генетический полиморфизм трех таксонов семейства *Pinaceae* в Горном Крыму изучали, используя в качестве генетических маркеров изоферменты 9-10 ферментных систем. В исследованиях были задействованы 19-20 локусов, которые за исключением 1-2 были общими для каждого таксона. Доля полиморфных локусов у *P. pallasiana* составила 85 % по 1 %-ному критерию, а на один локус в среднем приходилось 2,75 аллеля. Уровень ожидаемой гетерозиготности (H_E) в четырех исследуемых популяциях этого таксона варьировал в пределах 0,194-0,223, составив в среднем 0,216. Значения наблюдаемой гетерозиготности (H_O) были несколько меньше, соответственно 0,189-0,229 и 0,201, что говорит о небольшом недостатке гетерозигот в целом у *P. pallasiana*. Однако по подавляющему большинству локусов фактическое распределение генотипов в популяциях соответствовало теоретически ожидаемому согласно закону Харди-Вайнберга.

У *P. kochiana* полиморфными были 73,7 % локусов, а среднее число аллелей на локус составило 2,474. В пяти небольших популяциях (максимальная площадь ~ 6 га) значения H_E варьировали в пределах 0,178-0,219, составив в среднем 0,201. Уровень наблюдаемой гетерозиготности в трех из пяти популяций был меньше, чем ожидаемой гетерозиготности и в среднем равнялся 0,196. Генетическая структура исследуемых популяций *P. kochiana* находилась в близком к равновесному состоянию, так как случаи существенного отклонения фактического от теоретически ожидаемого распределения генотипов по изучаемым локусам встречались крайне редко.

Наименее распространенная в Крыму *P. stankewiczii* имела близкие значения популяционно-генетических показателей с более представленными *P. pallasiana* и *P. kochiana*. Так, например, доля полиморфных локусов у *P. stankewiczii* составила 80 %, а среднее число аллелей равнялось 2,85. Популяция в урочище Аязьма отличалась большей генетической изменчивостью ($H_E=0,205$, $H_O=0,211$), чем географически изолированная популяция в Новом Свете ($H_E=0,196$, $H_O=0,174$). В исследуемых популяциях фактическое распределение генотипов в подавляющем большинстве случаев заметно не отличалось от теоретически ожидаемого. Таким образом, три исследуемых таксона семейства *Pinaceae* в

Горном Крыму характеризуются близким уровнем генетической изменчивости, который несколько ниже, чем у географически смежных степных и лесостепных популяций сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.). Генетическая структура изучаемых популяций *P. pallasi*, *P. kochiana* и *P. stankewiczii* почти равновесна. Все это свидетельствует о том, что влияние эволюционно значимых и антропогенных факторов не привело к деформации генофонда этих таксонов.

ПОПУЛЯЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В ПРЕДЕЛАХ АРЕАЛА В УКРАИНЕ

И.И. Коршиков¹, Л.А. Калафат¹, Я.В. Пирко²

¹Донецкий ботанический сад НАН Украины, Украина; E-mail: dbsgenetics@gmail.com;

²Институт пищевой биотехнологии и геномики НАН Украины, Киев, Украина;
E-mail: yavp@mail.ru

POPULATION GENETIC VARIABILITY WITHIN THE SCOTS PINE AREA IN UKRAINE

I.I. Korshikov¹, L.A. Kalafat¹, Ya.V. Pirko²

¹Donetsk Botanical Garden, National Academy of Sciences of Ukraine, Donetsk, Ukraine;

E-mail: dbsgenetics@gmail.com; ²Institute of Food Biotechnology and Genomics,
National Academy of Sciences of Ukraine, Kiev, Ukraine; E-mail: yavp@mail.ru

На территории Украины популяции сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) существенно разнятся по объему: от небольших изолированных степных боров, локальных популяций в лесостепной зоне, в Прикарпатье и Украинских Карпатах до мегапопуляций в Полесье. Заметная неоднородность фитоценологических и почвенно-климатических условий разных растительных зон, периферийное расположение и изолированность многих популяций *P. sylvestris*, реликтовое происхождение отдельных из них должны сказываться на их генетической структуре. Целью работы был анализ популяционно-генетического разнообразия *P. sylvestris* в пределах ареала в Украине. Объектом исследований служили 25 популяций *P. sylvestris* в степной, лесостепной и лесной зонах (Украинское Полесье, Прикарпатье, Расточье) в десяти областях Украины (Луганская, Харьковская, Сумская, Житомирская, Хмельницкая, Львовская, Тернопольская, Ровенская, Ивано-Франковская, Черновицкая области).

На основе электрофоретического анализа 19 изоферментных локусов, контролируемых девятью ферментными системами, исследован уровень генетической изменчивости этих популяций *P. sylvestris*. Изучено 665 деревьев, возрастом 80–120 лет. Результаты исследований показали, что *P. sylvestris* на территории Украины наиболее изменчива в краевых изолированных популяциях степной зоны. Прослеживается тенденция снижения генетического полиморфизма популяций по направлению с востока на запад. Наименее изменчивыми оказались реликтовые популяции Украинских Карпат. Небольшие краевые, изолированные популяции степной и лесостепной зон отличались от реликтовых популяций большим аллельным разнообразием и уровнем аллозимного полиморфизма. Для реликтовых популяций Украинских Карпат характерны наименьшие значения генетической изменчивости даже в сравнении с реликтовыми популяциями Кременецкого холмогорья (Тернопольская область). В пределах ареала в Украине уровень генетической изменчивости в среднем равнялся $H_E = 0.203$ и $H_O = 0.194$. Географическая изолированность и существенная разница в объемах изучаемых популяций *P. sylvestris* не отражаются заметно на степени их подразделенности. Значения показателей F_{st} и G_{st} указывают, что приблизительно 95 % генетической изменчивости приходится на внутривидовую и только ~ 5 % - на межвидовую ее составляющую. Среднее значение коэффициента генетической дистанции N_{ei} между исследуемыми популяциями также было невысоким (менее 0,02), что указывает на слабую генетическую дифференциацию популяций *P. sylvestris* в

пределах ее ареала в Украине. Кластерный анализ не показал четкого распределения популяций в зависимости от их географического положения.

Проведенный популяционно-генетический анализ показал, что *P. sylvestris* – основная лесообразующая порода Украины, обладает в этой части ареала большим запасом генетической изменчивости. Более высокий уровень генетического разнообразия популяций *P. sylvestris* в лесостепи и степи можно объяснить интенсивной миграцией и дрейфом генов, связанными с колебательным смещением границ ареала *P. sylvestris*, обусловленных усилением или ослаблением континентальности климата, прежде всего, в ледниковую эпоху. В неблагоприятные климатические периоды усиливалось действие отбора, что могло привести к смещению генетического оптимума адаптации популяций в пользу более гетерозиготных генотипов. Эволюционно сложившийся баланс внутри- и межпопуляционного генетического разнообразия *P. sylvestris* на границе ее ареала в Украине может быть смещен в результате постоянно усиливающихся прямых и опосредованных антропогенных воздействий. Для эффективного сохранения и управления наследственным разнообразием краевых популяций *P. sylvestris* необходима специально спланированная программа генетического мониторинга.

ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ПОПУЛЯЦИЙ *PICEA OBOVATA* LEDEB.

А.Н. Кравченко, А.К. Экарт, А.Я. Ларионова
Институт леса им. В.Н.Сукачева СО РАН, Красноярск, Россия;
E-mail: krava@fromru.com

GENETIC VARIABILITY AND DIFFERENTIATION OF *PICEA OBOVATA* LEDEB. POPULATIONS

A.N. Kravchenko, A.K. Ekart, A.Ya. Larionova
V.N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch,
Krasnoyarsk, Russia; E-mail: krava@fromru.com

На основании анализа 22 генов, кодирующих аллозимное разнообразие 12 ферментов (GOT, MDH, 6-PGD, SKDH, IDH, FDH, LAP, PGI, PGM, SOD, GDH, PEP-CA), получены данные о генетической изменчивости и дифференциации популяций ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) из Красноярского края, республик Тыва и Алтай, Томской и Иркутской областей и Забайкальского края. В качестве материала для исследования использовали семена и вегетативные почки, собранные с 556 деревьев в 19 популяциях.

Установлено, что исследованные популяции ели сибирской обнаруживают достаточно высокий уровень генетической изменчивости, сопоставимый с уровнем изменчивости других видов рода *Picea*. Так, доля полиморфных локусов при 100%-ном критерии полиморфности варьирует в популяциях от 54.55% до 81.82%. Среднее число аллелей на локус изменяется от 1.73 до 2.23, наблюдаемая и ожидаемая гетерозиготности – от 0.127 до 0.182 и от 1.37 до 0.186, соответственно. Эффективное число аллелей колеблется в пределах от 1.19 до 1.28. В среднем в популяциях ели сибирской в полиморфном состоянии находится 63.4% проанализированных локусов, а среднестатистическое дерево гетерозиготно по 16% генов.

Наблюдаемое в популяциях соотношение генотипов в большинстве полиморфных локусов не отличается от ожидаемого по Харди-Вайнбергу. Статистически достоверные различия в частотах генотипов были выявлены лишь в некоторых популяциях не более чем у 1-3 локусов. Анализ популяционной структуры вида с помощью индексов фиксации Райта показал, что в целом произрастающая в исследованной части ареала ель сибирская находится в состоянии, близком к равновесному ($F_{is} = -0.003$, $F_{it} = 0.022$), и характеризуется слабой подразделенностью и низким уровнем дифференциации популяций. Большая часть выявленной изменчивости реализуется внутри популяций и только 2.5% распределяется

между популяциями ($F_{st}=0.025$). Генетическое расстояние D (Nei, 1972) между изученными популяциями варьирует от 0.002 до 0.014, составляя в среднем 0.005.

Наиболее близкими по генетической структуре оказались популяции ели, расположенные на территории Томской области, центральных и северных районов Красноярского края ($D=0.042$), а также популяции из Иркутской области и Забайкальского края ($D=0.005$). В большинстве случаев выявленные между ними различия в генетической структуре были статистически недостоверными. Популяции из горных районов юга Красноярского края, Тывы и Алтая дифференцированы в несколько большей степени ($D=0.007$). Приблизительно такой же небольшой в среднем уровень дифференциации (D варьирует от 0.005 до 0.007) наблюдается и между популяциями ели, произрастающей в разных районах исследованной части ареала.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (грант № 10-04 - 00786-а). Авторы выражают благодарность сотрудникам АЛТФ ЦСБС СО РАН за помощь в сборе экспериментального материала в республике Алтай.

РЕДКИЕ ФОРМЫ КЕДРА СИБИРСКОГО В МЕСТАХ РЕФУГИУМА ДРЕВНЕЙ ТРЕТИЧНОЙ ФЛОРЫ

Г.В. Кузнецова¹, Ю.М. Карбаинов²

¹Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Красноярск, Россия;

E-mail: galva@ksc.krasn.ru;

²Государственный биосферный заповедник «Таймырский», Россия

RARE *PINUS SIBIRICA* FORMS IN REFUGE OF TERTIARY FLORA

G.V. Kuznetsova¹, Yu.M. Karbainov²

¹V.N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Sciences,

Siberian Branch, Krasnoyarsk, Russia; E-mail: galva@ksc.krasn.ru;

²State Biosphere Reservation "Taymyrsky", Russia

Для кедра сибирского, как и вообще для рода *Pinus* в умеренной зоне, характерен двухлетний цикл развития женских шишек. В год цветения развивается озимь и только на второй год происходит оплодотворение семян и рост шишек до их окончательного размера и созревания. Для горных популяций Западного Саяна [Ирошников, 1974], а также в Хамар-Дабане [Карбаинов, 1982; Ирошников, 1985] характерно, помимо двухлетнего развития шишек, образование эндосперма у семян в год цветения, то есть на год раньше, чем у типичных форм. Такие деревья относятся к ускоренному типу развития шишек [Ирошников, 1974]. Однако за вегетационный период в год цветения размеры шишек, семенных чешуй, и семян не достигают размеров, характерных для двухлетнего цикла развития, и семена не дают зародыша. Редкие формы деревьев кедра сибирского со смешанным типом развития шишек являются интересным объектом для селекции и интродукции кедра сибирского, а также для изучения в целом эволюции кедровых сосен.

В байкальской популяции (Бурятия, Танхойское лесничество) выявлены редкие формы деревьев кедра сибирского со смешанным развитием женских шишек, имеющие на одном дереве двухлетние, однолетние шишки, и озимь с разросшимися и нормальными нижними чешуями. Впервые проведен анализ ростовых и репродуктивных структур деревьев редких форм кедра сибирского байкальской популяций. Выявлено сходство деревьев байкальской популяции с ранее выделенной редкой формой деревьев саянской популяции (дер. 808) по наличию смешанного цикла развития шишек, характеристикам шишек и семян. Тем не менее, у деревьев кедра сибирского байкальской популяции семена крупнее и в результате больше масса 1000 шт. семян. Также деревья данной формы байкальской популяции отличаются более длинной свисающей хвоей (от 13 см до 17 см), имеющей зеленый цвет с голубоватым оттенком. Выявлено наличие хвоинок в пучке от 6 до 11. Деревья со смешанным типом развития шишек встречаются в байкальской популя-

ции не одиночно, как в саянской популяции, а группами, возраст деревьев более 100 лет, среди них имеется молодая поросль с интенсивным приростом и длинной хвоей.

В саянской популяции самое молодое дерево, имеющее шишки с однолетним циклом развития, обнаружено в возрасте 80 лет, в байкальской популяции выявлено молодое дерево в возрасте 39 лет, имеющее ежегодный урожай женских шишек. Для изученных деревьев редкой формы кедра сибирского байкальской популяции свойственен усиленный рост, вторичный прирост, разрастание женских шишек и их семенных чешуй в год цветения частично или полностью. Все эти признаки характерны для гибридных растений, проявляющих в той или иной мере гетерозис роста. Ряд исследователей [Минина, Ларионова 1976, 1979; Третьякова, 1990] считают такие деревья эволюционно продвинутыми представителями вида, аномальными особями, являющими собой пример факультативного индуцированного типа апомиксиса, т.е. бесполого размножения. Есть другая точка зрения - отмеченные редкие формы кедра А.И. Ирошников [1985] относит к мутантам.

Остается открытым вопрос и о реликтовом происхождении данных форм байкальской популяции. Так как деревья кедра сибирского байкальской популяции произрастают с рядом представителей реликтового неморального комплекса в районе рефугиума древней третичной флоры, то есть основание считать редкие формы кедра неморальным реликтом [Малышев, 1960; Карбаинов, 1982; Карбаинов, Кузнецова, 2009]. Данное утверждение требует дальнейших селекционно-генетических исследований. Познание природы этого признака позволит выбрать метод селекции кедра сибирского на однолетнее развитие шишек и семян для орехопродуктивных плантаций и плантационных культур.

ПОДВИЖНОСТЬ СИСТЕМ СЕМЕННОГО РАЗМНОЖЕНИЯ ДЛЯ АДАПТАЦИИ *PINUS SYLVESTRIS* L. К ЗАСУХЕ

Н.Ф. Кузнецова

Научно-исследовательский институт лесной генетики и селекции, Воронеж,
Россия; E-mail: ilgis@lesgen.vrn.ru

ROLE OF PLASTICITY OF SEED REPRODUCTION SYSTEMS FOR *PINUS SYLVESTRIS* L. ADAPTATION TO DROUGHT

N.F. Kuznetsova

Scientific Research Institute of Forest Genetics and Breeding, Voronezh, Russia;
E-mail: ilgis@lesgen.vrn.ru

В лесостепной зоне засуха – это обычное, периодически повторяющееся, природное явление. Она характеризуется разной продолжительностью, силой и алгоритмом действия. Цель настоящего сообщения - показать, как засушливые годы 1991, 1995, 2001, 2007, 2008, 2010 гг. в Воронежской области отразились на репродуктивной способности деревьев и качестве семян сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), и какова была «плата» за адаптацию в каждом случае. Воздействие засухи на генеративную сферу имеет свою специфику. Формирование семян происходит на материнских деревьях, которые в течение 2-х лет обеспечивают их питание, отбор и защиту в условиях особого климатического режима. Размах колебаний температуры внутри шишек и кроны дерева меньше на 3-4⁰С. От солнечных лучей и механических повреждений предохраняют плотно сомкнутые чешуи шишек. Стабильность водного режима и трофики обеспечивает гомеостаз внутренней среды дерева (постоянство осмотического давления, состава ионов, белков и др.). Связь с внешней средой происходит опосредованно, путем воздействия на так называемые критические точки репродуктивного цикла (мейоз, оплодотворение, ранний эмбриогенез и др.), которые очень чувствительны к погодному стрессу. У сосны все критические точки эмбриогенеза и эмбриогенеза приходятся на 2-ю половину апреля – июнь. Поэтому поздняя засуха 2008 г. не отразилась на состоянии систем семенного размножения.

В засуху лесные экосистемы попадают в экстремальные условия обитания, при которых их устойчивость проявляется как защитная функция отдельных деревьев против неблагоприятных условий среды. Проведен анализ адаптивных перестроек, которые претерпевает генеративная сфера по трем экологически зависимым признакам (коэффициент самофертильности, процент и число семян на шишку) у одной и той же популяционной выборки в стрессовом градиенте 4-х ранних засух разной силы – от слабой к сильной (2001, 1995, 2007 и 1991 гг.). Выявлены два ключевых фактора, которые участвуют в формировании урожая семян, с целью приспособления его генотипического состава к новым условиям. Это направленная селекция и генетически обусловленная перестройка генофонда, способствующие выживанию определенных генотипов – инбредных и засухоустойчивых, доля которых меняется в зависимости от порога чувствительности признаков и погодных условий года. Индуцированная засухой стресс-реакция вызывает подвижность систем семенного размножения в рамках нормы реакции вида, создание новой моды признаков, два периода трансформации (медленной и быстрой) генотипического состава, элиминацию большого числа генотипов.

Смену типов систем семенного размножения мы рассматриваем как проявление общей неспецифической реакции вида в ответ на воздействие экстремальных факторов. Инбридинг очень чувствителен к состоянию внешней среды. В холодные и теплые годы данный признак меняется однотипно – сдвиг его количественных показателей направлен только в сторону большей самофертильности. Увеличение в семенном генофонде потомств от засухоустойчивых форм – это типичная специфическая реакция, видоспецифический отклик деревьев и популяций на действие таких естественных стрессоров как температура и влажность. По сравнению с инбридингом она имеет более низкий порог чувствительности и другой алгоритм действия. Генетически основанная устойчивость закрепляется от поколения к поколению по наследству. При долговременном селекционном давлении, как это имело место на границе лесостепной и степной зоны, обе реакции вели к выработке засухоустойчивости у сосны, к формированию локальных лесных экосистем, способных не только выживать, но и воспроизводиться в экстремальных условиях. Обсуждается, почему самая сильная, но средняя по срокам засуха 2010 г. (вошла в число 3-х наиболее жестких засух за всю историю метеонаблюдений в России) в условиях лесостепи меньше нарушила генеративную сферу, чем более слабые и ранние засухи 1991 и 1995 гг.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ МОРФО-АНАТОМИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ ХВОИ У СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КУЛЬТУРАХ

С.Р. Кузьмин

Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Красноярск, Россия; E-mail: skr_7@mail.ru

CHARACTERISTICS OF MORPHO-ANATOMICAL NEEDLE TRAITS IN SCOTS PINE IN PROVENANCE TRIALS

S.R. Kuzmin

V.N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch,
Krasnoyarsk, Russia; E-mail: skr_7@mail.ru

Исследована эндогенная изменчивость плотности устьиц и размеров хвои в кроне деревьев контрастных климатипов сосны обыкновенной в географических культурах в Средней Сибири. Оценивалось влияние таких факторов, как «часть кроны по вертикальному профилю», «направление кроны», «возраст хвои». Выявлено, что плотность устьиц строго не связана с морфологическими параметрами хвои, имеющей схожие закономерности изменчивости у исследуемых климатипов сосны. Основное влияние на варьирование размеров хвои в пределах кроны оказывает фактор «часть кроны по вертикальному профилю», в варьировании плотности устьиц основная доля влияния принадлежит взаимодействию исследуемых факторов. В общей дисперсии варьирования размеров хвои в гео-

графических культурах основная доля влияния на признаки принадлежит «климатипу», в дисперсии плотности устьиц – «взаимодействию» исследуемых факторов.

Значительные различия между климатипами отмечаются по длине хвои. По плотности устьиц различия между климатипами сосны проявляются в хвое, взятой только в определенной части кроны. Так, различия между контрастными по происхождению климатипами сосны хорошо диагностируются на юго-восточной стороне кроны исследуемых деревьев, на противоположной северо-западной стороне различия отсутствуют. Кроме того, существенные различия между климатипами сосны обыкновенной проявляются в верхней и нижней частях кроны. Дисперсионным анализом, выполненным на выборках хвои трех климатипов сосны, отмечается погодичная изменчивость исследуемых признаков хвои. Таким образом, достоверные статистические различия по плотности устьиц и размерам хвои между контрастными происхождениями сосны обусловлены специфичной адаптивной реакцией климатипов на изменения погодных условий и других экологических факторов в пункте испытания. Из трех анализируемых климатипов сосны у деревьев северного печенгского климатипа, более устойчивых к грибным патогенам, выявлена короткая и широкая хвоя с наименьшей плотностью устьиц. Деревья южного чемальского климатипа, значительно подвергающиеся заболеваниям, вызываемым грибными патогенами, имеют крупные размеры хвои и большее число устьиц. Результаты исследований показывают, что при сравнении ассимиляционного аппарата разных деревьев, в особенности при исследовании устьичного аппарата, важно учитывать положение хвои в кроне исследуемых деревьев. Длина хвои и плотность устьиц могут служить идентификаторами внутривидовой изменчивости сосны обыкновенной.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке федерального агентства по образованию (проект СФУ 1.7.09), проектов РФФИ №№ 11-04-00246 и 11-04-00063.

АНАЛИЗ ЛЕСОСЕМЕННОГО РАЙОНИРОВАНИЯ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В СРЕДНЕЙ СИБИРИ

Н.А. Кузьмина, С.Р. Кузьмин

Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Красноярск, Россия;

E-mail: kuz@ksc.krasn.ru

ANALYSIS OF FOREST SEED ZONING OF SCOTS PINE IN CENTRAL SIBERIA

N.A. Kuzmina, S.R. Kuzmin

V.N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch,

Krasnoyarsk, Russia; E-mail: kuz@ksc.krasn.ru

Лесосеменное районирование является одним из основных резервов повышения продуктивности и устойчивости искусственных насаждений. Существующие в лесном хозяйстве России правила по перемещению семян основных древесных пород требуют уточнений в связи с накопленной информацией о результатах исследований серии географических культур, созданных в 70-е годы.

В связи с этим, географические культуры, созданные в Средней Сибири (Богучанское лесничество Красноярского края) из 84 климатических экотипов, 40% из которых представляют сибирские сосновые популяции, являются уникальной генетической коллекцией для объективной оценки географической изменчивости наследственных свойств сосны обыкновенной. Исследования сохранности, интенсивности роста, объема и качества ствола, запаса древесины, морфологических признаков ассимиляционного аппарата и генеративных органов, устойчивости к грибным патогенам сосны в географических культурах являются научной основой для рекомендаций по уточнению лесосеменного районирования сосны обыкновенной в регионе. В результате исследований рекомендуется:

1. Расширить территорию Ангара-Илимского (№56) лесосеменного района, присоединив к нему следующие районы и подрайоны: №47 – Средне-Енисейский (а, б); №48

– Тунгусский (а, б, в); №57 – Верхне-Ленский (а); №58 – Южно-Ангарский (а, б, в); №55 – Томский (б, г, д).

2. В случае хронического отсутствия урожаев семян, поставщиками семян для плантационного лесовыращивания сосны обыкновенной в регионе на дерново-подзолистых и темно-серых лесных почвах могут быть следующие лесосеменные районы, подрайоны и предприятия (лесничества): №5 Южнокарельский лесосеменной район, предприятия Пудожское и Сортовальское; №6 Верхнедвинской (б), предприятие Корткеросское; №49 Приленский (б), предприятие Мамское Иркутской области; №47 Средне-Енисейский (а) предприятие Нижне-Енисейское Красноярского края; №57 Верхне-Ленский (а), предприятие Усть-Кутское Иркутской области; №48 Тунгусский (в), предприятие Катангское (ю) Иркутской области.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ, проект № 11-04-00246.

БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО БЕЛАРУСИ

Д.В. Кулагин

Институт леса НАН Беларуси, Гомель, Беларусь; E-mail: aqua32@mail.ru

BIOTECHNOLOGICAL ASPECTS OF RATIONAL GENETIC RESOURCES MAN- AGEMENT OF OAK PEDUNCULATE IN BELARUS

D.N. Kulagin

Institute of Forest, National Academy of Sciences of Belarus, Gomel, Belarus;

E-mail: aqua32@mail.ru

Дуб черешчатый является одной из наиболее ценных твердолиственных пород Беларуси. Однако в настоящее время наблюдается снижение биологической устойчивости дубрав Беларуси, происходят их деградация и усыхание. По этой причине актуальными являются разработки в области сохранения и восстановления дубрав. Одним из подходов к решению поставленной задачи является применение методов биотехнологии растений, которые всё шире используются в лесном хозяйстве. Названная группа методов (микрореклональное размножение, криосохранение и др.) позволяет осуществлять как репродукцию, так и длительное сохранение генетического материала дуба черешчатого. При этом возможно преодоление недостатков традиционных способов размножения породы: варьирования плодоношения по годам, непродолжительного периода хранения желудей, относительно низкой эффективности вегетативного размножения.

В настоящее время в Институте леса НАН Беларуси проводится разработка методов микрореклонального размножения дуба черешчатого. Для получения асептических культур нами использовался как материал взрослых деревьев, так и ювенильные стадии развития (зародыши, сеянцы). Взятие материала взрослых деревьев проводилось с селекционно-отобранных форм для целей их сохранения и размножения. Использование ювенильных стадий связано с возможностью мультипликации большого количества генотипов, происходящих из элитных насаждений. Материнскими служили взрослые растения и сеянцы дуба черешчатого. Исходным материалом служили ветви от 0.5 до 2 см в диаметре, срезанные с деревьев в возрасте 60–80 лет, и трехмесячные сеянцы дуба черешчатого. В качестве эксплантов использовались неодревесневшие фрагменты стеблей длиной 1–1.5 см, содержащие, по крайней мере, один узел.

Стерилизация включала обработку эксплантов поверхностно-активными веществами, промывку проточной водой в течение 40–60 минут, обработку 70%-ным раствором этанола в течение 1–2 минут и 0.1% раствором диацета в течение 3 минут. После стерилизации стерилизующий агент удалялся отмытием эксплантов в стерильной дистиллированной воде. Для предотвращения избыточного образования экссудатов полифенольной

природы, экспланты перед помещением на питательные среды выдерживались в растворе аскорбиновой кислоты (1 мг/л). Для культивирования использовались питательные среды, включающие макросоли среды GD, дополненные микролями и органическими добавками среды MS. Кроме того, в состав сред вводились регуляторы роста. В ходе культивирования эксплантов проводилось их регулярное пассирование с чередованием среды со стимуляторами роста и без них.

Нами были получены асептические культуры дуба черешчатого из различных источников. В процессе культивирования эксплантов происходило изменение их морфологии: были инициированы развитие побегов из пазушных почек, каллусообразование, ризогенез. Наиболее эффективно было применение среды, содержащей 1 мг/л 6-БАП для индукции роста на эксплантах, взятых от ювенильных растений, и совместное применение БАП и ИМК в концентрации 1 мг/л для старовозрастных деревьев. Полученные *in vitro* побеги после месяца культивирования подвергались микрочеренкованию, при этом средний коэффициент мультипликации составил 1.5–3.3. Ювенильный материал в культуре *in vitro* имел большую скорость роста и морфогенный потенциал. Для асептических культур ювенильных стадий были проведены этап укоренения микропобегов и их высадка в почвенный субстрат, где они успешно прошли стадию адаптации. Для индукции развития побегов на материале, собранном на взрослых деревьях, необходим тщательный подбор условий и соблюдение режимов культивирования, микроразмножение данного материала проходило только на стадии *in vitro*.

ОСОБЕННОСТИ ЕСТЕСТВЕННОГО ВОЗОБНОВЛЕНИЯ СОСНЫ В ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕЗЕРВАТАХ ПОДЗОНЫ ХВОЙНО- ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСОВ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А.Г. Лебедев

Вятская государственная сельскохозяйственная академия, Киров, Россия;

E-mail: canis_aureus@mail.ru

NATURAL PINE REGENERATION IN GENETIC RESERVES OF CONIFEROUS AND BROADLEAF FORESTS IN KIROV REGION

A.G. Lebedev

Vyatka, State Agricultural Academy, Kirov, Russia; E-mail: canis_aureus@mail.ru

Выделение генетических резерватов сосны и ели в лесах Кировской области проводилось, в основном, в период с 1980 по 1992 гг. В них включались приспевающие, спелые и перестойные наиболее продуктивные насаждения, произрастающие на сравнительно богатых почвах. В подзоне хвойно-широколиственных лесов региона это были, как правило, сосняки и ельники кисличные, сосняки липовые. В генетических резерватах сосны обыкновенной в настоящее время имеется большое количество спелых, а также перестойных древостоев в возрасте 150-170 лет. Обследование генетического резервата сосны в Бурецком участковом лесничестве Вятскополянского лесничества (левобережье р. Вятка) показало, что во всех спелых и перестойных насаждениях имеется большое количество деревьев, поражённых сосновой губкой и раком серянкой. Санитарное состояние насаждений ухудшается также в связи с проведённой ранее подсочкой деревьев. При этом в некоторых выделах генрезервата она проводилась дважды на одних и тех же деревьях. Карры двухсторонние. Межкарровые ремни, имеющие ширину 20-25 см при диаметре ствола 44-52 см, не обеспечивают нормальное питание деревьев, что ухудшает их биологическое состояние. Под влиянием указанных негативных факторов происходит интенсивное отмирание деревьев.

В связи с наличием густого подлеска липы подрост сосны отсутствует. Под пологом материнских насаждений сосны в большом количестве появился самосев ели. Во многих древостоях за счёт этого подрост сформировался второй ярус ели. В генрезервате

идёт интенсивная смена сосны елью. Отмеченные негативные явления приведут к потере генофонда высокопродуктивной бурецкой сосны.

В связи с отсутствием подроста естественная смена старого поколения сосны молодым невозможна. Поэтому наиболее оптимальным вариантом решения проблемы сохранения генофонда сосны в резервате является проведение рубок обновления перестойных саморазрушающихся древостоев, которые за счёт сопутствующего и частично последующего возобновления обеспечат самовоспроизведение вида без потери его природной генетической изменчивости. Эти рубки необходимо провести во многих генрезерватах подзоны хвойно-широколиственных лесов Кировской области.

ОРГАНОГЕНЕЗ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*PINUS SYLVESTRIS* L.) В КУЛЬТУРЕ *IN VITRO*

В.Г. Лебедев, К.А. Шестибратов

Филиал Института биоорганической химии им. академиков М.М.Шемякина
и Ю.А.Овчинникова, Пушкино, Россия; E-mail: vglebedev@mail.ru

ORGANOGENESIS OF SCOTS PINE (*PINUS SYLVESTRIS* L.) IN CULTURE *IN VITRO*

V.G. Lebedev, K.A. Shestibratov

Puschino Branch of Shemyakin and Ovchinnikov Institute of Bioorganic Chemistry,
Russian Academy of Sciences, Moscow Region, Puschino, Russia;
E-mail: vglebedev@mail.ru

Хвойные породы считаются наиболее сложными объектами в культуре растений *in vitro*, поэтому разработка эффективной системы клонального микроразмножения для этих видов до сих пор является актуальной задачей. Эта технология необходима как для быстрого размножения элитных генотипов, так и для улучшения растений методами генной инженерии. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) является одной из основных лесообразующих пород в России, занимая второе место после лиственницы, и ее древесина находит самое широкое применение.

В нашей лаборатории была разработана методика клонального микроразмножения сосны обыкновенной из 2-хнедельных проростков, включающая индукцию почек, мультипликацию и укоренение побегов, а также акклиматизацию растений в условиях теплицы. Из протестированных сред MS, PM1, SH, WPM, TE и DCR наилучшие результаты были получены на средах PM1 и SH. Для индукции почек использовали цитокинины 6-БАП, кинетин, зеатин, 2iP и ТДЗ в различных концентрациях. Кинетин и 2iP в незначительной степени стимулировали органогенез, тогда как 6-БАП и зеатин в высоких концентрациях способствовали индукции почек. Были определены оптимальные условия пульсовой обработки эксплантов 6-БАП. Также было изучено влияние на рост растений длины светового дня, интенсивности освещения, нитрата серебра, витаминов и аминокислот. В ряде вариантов отмечалось спонтанное укоренение эксплантов. В результате комбинации вышеперечисленных факторов нам удалось добиться образования после 2-го пассажа до 7-8 побегов/эксплант, часть из которых могла быть отделена для самостоятельного культивирования. Для укоренения микропобегов сосны мы использовали среды PM1, SH и DCR, которые оказались более эффективными для образования корней. НУК индуцировала укоренение в большей степени, чем ИМК. Темновая обработка и тип желирующего агента оказали существенное влияние на корнеобразование. Пульсовая обработка побегов НУК позволили довести частоту укоренения до 44%. Укорененные растения сосны были успешно адаптированы в теплице. В настоящее время мы ведем работу по дальнейшему совершенствованию методики микроразмножения сосны обыкновенной – повышению коэффициента размножения и частоты укоренения побегов.

ОБЪЕКТЫ ЕДИНОГО ГЕНЕТИКО-СЕЛЕКЦИОННОГО КОМПЛЕКСА (ЕГСК) КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ И РЕСПУБЛИКИ ХАКАСИЯ

Г.М. Лозицкая, И.П. Дыгало, Е.Н. Шапрун

Российский центр защиты леса – Центр защиты леса Красноярского края, Красноярск,
Россия; E-mail: Les-sem@protect.akadem.ru

OBJECTS OF UNITED GENETICS AND BREEDING COMPLEX IN KRASNOYARSK TERRITORY AND KHAKASSIA REPUBLIC

G.M. Lozitskaya, I.P. Dygalo, E.N. Shaprun

Russian Center of Forest Protection – Center of Forest Protection of Krasnoyarsk Territory,
Krasnoyarsk, Russia; E-mail: Les-sem@protect.akadem.ru

Создание постоянной лесосеменной базы для лесовосстановления в Красноярском крае и Республике Хакасия было начато в 60-е годы прошлого века. Первоначально это были постоянные и временные лесосеменные участки, с которых заготавливались семена лесных растений. В 70-х годах отбираются плюсовые деревья, закладываются лесосеменные плантации первого порядка и коллекционно-маточные участки. В эти же годы была запущена государственная программа по закладке серии географических культур в разных регионах России, в том числе в Красноярском крае: в Богучанском, Туруханском, Козульском, Ермаковском, Ужурском лесничествах и в Туимском лесничестве Республики Хакасия. Начиная с 1980 г., планомерно создавались и формировались новые объекты ЕГСК. Наличие объектов ЕГСК на 01.01.11 г. представлено в таблице. В селекционных работах использовали плюсовые деревья лиственницы сибирской, сосны кедровой сибирской.

Таблица. Наличие объектов ЕГСК по Красноярскому краю и Республике Хакасия

Наименование объекта ЕГСК	Красноярский край	Республика Хакасия
Плюсовые деревья, шт.	625	668
Плюсовые насаждения, га	83,4	199,0
ПЛСУ, га	732,1	243,0
ЛСП, га	71,0	234,7
Архивы клонов, га	23,1	3,5
Испытательные культуры, га	30,9	4,5
Географические культуры, га	43,1	4,0
ЛПР, га	2556,0	-
Маточные плантации, га	0,5	22,0

Основной проблемой организации лесного селекционного семеноводства является несовершенство законодательной базы. Передача полномочий по организации воспроизводства лесов (за исключением семеноводства) субъектам Российской Федерации (ст. 84 п. 4 Лесного кодекса РФ) и отсутствие полномочий по лесному семеноводству в лесном кодексе привели к тому, что финансирование по субъектам не обеспечено. Федеральные субвенции на ведение семеноводства не выделяются. Государственная финансовая поддержка в виде объявленных государственных конкурсов по созданию и содержанию объектов ЕГСК ничтожно мала. В 2010 году конкурс вообще не объявлялся. Новые объекты ЕГСК субъектами не закладываются, потому что все затраты на их создание признаются нецелевыми. Ранее заложенные объекты ЕГСК без регулярных агротехнических и лесоводственных уходов теряют свое назначение и приходят в негодность. В 2010 году Красноярской лесосеменной станцией и отделом генетики и селекции Центра защиты леса Красноярского края начаты работы по проведению генетической паспортизации архивов клонов Ермаковского, Абазинского и Усть-Бюрского лесничеств.

СОСТОЯНИЕ И ВОЗМОЖНЫЕ МЕРЫ ОХРАНЫ РЕЛИКТОВОЙ ИЛЬМОВОЙ РОЩИ В ЗАБАЙКАЛЬСКОМ КРАЕ

В.П. Макаров

Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита, Россия;
E-mail: vm2853@mail.ru

CONDITION AND POSSIBLE MEASURES OF PROTECTION OF THE RELIC ELM GROVES IN TRANSBAIKALIAN TERRITORY

V.P. Makarov

Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology, Russian Academy of Sciences, Siberian
Branch, Chita, Russia; E-mail: vm2853@mail.ru

Ильмовые рощи паркового типа характерны для самых южных лесостепных районов Забайкальского края. Приурочены они к наиболее теплым местообитаниям, к песчаным слабозадернованным почвам. Ильмовая роща – особо охраняемая природная территория, памятник природы регионального уровня с 1991 года. Общая площадь рощи – 2,25 га. Эта единственная на территории Забайкальского края ильмовая роща, где сохранились экземпляры ильма приземистого (*Ulmus pumila* L.), реликта третичного периода, достигшего возраста более 250 лет. Расположена роща вблизи п. Гавань Кыринского района, в пойме реки Кыра. Роща включает около 60 деревьев. Полнота древостоя – 0,5. Средняя высота – 12 м. Диаметр около половины деревьев в среднем – 1,3 м. Старые деревья сильно повреждены, с усыхающей кроной. Часть растений (8 шт.) погибли. Есть несколько спиленных деревьев. Состав древостоя одновидовой.

Проективное покрытие травяного покрова 40-50%, средняя высота 30 см. Травяной покров образуют астра альпийская (*Aster alpinus*), василистник придатковый (*Thalictrum appendiculatum*), колосняк китайский (*Leymus chinensis*), гвоздика разноцветная (*Dianthus versicolor*), герань волосистоцветковая (*Geranium erianthum*), девясил британский (*Inula britannica*), шпорник крупноцветковый (*Delphinium grandiflorum*), крапива коноплевая (*Urtica cannabina*), лапчатка норвежская (*Potentilla norvegica*), мак голостебельный (*Papaver nudicaule*), одуванчик рогатый (*Taraxacum ceratophorum*), подорожник средний (*Plantago media*), полынь метельчатая (*Artemisia scoparia*), полынь холодная (*Artemisia frigida*), ячмень короткоостый (*Hordeum brevisubulatum*). Возобновление ильма отмечается только по южной границе древостоя (5-6 шт. на м²), где наименьшее воздействие оказывает выпас скота.

Нахождение памятника природы вблизи населенного пункта создает определенную опасность для дальнейшего сохранения рощи. Об этом свидетельствуют следы спила отдельных деревьев, гибель и повреждение подроста ильма в результате неограниченной пастбы скота. Для сохранения сообщества важно произвести огораживание территории рощи, исключающее повреждение животными, поставить рядом информационный указатель, содержащий сведения о важности сохранения этого участка, проводить разъяснительную работу среди местного населения. Необходимо также сбор семян ильма для последующей репродукции в культуре. Важно также создание на базе Института природных ресурсов, экологии и криологии хранилища семян редких популяций древесных растений. Это позволит сохранить, и в последующем использовать ценный генетический материал.

**РОСТ И СЕМЕНОШЕНИЕ КЛОНОВ И ПОЛУСИБОВ ПЛЮСОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ
КЕДРА СИБИРСКОГО НА ОБЪЕКТАХ СИБГТУ В ЗАПАДНО-САЯНСКОМ
ОПЫТНОМ ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

Р.Н. Матвеева, О.Ф. Буторова

Сибирский государственный технологический университет, Красноярск, Россия;

E-mail: selekcia@sibstu.kts.ru

**THE GROWTH AND SEED FORMATION IN CLONES AND HALF-SIBS
OF *PINUS SIBIRICA* PLUS TREES ON OBJECTS OF SIBSTU
IN WESTERN SAYANSK EXPERIMENTAL FOREST**

R.N. Matveeva, O.F. Butorova

Siberian State Technological University, Krasnoyarsk, Russia;

E-mail: selekcia@sibstu.kts.ru

Большое разнообразие природных условий в пределах ареала обуславливает значительную дифференциацию генофонда основных лесообразующих пород, в частности, кедр сибирского, и, соответственно, разный лесоводственный эффект при использовании семенного потомства. Создание кедровых плантаций принципиально отличается необходимостью селекции на семенную или стволовую продуктивность. Отбор экземпляров, отличающихся ранним репродуктивным развитием, высокой урожайностью, и их размножение позволит получить сортовой посадочный материал, использование которого ускорит период вступления кедровой плантации в стадию семеношения.

Опытная плантация кедр сибирского, где собрана коллекция вегетативного и семенного потомства плюсовых деревьев, отобранных по стволовой и семенной продуктивности в Новосибирской, Иркутской областях, была заложена в Западно-Саянском опытном лесном хозяйстве (Танзыбейское лесничество Ермаковского лесхоза Красноярского края) в 1991-1993 гг. Участок, выбранный под плантацию, находится в оптимальных условиях произрастания кедр сибирского и входит в горно-таежно-черневой подрайон Северосаянского лесосеменного района. Схема размещения растений – 8х8 м.

Возраст плюсовых деревьев кедр сибирского, отобранных по стволовой продуктивности, с которых были заготовлены семена, черенки для создания лесосеменных плантаций, равен 220-260 лет. Процент превышения плюсовых деревьев составил по высоте до 25 %, диаметру ствола – до 69 % в сравнении со средними таксационными показателями насаждений. Наибольшим превышением по высоте отличались плюсовые деревья новосибирского происхождения № 13/13, 132/96; по диаметру ствола - 114/78, 132/96, 140/104.

Плюсовые деревья, выделенные по семенной продуктивности, отличались высокой многолетней удельной энергией семеношения, определенной как отношение среднего числа шишек на дереве за последние десять лет к диаметру ствола. Высокоурожайными являются плюсовые деревья 90/54, 109/73 Новосибирской области и 55-19, 56/20 Иркутской области. Сравнительно крупные шишки (средняя длина 7,6-8,3 см) с количеством семян в шишке 103-122 шт. формируются на деревьях № 92/56, 96/60, 100/64, 101/65 Новосибирской области.

Исследования показали, что высота 21-25-летних семей полусибов варьирует от 3,0 до 4,4 м, диаметр ствола – от 4,6 до 10,4 см, кроны – от 1,4 до 2,6 м. Начало семеношения отмечено в 21-летнем возрасте. Высота 24-летних клонов разных плюсовых деревьев составила 2,5-3,3 м, диаметр ствола – 3,6-6,7 см, кроны – 1,4-2,1 м. Первые шишки сформировались в 11-летнем возрасте. К 24-летнему возрасту шишки и макростробилы были у 7,1-35,7 % рамет 14 клонов. Выделены некоторые раметы и полусибы, отличающиеся интенсивным ростом и ранним вступлением в репродуктивную стадию, которые целесообразно использовать для размножения вегетативным способом при создании плантаций

следующих поколений, отличающихся быстрым ростом и ранним репродуктивным развитием.

**«ОСТРОВНЫЕ» ЕЛЬНИКИ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ
В СОВРЕМЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ**

Е. В. Матюшевская, В. Н. Киселев, А. Е. Яротов, П. А. Митрахович

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь;

E-mail: katerina.vm@gmail.com

**ISOLATED SPRUCE STANDS IN BELORUSSIAN POLESIE UNDER CURRENT
CLIMATIC CONDITIONS**

E.V. Matsiushevskaya, V.N. Kisieliou, A.E. Jarotou, P.A. Mitrachovich

Belarus State University, Minsk; Maxim Tank Belorussian State Pedagogical University,

Minsk, Belarus; E-mail: katerina.vm@gmail.com

«Островные» ельники Белорусского Полесья занимают локальные понижения с иллювиально-гумусово-железистым подзолом на междуречьях или с дерново-подзолисто-заболоченными песчаными почвами по окраинам низинных болот. Преобладающий тип леса – ельник черничный. После мелиоративного освоения болот и заболоченных земель, сплошных рубок в XIX и XX вв. и аварии на Чернобыльской АЭС Белорусское Полесье превратилось в регион, экологическое напряжение в котором усиливается современными климатическими реалиями. «Островные» ельники по этой причине приобретают исключительную значимость для определения устойчивости лесных экосистем в условиях измененной природной среды при одновременном влиянии антропогенных и естественных факторов.

Погодно-климатические условия региона за период инструментальных наблюдений, начиная с 1880-х гг., определяются двумя эпохами: первой – влажной (среднегодовое количество осадков на метеостанции Василевичи 716 мм) и второй – неустойчиво влажной (в Василевичах 612 мм, в Бресте 597 мм осадков), разделенных резким краткосрочным похолоданием в начале 1940-х гг. Во второй эпохе выделены две фазы до и после 1940 г.: похолодания (среднегодовая температура в Василевичах 6,4°C, в Бресте 7,3°C) и потепления (соответственно 6,8°C и 7,8°C).

Крайне угнетенное состояние ели после первой четверти XIX в. в западной части Полесья, на которой не выполнялась осушительная мелиорация, прослеживается до начала 1940-х гг. с глубоким экстремумом в приросте в 1840–1860-х гг. В восточной части региона, где осушение болот было проведено Западной экспедицией И. И. Жилинского в 1873–1898 гг., угнетенное состояние сохранившегося древостоя прекратилось в конце XIX в. Переход ели в «островных» локалитетах Полесья от крайнего угнетения к появлению изменчивости ширины годичных колец является индикатором уменьшения атмосферных осадков и снижения обводненности заболоченных территорий в результате осушительной мелиорации.

В изменении структуры стандартизированной хронологии радиального прироста ели (приростные индексы определены с применением 5-летнего скользящего сглаживания) четко выделяются переломные моменты в 1940 и 1976 гг., при переходе через которые менялась не только дисперсия индексов прироста, но и чувствительность ели к климатическому фактору независимо от возраста и состояния древостоя. У ели в «островных» локалитетах до 1976 г. отсутствовала статистически значимая связь индексового прироста с температурой воздуха и осадками, несмотря на изменения ее чувствительности к этим факторам и динамику в дисперсии этого прироста в переломный 1940 г. Их параметры определили относительно однородный климатический фон до и после этого года (тепло + влажно и холодно + сухо). Зависимость индексового прироста от метеофакторов при потеплении климата после 1976 г. определялся водными условиями эдафотопы.

Угнетение ели на дерново-подзолистых заболоченных песчаных почвах в западной части Полесья с глубиной залегания грунтовых вод 1,8 м (после осушения болот) вызвано лимитирующим влиянием температуры месяцев активного роста (май + июнь), а не осадков. При неизменности глубины залегания вод на немелиорированных территориях (майский уровень 0,5 м) зависимость изменчивости индексного прироста от метеофакторов не возникла. Индексный прирост ели на подзолах с плотным иллювиально-гумусово-железистым горизонтом, не проникаемым для корней, приобрел прямую связь с температурой воздуха и осадками безлистного (октябрь – апрель), а не вегетационного периода при залегании вод в мае глубже 1,6 м в зоне влияния мелиоративных систем на их уровень режим. Причина, по всей видимости, заключена в невозможности ели использовать минеральные ресурсы водоносного горизонта и в подавлении микробиологической активности почвы в условиях малоснежных зим, появившихся при потеплении климата.

**ОЦЕНКА ПОПУЛЯЦИОННЫХ КУЛЬТУР, КАК ОДНОГО ИЗ ОСНОВНЫХ
МЕТОДОВ СОХРАНЕНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ
ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ВИДОВ, НА ПРИМЕРЕ БЕЛЫХ БЕРЕЗ
(*BETULA PENDULA* ROTH, *B. PUBESCENS* ERHR.)**

А.К. Махнев

Ботанический сад УрО РАН, Екатеринбург, Россия; E-mail: afrmah@rambler.ru

**ASSESSMENT OF POPULATION CULTURES AS ONE OF THE BASIC METHODS
OF FOREST SPECIES GENETIC RESOURCES CONSERVATION: STUDY CASE
OF WHITE BIRCHES (*BETULA PENDULA* ROTH, *B. PUBESCENS* ERHR.)**

A.K. Makhnev

Botanical Garden, Russian Academy of Sciences, Ural Branch, Ekaterinburg, Russia;
E-mail: afrmah@rambler.ru

На рубеже XXI века проблема сохранения генетических ресурсов лесобразующих видов, включая такие ценные лиственные, как дуб и белые березы, резко обострилась и требует решения, прежде всего, в части корректного определения основных направлений и новых совершенных методов сохранения генетических ресурсов. Следует отметить, что объективно намеченное еще в конце прошлого века основное направление сохранения лесных генетических ресурсов, в частности, путем создания систем лесных генетических резерватов на все главные лесобразующие виды, уже на начальном этапе практической реализации проекта привело к возникновению ряда неизбежных проблем, особенно в крупных промышленных центрах, например, на Урале [Махнев, 2010]. Поэтому, естественно, возник вопрос о необходимости поиска и незамедлительной реализации на практике перспективных новых, адекватных современной ситуации методов сохранения биоразнообразия и генетических ресурсов ценных древесных пород. Причем, как известно, на один из этих методов – географических и популяционных культур обращалось внимание еще в первом издании Положения [Положение, 1982].

О целесообразности использования данного метода, прежде всего, свидетельствовал многолетний опыт испытания географических и лесотипологических культур, полученный в России и за рубежом, в основном по хвойным породам [Правдин, 1961; Коновалов, Пугач, 1978]. Соответствующие исследования и опыты по лиственным породам, в частности, белым березам: повислой и пушистой (*Betula pendula* Roth, *B. pubescens* Ehrh.), заложенными в 1978 г. на Среднем Урале, показали, что лесотипологические провенции стабильно (от 5-ти до 20-летнего возраста) отражают специфические эколого-биологические свойства испытываемых видов, в том числе такие, как энергия роста, интенсивность окраски коры или степень опушения побегов у березы пушистой и обилие бородавочек на побегах у березы повислой [Махнев, 2010]. Интересно, что аналогичные

результаты были получены и при испытаниях в данных популяционных культурах высотно-поясных провениенций этих же лесообразующих видов белых берез (таблица).

Таким образом, испытание провениенций в популяционных культурах белых берез на Среднем Урале показало, что данный метод может быть принят как один из основных эффективных для сохранения биоразнообразия и генетических ресурсов лесообразующих видов.

Таблица. Результаты испытания высотно-поясных провениенций белых берез на Среднем Урале

Горно-растительный пояс	Эколого-лесоходственные показатели березы в возрасте 5 лет		
	Высота растений (потомства), см	Опушение побегов, баллы	Окраска коры, баллы
<i>Betula pubescens</i> Ehrh.			
Тундра	37.2	1.3	4.71
Подгольцовый	24.2	1.2	4.75
Горнолесной	75.2	2.2	4.98
<i>Betula pendula</i> Roth			
Горнолесной	62.8	-	4.61

О ПЕРСПЕКТИВАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ (КРУПНЫХ ЗОЛОТВАЛОВ ТЭС) ДЛЯ СОЗДАНИЯ КУЛЬТУРГЕНРЕЗЕРВАТОВ ГЛАВНЫХ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ВИДОВ

Н.Е. Махнева, А.К. Махнев

Ботанический сад УрО РАН, Екатеринбург, Россия; E-mail: afrmah@rambler.ru

PROSPECTIVE OF DISTURBED LANDS (BIG ASH-DISPOSAL AREAS OF TPS) FOR CREATION OF GENE RESERVE PLANTATIONS OF MAIN FOREST-FORMING SPECIES

N.E. Makhneva, A.K. Makhnev

Botanical Garden, Russian Academy of Sciences, Ural Branch, Ekaterinburg, Russia; E-mail: afrmah@rambler.ru

Как известно, в крупных промышленных центрах, в частности на Среднем и Южном Урале, в результате высоко развитого промышленного производства и, соответственно, образования большого количества нарушенных земель и деградации растительности, в том числе лесной, возникли и существуют две взаимосвязанные трудно разрешимые проблемы: 1. Необходимость биологической рекультивации нарушенных земель разных категорий [Колесников, 1974]; 2. Сохранение биоразнообразия генетических ресурсов в условиях острого дефицита таковых лесообразующих видов [Махнев, 2010].

Что касается первой проблемы, то она решается уже несколько десятилетий в научном и практическом отношении. В частности, разработана классификация промышленных отвалов [Колесников, Пикалова, 1974]. Разработаны экологические основы и методы рекультивации золоотвалов ТЭС [Махнев и др., 2002]. Для решения второй проблемы в настоящее время предпринимается активный поиск альтернативных путей существующему методу лесных генетических резерватов на базе естественных насаждений. Как показал большой исторический опыт, с этой целью могут быть успешно использованы географические и популяционные культуры.

Нами в настоящей работе предпринята попытка показать, что для сохранения генетических ресурсов лесообразующих видов могут эффективно использоваться культурдендроценозы (или культургенрезерваты), созданные на золоотвалах из семян, заготовленных

в плюсовых насаждениях или лесных генетических резерватах. Это, в частности, показано на примере посадок сосны обыкновенной, лиственницы сибирской (алтайского происхождения), а также ели сибирской и белых берез *Betula pendula* Roth и *Betula pubescens* Ehrh. Об этом, в частности, свидетельствуют следующие показатели культурдендроценозов: 1. Хорошая сохранность в 10-летнем и большем возрасте; 2. Высокая по сравнению с контролем (одновозрастными культурами на вырубках) энергия роста посадок и сравнительно раннее вступление их в стадию семеношения; 3. В посадках практически отсутствует заболеваемость сосновым вертуном (*Melampsora pinitorqua*), распространенная в лесных культурах, созданных на вырубках.

ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СЕМЕННОГО ПОТОМСТВА КАРЛИКОВЫХ СОСЕН НА ЮГЕ СРЕДНЕЙ СИБИРИ

О.С. Машкина¹, И.В. Тихонова², Е.А. Евдокимова¹

¹Воронежский государственный университет, Воронеж, Россия;
E-mail: olga_mashkina@yahoo.com; ²Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН,
Красноярск, Россия; E-mail: selection@ksc.krasn.ru

CYTOGENETIC CHARACTERISTICS OF DWARF PINE SEED PROGENY IN THE SOUTH OF CENTRAL SIBERIA

O.S. Mashkina¹, I.V. Tikhonova², E.A. Evdokimova¹

¹Voronezh State University, Voronezh; E-mail: olga_mashkina@yahoo.com; ²V.N. Sukachev
Institute of Forest, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch, Krasnoyarsk, Russia;
E-mail: selection@ksc.krasn.ru

Как известно, на южной границе ареала, в лесостепной зоне, условия произрастания сосны обыкновенной варьируют от благоприятных до экстремальных. Вероятно, поэтому южные островные боры отличаются большим морфо-генетическим разнообразием [Правдин, 1964; Санников и др., 2002; Тихонова, 2003; Милютин и др., 2009]. Так как разнообразие растительного покрова в экстремальной среде является одним из ведущих факторов устойчивости экосистем, изучение адаптации *Pinus sylvestris* L. к условиям произрастания на разных уровнях организации вида (от популяций до клеток) необходимо для выявления механизмов устойчивости сосновых насаждений на границе ареала. В этой связи особый интерес представляют карликовые формы сосны, встречающиеся, как правило, только в крайне неблагоприятных, пограничных для вида условиях. В частности, достаточно перспективным в исследовании механизмов адаптации и генетических процессов, лежащих в основе приспособления древесных к неблагоприятным условиям произрастания, является цитогенетический анализ, что показали результаты исследований последних десятилетий [Буторина, 1989; Муратова, 1991; Муратова, Седельникова, 2004, и др.].

Исследования проводили в двух контрастных по комплексу почвенно-климатических условий популяциях: в Ширинском бору (в Хакасии) и Усманском бору (в Воронежской области). Первый растет в прохладном и засушливом климате на выходах горных пород, условия второго можно считать оптимальными для сосны обыкновенной. Материалом для исследования послужило семенное потомство от свободного опыления контрастных по росту групп карликовых и типичных деревьев Ширинского бора, а также семена типичных рослых деревьев Усманского бора. Материал для исследования собирали в течение трех лет (2007-2009 гг.).

Предварительная оценка лабораторной всхожести семян показала, что семена деревьев из Ширинского бора отличаются в 1.8-2.0 раза более низкой всхожестью по сравнению с семенами из Усманского бора. Различия между семенами карликов и типичных деревьев в Ширинском бору незначительны. Наиболее высокая вариабельность показателя наблюдалась у группы карликовых деревьев: пределы варьирования признака – 15.8 - 91.0%, коэффициент вариации – 54.3%.

Установлено, что частота патологий митоза (ПМ), по которой судят об интенсивности мутационного процесса в клеточных популяциях организма и о степени повреждения генетического материала, варьирует в зависимости от генотипических особенностей материнских деревьев и от климатических условий года во время опыления и развития семян. Полученные результаты свидетельствуют о том, что подавляющее большинство проанализированных деревьев из Ширинского бора находится в состоянии стресса, поскольку в семенном потомстве у них наблюдается существенное возрастание частоты ПМ и микроядер, расширение спектра ПМ по сравнению с Усманским бором. Наиболее высокая цитогенетическая изменчивость отмечена в потомстве карликов. В среднем, частота ПМ у них была в 2 раза выше по сравнению с нормально рослыми деревьями из Ширинского бора (5.5% и 2.6% соответственно) и в 5.5 раз (1%) по сравнению с деревьями из Усманского бора. В то же время группа карликовых деревьев неоднозначна по изучаемым признакам. Среди них встречаются деревья с очень высоким уровнем ПМ - до 18.7% (т.е. в 3 раза выше пределов нормальных значений уровня спонтанного мутирования) и широким спектром (11 типов) ПМ. У таких карликов нарушения в митозе отмечены для всех без исключения проанализированных проростков. Выявлены карликовые деревья, у которых потомство расщепляется по «нормальности» протекания митозов.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ №№ 11-04-92226-Монг_а и 11-04-98008-р_сибир_а, интеграционного проекта СО РАН № 53.

О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМАХ СОХРАНЕНИЯ ЛЕСНЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ СИБИРИ

Л.И. Милютин

Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Красноярск, Россия

SOME PROBLEMS OF FOREST GENETIC RESOURCES CONSERVATION IN SIBERIA

L.I. Milyutin

V.N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch,
Krasnoyarsk, Russia

Сохранение лесных генетических ресурсов – сложная задача, зависящая от многих факторов и решаемая различными методами. Наиболее распространенный путь решения этой проблемы – организация и функционирование заповедников, заказников и других особо охраняемых природных территорий (ООПТ). Для полноценного сохранения природных комплексов, по литературным данным, ООПТ должны занимать не менее 6% территории региона. В действительности, например, в Красноярском крае, ООПТ занимают существенно меньшую часть территории (4.2%). Но проблема не только в занимаемых площадях. Многие заповедники, например, расположены не в лесной зоне, или имеют своей целью не сохранение лесов, а другие задачи.

Своеобразным отечественным вариантом решения задачи сохранения лесных генетических ресурсов является выделение лесных генетических резерватов. Работы в этом направлении получили широкое развитие в ряде регионов России и бывших советских республик. Концепция создания генетических резерватов в целом имеет хорошее научное обоснование и может развиваться и совершенствоваться. Однако эта концепция, помимо некоторых методических недостатков, которые уже неоднократно обсуждались, имеет серьезные организационные недоработки. Лесные генетические резерваты не вошли в систему ООПТ, не включены в лесостроительную инструкцию и другие нормативные документы. Поэтому юридически эти резерваты остаются инициативным методическим руководством, не обязательным для выполнения и отчетности органами лесного хозяйства. Кроме того, не ясно, как организация резерватов вписывается в современную арендную форму ведения лесного хозяйства.

Эффективной мерой по сохранению и размножению особо ценных форм и генотипов является создание архивно-маточных плантаций, однако такие работы проводятся в явно недостаточном масштабе. Хорошие перспективы в деле сохранения лесных генетических ресурсов имеют опыты по культуре тканей *in vitro*, но эти работы пока слабо внедряются в практику лесного хозяйства.

Отдельной проблемой является перевод научно-производственных лесосеменных объектов (географические культуры, плантации и др.) в категорию особо ценных лесных участков. Эти работы затруднены длительными бюрократическими процедурами, что не способствует сохранению этих ценных объектов. Здесь есть вина и научных сотрудников, которые не всегда передают материалы на эти объекты органам лесного хозяйства...

В последние годы в мировой литературе широко обсуждается вопрос о сохранении лесных генетических ресурсов путем создания банков семян. Выдвигаются даже конкретные предложения о создании такого банка при Институте леса СО РАН. К сожалению, для проведения такой работы, кроме больших финансовых затрат, необходимы и серьезные методические разработки, т.к. вопросы длительного хранения и поддержания коллекций лесных семян изучены недостаточно. Таковы некоторые проблемы, от решения которых зависит успешное выполнение задач по сохранению лесных генетических ресурсов.

**СОХРАНЕНИЕ, ИНТРОДУКЦИЯ И СЕЛЕКЦИЯ ЭКЗОТОВ И РЕЛИКТОВ
В ЧАСТНЫХ ПУНКТАХ ИНТРОДУКЦИИ И В НАСАЖДЕНИЯХ
ВЫСОКОЙ ПРИРОДООХРАННОЙ ЦЕННОСТИ (ЛВПЦ)**

Г.В. Минлебаев

Поместье "Малая Волжская Булгария", Казань, Россия; E-mail: gusalbulg@yandex.ru

**CONSERVATION, INTRODUCTION AND SELECTION OF EXOTIC
AND RELICS IN PRIVATE LANDS OF INTRODUCTION
AND FOREST STANDS OF HIGH CONSERVATION VALUE**

G.V. Minlebaev

Private Arboretum, Nursery, Breeding Field Station "Malaja Volzhskaya Bulgaria",
Kazan, Russia; E-mail: gusalbulg@yandex.ru

Почвы России севернее 55 параллели сформировались за 10000 лет, после ледникового периода, только благодаря лесу. "Очищение" территории от леса для сельхозцелей запустило механизм уничтожения бедного почвенного плодородия лесных почв. После 1917 г., и особенно после 1954 г. ("целина"), темпы "сведения" природных ресурсов увеличивались. К XXI в. леса вырубili на склонах водотоков под пашни, водосборы распали до бровок оврагов и до уреза водотоков. В 2003 г. законодатели лишили природоохранного смысла водоохранные зоны – ввели их в сельхозугодья. Такие законодатели уничтожают земельные (овраги), почвенные (плодородие) и водные (гибель родников и ручьев, маловодье рек, что уже видно) ресурсы, что в свою очередь ведёт к уничтожению и биоразнообразия.

Как бывший главный экономист совхоза, ныне землевладелец (1991) и юрист, вижу, что актуальность рекультивации почв и земель, восстановления водных ресурсов, сохранения ценных "краснокнижников", экзотов и реликтов, т.е. рациональное природопользование безразличны государству и науке. Наука вынуждена заниматься "самовывиванием" и по сравнению с вышеизложенным - "мелочами". Как землевладелец, я должен и могу работать иначе, потому что, если знать и уметь думать, то это не сложно интеллектуально, физически и недорого.

Ныне Земельный и Лесной Кодексы РФ (ЗК и ЛК РФ) не запрещают гражданам иметь в собственности все виды природных ресурсов, ст. 9 Конституции даёт право обладать ими. Но не каждый гражданин сообразит и сможет, в зависимости от количества деревьев и их видов и площадей насаждений, создать коллекцию-арборетум, питомник

"краснокнижников", экзотов и реликтов, пункты интродукции и селекции, особо защитный участок леса (п. 3 подп. 3, 4, 5 ст. 102 ЛК РФ), частный ценный лес (п. 2 подп. 4 (б, г, д, е) ст. 102 ЛК РФ и Приказ МПР РФ от 22.01.2008 №13). Насаждения эти - также леса высокой природоохранной ценности (ЛВПЦ) или ООПТ. И такая деятельность является фермерством (Постановление Правительства №458 от 25.07.2006), а интродукция, селекция и сохранение видов - частной научной деятельностью. Полноценная интродукция возможна лишь при условии создания устойчивой лесной популяции [Лапин], в которой беспрепятственно осуществляется действие естественного отбора. Это возможно при большой численности особей (тысячи и более), разнообразии условий и необходимой площади ареала насаждений (десятки и сотни га), что обеспечит генетическое разнообразие и является условием сохранения вида (без вырождения). Т.о. ботсады со своими единичными экземплярами на 0.01 га абсолютно не удовлетворяют требованиям интродукции, - они лишь занимаются содержанием, по сути как в зоопарке, или охраной отдельных экземпляров вида, а не сохранением вида.

За рубежом иначе. Частные компании, владеющие землями и лесами ("Weyerhaeuser", США, 1990), производят и передают лесным фермерам улучшенные семена, что привело к увеличению "лесного урожая" в США на 300%. Я не слышал о лесах-плантациях из местных видов, улучшенных учеными-селекционерами России и дающими прибавку хотя бы в 50%. П.И. Лапин знал положение дел, когда в 1979 говорил об отсутствии интродукции лесных видов в СССР, что актуально и ныне в России - новые леса от ученых-интродукторов отсутствуют.

Я искал участок и получил деградированные земли, - плодородие уничтожено на 50%, и овраги росли со скоростью 2-10 м/год. Для лесомелиорации купил семена с фитосертификатами и микоризу в США, уже посадил порядка 10000 экз. из 30 видов "краснокнижников", реликтов и экзотов на 80 га. Ежегодно "добавляю" 2-5 га насаждений (на большее пенсии не хватает). "Создать" один гектар насаждений обходится ныне (2011 г.) не дороже 10000 рублей. В результате появился дёрн, т.е. остановлена эрозия почв, восстановлены родники, неуклонно повышается лесистость и биоразнообразие - таковы первые результаты моего эксперимента.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ЗАДАЧ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Ю.И. Молородов, А.М. Федотов

Институт вычислительных технологий СО РАН, Новосибирск, Россия

INFORMATION SYSTEMS FOR FOREST ECOSYSTEMS

Yu. Molorodov, A.M. Fedotov

Institute of Computational Technologies, Russian Academy of Sciences,
Siberian Branch, Novosibirsk, Russia

В работе рассмотрены основные принципы построения электронных ботанических коллекций лесных экосистем на основе материалов полевых работ. Информационные Системы, полученные на основе этих принципов, позволяют не только хранить связанную и формализованную информацию о видах растений, но и организовать расширенный поиск. Описаны некоторые реализованные коллекции по ботанике и биоразнообразию, представленные в сети Internet.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО И ЭКОСИСТЕМНОГО РАЗНООБРАЗИЯ ЛИСТВЕННИЦ В СИБИРИ И НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ РОССИИ

Е.Н. Муратова¹, Ю.Н. Журавлев², Л.И. Милютин¹, А.П. Исаев³, О.А. Зырянова¹,
Г.Д. Реунова², С.Г. Прокушкин¹, Т.С. Седельникова¹, Н.В. Орешкова¹,
А.Я. Ларионова¹, О.В. Квитко¹, М.М. Козыренко², Е.В. Артюкова²,
И.Ю. Адрианова², Е.А. Васюткина²

¹Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Красноярск, Россия;
E-mail: elena-muratova@ksc.krasn.ru; ²Биолого-почвенный институт ДВО РАН,
Владивосток, Россия; E-mail: reunova@ibss.dvo.ru; ³Институт биологических проблем
криолитозоны СО РАН, Якутск, Россия; E-mail: forest_forest@ibpc.ysn.ru

THE STUDY OF GENETICAL AND ECOSYSTEM LARCH DIVERSITY IN SIBERIA AND THE RUSSIAN FAR EAST

E.N. Muratova¹, Yu.N. Zhuravlev², L.I. Milyutin¹, A.P. Isaev³, O.A. Zyryanova¹,
G.D. Reunova², S.G. Prokushkin¹, T.S. Sedel'nikova¹, N.V. Oreshkova¹,
A.Ya. Larionova¹, O.V. Kvitko¹, M.M. Kozyrenko², E.V. Artyukova²,
I.Yu. Adrianova², E.A. Vasyutkina²

¹V.N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch,
Krasnoyarsk, Russia; E-mail: elena-muratova@ksc.krasn.ru; ²Institute of Biology and
Soil Sciences, Russian Academy of Sciences, Far East Branch, Vladivostok, Russia;
E-mail: reunova@ibss.dvo.ru; ³Institute for Biological Problems of Criolithozone,
Russian Academy of Sciences, Siberian Branch, Yakutsk, Russia;
E-mail: forest_forest@ibpc.ysn.ru

При исследовании электрофоретической изменчивости 13 ферментных систем лиственницы сибирской в популяциях Алтае-Саянской горной области обнаружено 42 аллозимных варианта, кодируемых аллелями 22 генных локусов. Исследованные популяции характеризуются невысоким уровнем генетического разнообразия. При анализе генетической изменчивости лиственницы из Республики Алтай из 25 праймеров отобраны 11 микросателлитных локусов; 5 из них были высоко изменчивыми. У них идентифицировано от 12 до 20 аллелей.

На основе анализа RAPD-фрагментов получены основные генетические показатели, позволяющие охарактеризовать генетическое разнообразие и популяционную структуру лиственниц, произрастающих на материковых, островных и полуостровных территориях российского Дальнего Востока. Популяции в пределах регионов характеризуются разными показателями генного разнообразия. Наименьшее генное разнообразие характерно для популяций Сахалина, наибольшее – для приморских выборок. Все дальневосточные популяции оказались равноудаленными от выборок лиственницы японской.

Анализ полученных данных по результатам кариологических исследований позволил установить, что у представителей рода *Larix* нарушения хромосомных чисел наиболее широко распространены в условиях природной экстремальности, а также при антропогенных воздействиях. Проведен анализ изменчивости чисел хромосом в популяциях лиственницы ольгинской, лиственниц сибирской, Гмелина и Каяндера.

Изучено морфологическое разнообразие популяций лиственницы Гмелина в Центральной Эвенкии, в районе Станового нагорья (Северное Забайкалье), в западных районах Якутии, лиственницы сибирской на юге Эвенкии, в районах республик Хакасия и Тыва, лиственниц со спорным таксономическим положением на п-ове Камчатка, о-вах Сахалин, Итуруп и Шикотан, в Приморье, Амурской области и ЕАО. Лиственницы в этих

районах характеризуются фенотипическим разнообразием качественных и количественных признаков. Межпопуляционная изменчивость во многом определяется высотной поясностью. При анализе взаимоотношений между морфологическими признаками генеративных органов и эколого-географическими и климатическими факторами в условиях российского Дальнего Востока показано, что большая доля вариабельности признаков, считающихся таксономически значимыми, объясняется географическими и климатическими факторами среды на региональном уровне.

Изучение содержания запасных веществ в семенах лиственниц сибирской и Гмелина выявило влияние экологических условий произрастания на качественный состав запасных азотистых соединений; в частности установлены различные формы белка.

Исследован характер возобновления лиственниц Гмелина и Каяндера у северо-западной границы ареала в высокогорной и среднегорной частях плато Путорана, на плато Сыверма, острове Тит-Ары в низовьях р. Лены. В самых северных местопроизрастаниях в дельте р. Лена на о-ве Самойловский и хребте Чекановского лиственница Каяндера имеет кустовидную и стланиковую формы; семеношение стабильно, шишки единичные, приросты 2,5-3 см. Проанализирован флористический состав лиственничных ассоциаций лесотундры, северной тайги, низкогорий, среднегорий и высокогорий южной Сибири. Установлено, что видовое богатство здесь включает 362 вида из 160 родов и 51 семейства.

Работа выполнена при финансовой поддержке интеграционного проекта СО РАН № 76 и интеграционного проекта ДВО РАН № 17 (общий номер проекта 09-II-CO-06-003).

СИБИРСКИЕ РАСЫ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КУЛЬТУРАХ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА РОССИИ

Е.Н. Наквасина

Северный (Арктический) федеральный университет, Архангельск, Россия;

E-mail: nakvasina@agtu.ru

SIBERIAN RACES OF SCOTS PINE IN PROVENANCE TRIALS OF THE EUROPEAN NORTH OF RUSSIA

E.N. Nakvasina

Northern (Arctical) Federal University, Arkhangelsk, Russia; E-mail: nakvasina@agtu.ru

На Европейском Севере России заложены 4 пункта испытания географических потомств сосны обыкновенной, входящих в широкомасштабный эксперимент государственной географической сети, созданной в конце 70-х годов прошлого века. Эти пункты расположены в подзонах северной (Мурманская область, 67° 51' с.ш.), средней (Архангельская область, 62° 54' с.ш. и республика Коми, 61° 41' с.ш.) и южной (Вологодская область, 59° 15' с.ш.) тайги в пределах от 32° 51' до 51° 31' в.д. На испытание, согласно государственному реестру, поступило 19 вариантов географических рас сосны обыкновенной из Урала, Сибири и Дальнего Востока: от Свердловской области до Хабаровского края, с диапазоном лесорастительного происхождения от подзоны северной тайги до зоны лиственных лесов, географического происхождения – от 60° 24' до 130° 00' в.д. Распределение климатипов по пунктам испытания было неравномерное – от 6 в Вологодской области до 16 – в Архангельской. Изучение потомств проводили согласно общепринятой методике.

Лучшей выживаемостью отличались сибирские расы сосны при выращивании в подзоне южной тайги Вологодской области и средней тайги республики Коми: за 30 лет наблюдений здесь сохранились все варианты потомств. В суровых условиях Мурманской области и на западе подзоны средней тайги в Архангельской области к настоящему времени утрачены более трети потомств сибирских рас сосны. В первую очередь это климатипы из Красноярского края, Иркутской, Новосибирской областей и Якутии. В первые годы после посадки на лесокультурную площадь они заметно снизили сохранность, полностью погибли после выхода сохранившихся особей из-под защиты снегового покрова в

зимний период. В культурах 2 класса возраста сохранность выживших сибирских рас сосны колеблется от 0.4% до 75%.

При проведении селекционной оценки потомств по сохранности, росту, продуктивности в единицах стандартного отклонения установлена общая закономерность снижения показателей по мере удаления пункта испытания климатипов к западу и северу. У одних и тех же потомств, испытываемых в разных пунктах Европейского Севера, наблюдается снижение показателей в Мурманской и Архангельской областях, по сравнению с республикой Коми (восточная часть подзоны средней тайги) и Вологодской областью.

Среди сибирских рас сосны обыкновенной выделяется климатип из Тюменской области (сургутский), потомство которого в культурах 2 класса возраста отличается достаточно высокой сохранностью, интенсивным ростом и продуктивностью (запасом древесины в коре на корню) лучшими, по сравнению с местными и другими инорайонными потомствами в подзоне средней тайги, и в первую очередь, в республике Коми. Оценка внутрипопуляционного разнообразия, проведенная по критерию Животовского в географических культурах Архангельской области, показала, что у этого климатипа более чем вдвое снижена изменчивость по диаметру ствола, по сравнению с европейской сосной ($\mu = 1.4 \pm 0.15$ при $t = 7.5$ и $t_{0.05} = 1.6$), но близка к ним по высоте. Формирование кроны, очищаемость ствола от сучьев и развитие ассимиляционного аппарата близко к местным европейским соснам.

В средней и южной тайге сибирские расы сосны вступили в репродукцию в возрасте культур 10-12 лет с образования микростробилов. Женские колоски появлялись спустя пару лет. Ко 2 классу возраста доля репродуцирующих деревьев составила до 40%, примерно с равной представленностью особей женского и мужского типа сексуализации. Даты пыления и «цветения» совпадали с местной сосной, что давало возможность нормального завязывания и формирования семян.

СОХРАНЕНИЕ ГЕНОФОНДА ЧЕРНИКИ ПАЗУШНОЙ В ХАБАРОВСКОМ КРАЕ

А.А. Нечаев, В.С. Грек, В.А. Морин

Дальневосточный научно-исследовательский институт лесного хозяйства,
Хабаровск, Россия; E-mail: dvniilh@gmail.com

CONSERVATION GENETICS OF BILBERRY IN KHABAROVSK TERRITORY

A.A. Nechaev, V.S. Grek, V.A. Morin

Far Eastern Forestry Research Institute, Khabarovsk, Russia;
E-mail: dvniilh@gmail.com

В июне-сентябре 2004 г. в рамках проведения работ по инвентаризации памятников природы краевого значения в Ульчском районе Хабаровского края обследованы 5 природоохранных объектов. В двух из них – «Елово-пихтовый лес» и «Елово-пихтовый лес – естественное возобновление», расположенных, соответственно, в Ульчском и Кизинском лесхозах (с 2007 г. лесничествах), встречена черника пазушная (*Vaccinium axillare* Nakai).

Черника пазушная – ценное пищевое, лекарственное и декоративное растение, эндемичный вид семейства вересковых. Ягоды представляют большой интерес для промысловых сборов. Черника пазушная встречается в низовьях Амура, на побережье Татарского пролива, Сахалине, Южных Курилах и в Японии (о-ва Хоккайдо и Хонсю). Из других видов черник на российском Дальнем Востоке растут: черника обыкновенная – *V. myrtillus* L. (Приамурье, Приохотье), черника Смолла – *V. smallii* A. Gray (Сахалин, Южные Курилы), черника Ятабе – *V. yatabei* Makino (Южный Сахалин, Южные Курилы) и черника овальнолистная – *V. ovalifolium* Smith (Командоры). Черника пазушная иногда отождествляется с черникой овальнолистной, от которой отличается: более крупными на верхушке приостренными листьями, сверху тускло-зелеными, снизу более светлыми; венчиком

бледно-зеленым; столбиком, выступающим из венчика; более крупными черными ягодами с сизым налетом; цветением до распускания листьев.

Черника пазушная растет в подлеске горных еловых, пихтово-еловых, каменноберезовых, лиственничных, смешанных лесов, среди кедрового стланика. Часто образует густые заросли в разреженных лесах (с полнотой до 0.4-0.6) или на лесных прогалинах, опушках, в условиях хорошего дренажа и среднего увлажнения. Наиболее продуктивные черничники развиваются на старых вырубках и гарях среди горных пихтово-еловых лесов. В древостоях с полнотой 0.6 и выше черника малопродуктивна и для промыслового сбора не представляет интереса. Ягодная продуктивность черники пазушной чаще характеризуется средними и высокими показателями – от 50 до 800 (в среднем 300) кг/га. Биологический запас ее ориентировочно оценивается в 50 тыс. т, в т.ч. 10 тыс. т в производственном фонде, среднегодовой возможный сбор 6 тыс. т. Среднегодовой фактический сбор составляет 300 т, степень освоения от возможного сбора в производственном фонде составляет 5 %. В Хабаровском крае основные места заготовок – в Николаевском и Ульчском районах. В связи с экстенсивным освоением территории гослесфонда Хабаровского края, в результате рубок и последующих лесных пожаров ареал этого эндемичного и реликтового вида сокращается. Поэтому сохранившиеся в малоизмененном состоянии пихтово-еловые леса с черникой пазушной в Ульчском районе вовремя взяты под охрану в качестве памятников природы краевого значения.

На территории памятников природы в растительном покрове господствуют горные пихтово-еловые зеленомошные леса и их производные. В древесном ярусе доминируют *Picea ajanensis* и *Abies nephrolepis* с участием *Betula lanata*, иногда *Larix dahurica* и *Betula platyphylla*. Состав древостоя 6ЕЗП1Бк, полнота 0.6-0.8, запас 150-200 м³/га. В подлеске встречаются: *Pinus pumila*, *Sorbus sambucifolia*, *Duschekia fruticosa*, *Salix caprea*, *Spiraea betulifolia*, *Vaccinium axillare*, *Rubus matsumuranus*, *Weigela middendorffiana*. Травяно-кустарничковый ярус составляют: *Vaccinium vitis-idaea*, *V. uliginosum*, *V. praestans*, *Ledum hypoleucum*, *Chamaepericlymenum canadense*, *Maianthemum bifolium*, *Linnaea borealis*, *Lycopodium annotinum*, *L. clavatum*, *L. juniperoideum*, *L. complanatum*, *Leptorumohra amurensis*, *Phegopteris connectilis*, *Gymnocarpium dryopteris*, *Oxalis acetosella*, *Calamagrostis langsdorffii* и многие другие. В напочвенном покрове преобладают зеленые мхи.

РОСТ И СОСТОЯНИЕ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КУЛЬТУР КЕДРА КОРЕЙСКОГО И СИБИРСКОГО В ХАБАРОВСКОМ КРАЕ

Е.А. Никитенко, Л.П. Гуль

Дальневосточный научно-исследовательский институт лесного хозяйства,
Хабаровск, Россия; E-mail: dvniilh@gmail.com

GROWTH AND CONDITION OF *PINUS KORAIENSIS* AND *P. SIBIRICA* PROVENANCE TRIALS IN Khabarovsk Territory

E.A. Nikitenko, L.P. Gul

Far Eastern Forestry Research Institute, Khabarovsk, Russia; E-mail: dvniilh@gmail.com

Культуры кедра корейского (*Pinus koraensis* Siebold et Zucc.) и кедра сибирского (*Pinus sibirica* Du Tour) в Хехцирском лесничестве Хабаровского края – первый на Дальнем Востоке и единственный хорошо сохранившийся участок географических культур этих пород. Культуры заложены в 1977 г. сотрудниками Дальневосточного НИИ лесного хозяйства под руководством В.И. Штейниковой. Они представлены 6 климатипами кедра сибирского (Бигурский, Слюдянский, Ермаковский – 500, 1000 и 1500 м над уровнем моря, Ингодинский) и 4 климатипами кедра корейского (Оборский, Облученский, Гурский и Чугуевский). Участок представлял собой старую рубку на склоне юго-западной экспозиции крутизной 2-3° в кедровнике кустарниковом с ясенем и елью, неоднократно пройденную пожаром. Обработка почвы полосная: ширина полосы – 5.5 м, расстояние между

центрами 8.5 м; посадка – вручную под лопату с высаживанием 2 рядов на полосу. Расстояние между рядами – 2-2.5 м, между сеянцами в ряду – 0.75. Всего было высажено 4.2 тыс. шт. трехлетних сеянцев кедр сибирского и 12 тыс. шт. кедр корейского.

Регулярными фенологическими наблюдениями за сеянцами и культурами в первые годы жизни установлено, что кедр сибирский опережает кедр корейский на 5-7 дней по срокам наступления фенофаз [Штейникова, Ковалева, 1982]. Средняя продолжительность роста хвои составила 2.8 -3.0 года для кедр корейского и 3-3.3 года для кедр сибирского, среднее количество ветвей в мутовке – 3.3-4.1 шт. и 4.0-6.2 шт., соответственно. Кедр сибирский отличался более густой кроной и хвоей, в то время как кедр корейский интенсивнее рос в высоту уже на стадии трехлетних сеянцев на 50-80 % со статистически достоверным различием, диаметры у корневой шейки – не отличались [Ковалева, Плишкина, 1987]. Средняя высота климатипов кедр корейского по сравнению с кедром сибирским выше в трехлетних культурах (биологический возраст саженцев - 6 лет) на 63 %, в пятилетних – на 30 %, в десятилетних – на 55 %.

В 18-летнем возрасте климатипы кедр корейского превосходили климатипы кедр сибирского на 66 % по диаметру ствола, на 37 % по высоте, на 64 % по диаметру кроны [Романова и др., 1996]. В этом же возрасте для кедр корейского отмечено начало семеношения. Через 4 года соотношение средних показателей еще больше увеличилось в пользу кедр корейского: средние диаметры климатипов кедр корейского колебались от 4.7 до 7.0 см, превышая аналогичный средний показатель кедр сибирского на 75 % [Грек, Корякин, 1999]. Около 45 % деревьев кедр сибирского имеют признаки ослабления роста и развития (изреженные кроны, усохшие побеги в кроне и др.), у кедр корейского таких деревьев – 20 %.

К 2007 г. (возраст культур 30 лет) наибольший средний диаметр имеет Оборский климатип кедр корейского (9.1 см), это отличие от других климатипов кедр корейского, кроме Чугуевского, статистически достоверно при величине вероятности $P_v=0.999$. Из климатипов кедр сибирского наибольший диаметр был у Ингодинского климатипа (7.1 см), он меньше на 0.9 см самого медленно растущего по диаметру Гурского климатипа кедр корейского (значимо при $P_v=0.98$). Наибольшей средней высотой характеризуется Гурский климатип кедр корейского (8.9 см), что является следствием его максимальной, по сравнению с другими климатипами, густоты (1452 шт./га). Наименьшая густота у Ермаковского (1500 м) климатипа кедр сибирского (314 шт./га) и Облученского климатипа кедр корейского (387 шт./га). У Облученского климатипа отмечено выпадание групп деревьев с корнями, вызванное, с одной стороны, поверхностной корневой системой, сформировавшейся в пределах плужного пласта, с другой стороны, периодическим переувлажнением верхнего слоя почвы и поднятием уровня грунтовых вод на участке. В 2007 г. не было отмечено ни шишек, ни стробилов на деревьях обоих видов, однако, в пределах участка были найдены остатки шишек кедр корейского урожая 2006 г. В условиях юга Средней Сибири отмечена обратная закономерность: в плантационных культурах кедр корейского и кедр сибирского в 41-летнем возрасте Хабаровский климатип кедр корейского отстает от климатипов кедр сибирского в росте по диаметру, в среднем в 1.3 раза, для него характерна более толстая и жесткая хвоя [Братилова и др., 2005]. В целом, кедр корейский на юге Хабаровского края значительно опережает кедр сибирский в росте и развитии, что указывает на нецелесообразность его широкой интродукции.

ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ МОЖЖЕВЕЛЬНИКОВ ГОРНОГО КРЫМА

А.В. Николаева, Т.А. Иваничко, А.В. Егорова, Л.А. Калафат, И.И. Коршиков

Донецкий ботанический сад НАН Украины, Донецк, Украина;

E-mail: dbsgenetics@gmail.com

GENETIC DIVERSITY OF *JUNIPERUS* IN CRIMEA MOUNTAINS

A.V. Nikolaeva, T.A. Ivanichko, A.V. Egorova, L.Yu. Kalafat, I.I. Korshikov

Donetsk Botanical Garden, National Academy of Sciences of Ukraine, Donetsk,

Ukraine; E-mail: dbsgenetics@gmail.com

Интерес к можжевельным лесам в Крыму, как фрагменту древней растительности, в настоящее время все возрастает, так как еще в середине прошлого столетия многие исследователи отмечали естественный процесс деградации этих лесов, заметно усугубленной в наше время из-за постоянно возрастающей антропогенной нагрузки. В конечном итоге это приводит к сокращению природных местообитаний можжевельников в Крыму. Формирование природоохранной стратегии для видов, находящихся под угрозой исчезновения, требует оценки генетического разнообразия в еще уцелевших популяционных системах. Это одна из основных задач новой научной дисциплины – природоохранной генетики. В популяционно-генетических исследованиях хвойных электрофоретический анализ изоферментов остается одним из наиболее удобных методов. Именно изоферменты широко применяют для определения генетической структуры, подразделенности и дифференциации популяций многих видов хвойных в пределах их естественных ареалов, а также для мониторинга генетических процессов.

Общая цель нашей работы – исследования популяционно-генетического разнообразия пяти видов можжевельников Крыма, которые в настоящее время проводятся, а цель данной работы – изучение двух видов: можжевельника высокого (*Juniperus excelsa* Bieb.) и м. колючего (*J. oxycedrus* L.), занесенных в Красную и Зеленую книгу Украины. В исследованиях использовали две популяции *J. excelsa*, расположенные вблизи поселков – Ласпи и Гаспра, а также две географически изолированные популяции *J. oxycedrus* – в Байдарской долине (район Севастополя) и на горе Агармыш (район Старого Крыма). Оба вида на данных территориях подвержены избыточному антропогенному влиянию вследствие рекреации.

Для определения генотипа растения в качестве генетических маркеров использовали изоферменты 9 ген-ферментных систем: аспартатаминотрансферазы, глутаматдегидрогеназы, диафотазы, малатдегидрогеназы, эстеразы, алкогольдегидрогеназы, формиатдегидрогеназы, кислой фосфатазы, и лейцинаминопептидазы. Ферменты экстрагировали трисглицериновым буфером из 5-7 мегагаметофитов семян каждого растения и электрофоретически разделяли в вертикальных пластинках 7.5 %-ного полиакриламидного геля. Для определения уровня изменчивости использовали традиционные показатели, применяемые в популяционной генетике. Так как мы работали с семенами, то было установлено, что оба вида в Крыму в разные годы отличаются очень низкой продуктивностью полноценных семян при обилии шишкочерен. Это существенно затрудняет исследования их аллозимной изменчивости с использованием изоферментов эндоспермов семян.

В результате анализа было выявлено 17 локусов для исследуемых видов из них 16 общих и по одному индивидуально для каждого вида (*J. excelsa* -Acp-1 и *J. oxycedrus* Est-2). При сравнении генетических структур установили, что у двух исследуемых видов 2 из 17 изученных локусов – Dia-3 и Lap-3, были мономорфны, а у *J. oxycedrus* мономорфными оказались еще 3 локуса (Got-1, Got-2, Fdh). На основании частот аллелей были рассчитаны значения основных параметров генетического полиморфизма четырех исследуемых популяций двух видов. Доля полиморфных локусов была больше у *J. excelsa* и составила 88.2%, а для *J. oxycedrus* -70.6% (по 99 %-ному критерию). При этом, несмотря на более низкие показатели доли полиморфных локусов у *J. oxycedrus* уровень аллельного разнообра-

разия хоть и незначительно, но был выше, чем у *J. excelsa*. Установлен высокий уровень генетической изменчивости у *J. excelsa* ($H_E=0.210$, $H_o=0.300$) с явным избытком гетерозигот и низкий – у *J. oxycedrus* ($H_E=0.205$, $H_o=0.156$) с недостатком гетерозигот. В результате наших исследований пока можно констатировать, что *J. excelsa* на Южном берегу Крыма имеет более высокий уровень генетической изменчивости, нежели *J. oxycedrus*.

ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ СИБИРСКИХ КЛИМАТИПОВ СОСНЫ ПО РОСТУ В ВЫСОТУ И ЦВЕТУ МУЖСКИХ ГЕНЕРАТИВНЫХ СТРУКТУР

Т.Н. Новикова

Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Красноярск, Россия; E-mail: liit@list.ru

DIFFERENTIATION OF PINE CLIMATYPES ACCORDING TO HEIGHT GROWTH AND COLOUR OF MALE GENERATIVE STRUCTURES

T.N. Novikova

V.N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch,
Krasnoyarsk, Russia; E-mail: liit@list.ru

При исследовании популяционной структуры сосны обыкновенной наряду с морфометрическими показателями вегетативных и генеративных органов привлекаются также и качественные характеристики генеративных структур. К числу таких признаков относится окраска мужских генеративных органов (микростробилов), которая в природных популяциях варьирует от ярко желтого до малинового цвета. Изучение внутривидовой структуры популяций по данному признаку обусловлено ее значительной эколого-географической изменчивостью.

В географических культурах сосны в Западном Забайкалье изучалась внутривидовая изменчивость сосны по интенсивности мужского цветения и структура популяций по соотношению «желто» - и «краснопыльниковых» форм на примере 12 сибирских климатипов. Для анализа климатипы были разделены на 3 группы. Первая группа представляет районы Средней Сибири с низкой теплообеспеченностью и избыточным увлажнением, вторая – районы, близкие к оптимальным для произрастания сосны в Средней Сибири. Третья группа климатипов представляет сосну из засушливых районов Средней и Восточной Сибири.

Исследование интенсивности цветения сосны показало, что климатипы значительно различаются по данному признаку. В первой группе доля деревьев с микростробилами составила в среднем 75%, во второй и третьей группах средние показатели интенсивности цветения оказались равны и составили 83,5%. Более значительные различия в потомстве климатипов обнаружены по доле участия наиболее представительных «желтопыльниковых» форм. В среднем для 1 группы климатипов этот показатель составил 74%, для 2 группы – 96% и для 3 группы – 89%. Таким образом, в культурах 34-летнего возраста наибольшая интенсивность цветения характерна для сосны из оптимальных и засушливых условий. Наибольшая встречаемость «желтопыльниковых» форм среди цветущих деревьев обнаружена в группе климатипов из оптимальных условий, несколько меньше этот показатель у сосны из южных районов ареала (засушливые условия). Наименьший показатель доли участия «желтопыльниковых» форм характерен для группы климатипов из районов с более холодным климатом и избыточным увлажнением. Для «краснопыльниковых» форм эта закономерность имеет, соответственно, обратный характер.

Положительная, сильной тесноты связь доли участия «желтопыльниковых» форм обнаруживается с продолжительностью периода вегетации и суммой температур более 5° в районах происхождения климатипов 1 группы - $R=0.85$, $R=0.90$. Напротив, с показателями увлажнения (осадками за год и осадками периода вегетации) связь отрицательная, сильная ($R=-0.71$, $R=-0.84$). Во 2 и 3 группах климатипов корреляционная зависимость между вышеуказанными показателями не значительна, и, очевидно, соотношение изучае-

мых форм в большей степени связано с экологическими условиями мест произрастания материнских насаждений.

Корреляционная связь частоты встречаемости «желтопыльниковых» форм в материнских насаждениях и потомствах одноименных климатипов положительна, характеризуется как сильная $R=0,78$, и свидетельствует о том, что на фоне естественного отбора в новых условиях среды концентрация форм по цвету микростробилов меняется незначительно.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке проекта РФФИ № 11-04-00033-а.

ВЛИЯНИЕ ВИДОВОГО СОСТАВА ДРЕВОСТОЯ НА ВОЗОБНОВЛЕНИЕ *PINUS SIBIRICA* DU TOUR. И *ABIES SIBIRICA* LEDEB.

Н.Ф. Овчинникова

Институт леса им. В.Н. Сукачева, Красноярск, Россия; E-mail: nf@ksc.krasn.ru

EFFECT OF STAND SPECIES COMPOSITION ON REGENERATION OF *PINUS SIBIRICA* DU TOUR AND *ABIES SIBIRICA* LEDEB.

N.F. Ovchinnikova

V.N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch,
Krasnoyarsk, Russia; E-mail: nf@ksc.krasn.ru

В Западном Саяне с 1960 г. Институтом леса СО РАН проводятся долговременные исследования на постоянных пробных площадях с целью выявления высотно-поясных закономерностей динамики лесообразовательного процесса, проходящего под воздействием природных факторов и антропогенных стрессовых нагрузок на лесные экосистемы. В последние годы основное внимание уделяется изучению онтогенеза и ценогенеза древесных растений. При разнообразии условий произрастания главными лесообразующими видами в темнохвойном поясе являются кедр или сосна кедровая сибирская (*Pinus sibirica* Du Tour.) и пихта сибирская (*Abies sibirica* Ledeb.), имеющие высокую экологическую и хозяйственную значимость. Ряд насаждений уникален с точки зрения истории происхождения и биоразнообразия, что отражено в научных публикациях. Горные лесные экосистемы являются чрезвычайно чувствительными к воздействию неблагоприятных внешних факторов, приводящих к их разрушению. В ходе крупномасштабных промышленных лесозаготовок XX века наиболее продуктивные кедровые леса сменили пихтовые, березовые и осиновые [Ермоленко, 1981]. Осиновые леса вызывают особый интерес. В темнохвойных лесах осина (*Populus tremula* L.) в древостоях представлена единичными деревьями. В результате промышленных рубок и благодаря большой способности к вегетативному размножению вид смог занять территории, ранее удерживаемые коренной растительностью. В черневом поясе сформировались высокобонитетные осиновые древостои, которые ранее были не характерны для данных условий [Кузьмичев и др., 2002].

Сравнительная оценка восстановительной динамики на постоянных пробных площадях показывает отрицательное воздействие осины на рост кедра и пихты. При постоянно идущем естественном изреживании 25-60-летних производных лиственных древостоев, сокращении численности деревьев пород-эдификаторов в 2 и более раз, появление подроста кедра в осиновом фитоценозе уменьшается, а в березовом увеличивается. Наименьший отпад крупного подроста кедра и пихты в березовом фитоценозе, где практически все возобновление последующее, т.е. моложе, чем в осиновом, подтверждает меньшую жизнеспособность темнохвойного подроста старших возрастов в условиях угнетения древесным пологом, а также наличие наиболее благоприятных условий для появления и роста хвойных под березовым пологом. В последние годы наблюдается усыхание кедра и пихты в подчиненном ярусе. Густота же верхнего осинового яруса, хотя и снижается, но полнота более единицы обеспечивается. При этом в послерубочных древостоях старше 50 лет на-

блюдается увеличение численности осиновых «торчков» и подроста до 5 лет. Это заставляет пересмотреть утверждение, что в ближайшие десятилетия на месте осиновых древостоев сформируются хвойные. Тем более, что в предгорьях Западного Саяна, где антропогенное воздействие на природные экосистемы идет уже продолжительное время, существуют длительнопроизводные высокополнотные осинники [Овчинникова, 2007].

Более интенсивное появление и лучший рост кедра и пихты последующего возобновления под березовым пологом свидетельствует о наличии у кедра и пихты адаптивных механизмов для сосуществования в черневом поясе Западного Саяна с березой, а не с осиной [Овчинникова, 2005]. Хорошее возобновление хвойных в березовых насаждениях отмечено и в литературе. Очевидно, что необходимо выявление причин, позволяющих отдельным видам влиять на биоразнообразие сообществ, выработанное в течение не одного тысячелетия. Для предотвращения нежелательных изменений видового состава лесной растительности Западного Саяна необходимо проведение охранных и лесоводственных мероприятий с учетом естественного возобновительного процесса.

ОСОБЕННОСТИ ГЕНОФОНДА СОСНЫ КОРЕЙСКОЙ (*PINUS KORAIENSIS* SIEB. ET ZUCC.) И ЕГО ОХРАНА В ПРИМОРСКОМ КРАЕ

Т.П. Орехова¹, Ю.И. Манько¹, С.В. Казанцев², В.В. Юдин²

¹Биолого-почвенный институт ДВО РАН, Владивосток, Россия;

E-mail: orekhova@ibss.dvo.ru; ²Российский центр защиты леса – Центр защиты леса Приморского края, Владивосток, Россия

CHARACTERISTICS OF *PINUS KORAIENSIS* SIEB. ET ZUCC. GENE POOL AND ITS PRESERVATION IN PRIMORYE

T.P. Orekhova¹, Yu.I. Man'ko¹, S.V. Kazantsev², V.V. Yudin²

¹Institute of Biology and Soil Sciences, Russian Academy of Sciences, Far East Branch, Vladivostok, E-mail: orekhova@ibss.dvo.ru; ²Russian Center of Forest Protection – Center of Forest Protection of Primorsky Territory, Vladivostok, Russia

В Приморском крае более 70% территории занято лесами, в которых сосредоточены уникальные по своему биологическому разнообразию лесные ресурсы. С 1959 по 2001 г. площадь насаждений с участием сосны корейской в Приморском крае сократились на 33,6% [Лесной фонд..., 2004]. По данным В.Н. Корякина [2007], только третья часть кедровых лесов (670,5 тыс. га), находящихся в орехопромысловых зонах, не подвергалась интенсивным рубкам. За последние 100 лет ареал сосны корейской стал фрагментарным, а его популяционная структура - нарушена [Великов, Потенко, 2006]. Часть генофонда, в виде высокопродуктивных насаждений сосны корейской, к сожалению, безвозвратно потеряна, поскольку эта порода длительное время была главным объектом лесозаготовок.

Генетические исследования показали, что популяции сосны корейской в Приморье, по сравнению с другими частями ареала этого вида, имеют самое высокое генетическое разнообразие. Например, такие генетические показатели как число аллелей на локус, полиморфность и средняя гетерозиготность превышают средние значения из выборки по ареалу [Великов, Потенко, 2006]. В настоящее время описано 30 типов кедровых лесов, что свидетельствует о широком диапазоне местообитаний этой древесной породы [Петропавловский, 2004]. Передача лесных земель в длительную аренду реально несла угрозу дальнейшего сокращения площадей лесов с сосной корейской. Однако, введенный в 2010 г. запрет на рубку и вывоз древесины этой породы за рубеж без специального сертификата, вероятно, повлияет на сохранность кедровых насаждений.

На территории России основная форма охраны генофонда древесных видов - лесные генетические резерваты как наиболее крупные объекты целевого назначения [Указания по лесному семеноводству..., 2000]. По расчетам генетиков, для сосны корейской площадь одного резервата должна составлять не менее 200-500 га, а в каждом лесосемен-

ном районе следует выделить не менее 3-х резерватов. Приморский край имеет 3 лесосеменных района, поэтому на его территории должно быть не менее 9-и генетических резерватов. В Приморье пока не существует ни одного резервата.

Лаборатория лесоведения БПИ ДВО РАН совместно с Приморским Центром защиты леса разрабатывают долгосрочную программу по сохранению генофонда сосны корейской в Приморском крае. Она предполагает проведение инвентаризации лесов с участием сосны корейской с целью выделения плюсовых насаждений и генетически ценных фенотипов деревьев. Высокопродуктивные насаждения будут рекомендованы в качестве генрезерватов этой ценной древесной породы. В крае планируется создание резервного банка семян сосны корейской. Полагаем, что только генетический банк семян, которые будут собраны в естественных популяциях, сможет отразить все богатство внутривидовой изменчивости этой древесной породы на популяционном и внутривидовом уровне. Формирование Генетического семенного банка сосны корейской даст реальный импульс для развития в крае лесной генетики и селекции.

Сохранить еще уцелевший генофонд сосны корейской, как в естественных насаждениях, так и путем создания в будущем искусственных популяций – долгосрочная и очень большая работа, требующая существенных материальных затрат. Одновременно с этим лесничествам края необходимо осуществлять мероприятия, направленные на содействие естественному возобновлению сосны корейской и охране лесов от пожаров. Учитывая периодичность семеношения сосны корейской, необходимо регламентировать заготовку ее семян населением в зависимости от интенсивности урожая.

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ПОПУЛЯЦИЙ ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ (*LARIX SIBIRICA* LEDEB.) ПО МИКРОСАТЕЛЛИТНЫМ ЛОКУСАМ

Н.В. Орешкова¹, М.М. Белоконов²

¹Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Красноярск, Россия;

E-mail: oreshkova@ksc.krasn.ru; ²Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН, Москва, Россия; E-mail: belokon@vigg.ru

GENETIC DIFFERENTIATION OF SIBERIAN LARCH (*LARIX SIBIRICA* LEDEB.) ON MICROSATELLITE LOCI

N.V. Oreshkova¹, M.M. Belokon²

¹V.N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch, Krasnoyarsk, E-mail: oreshkova@ksc.krasn.ru; ²N.I. Vavilov Institute of General Genetics,

Moscow, Russia, E-mail: belokon@vigg.ru

В настоящее время для анализа внутри- и межвидовой генетической дифференциации хвойных активно начали использовать наиболее информативную и сравнительно недорогую группу ДНК-маркеров, к которым относятся микросателлиты. Микросателлиты очень короткие (2-6 нуклеотидов), среднеповторяющиеся, tandemно организованные, высоковариабельные последовательности ДНК [Глазко, Глазко, 2001]. Высокий уровень полиморфизма микросателлитов, относительно равномерное их распределение в геноме и широкая представленность сделала их чрезвычайно популярными и широко используемыми в современных популяционно-генетических исследованиях.

Целью нашей работы явилось получение качественно новой информации при оценке генетической изменчивости и анализа генетической дифференциации лиственницы сибирской с использованием метода микросателлитного анализа. В качестве объектов исследования взяты выборки из семи природных популяций лиственницы сибирской, произрастающей в различных районах ее естественного распространения на территории Красноярского края (п-ов Таймыр), Республик Тыва и Алтай. Для выделения ДНК использовали хвою. Выделения проводили по стандартному протоколу для растительных тканей с применением цетилтриметиламмонийбромид (СТАВ) [Devey et al., 1996].

В результате тестирования 25 праймеров для последующего анализа были отобраны 10 микросателлитных локусов. Характеристики микросателлитных локусов и условия ПЦР-амплификации приведены в таблице. Получены данные о генетическом разнообразии исследованных популяций лиственницы сибирской, проведен анализ уровня генетической дифференциации популяции с помощью показателей F-статистик Райта (Wright, 1965) и генетического расстояния D по М. Неи (Nei, 1972). Статистическую обработку полученных данных осуществляли в программе GenAlEx 6.2 [Peakall, Smouse, 2006].

Таблица

Характеристика микросателлитных локусов,
отобранных для анализа генетической изменчивости

Локус	Мотив	t°C отжига	Число ал- лелей	Размер фраг- мента	Источник литера- туры
<i>bcLK056</i>	(AG) ₂₀	Touchdown 63-53°C	12	174-200	Isoda, Watanabe, 2006
<i>bcLK066</i>	(TG) ₁₂		6	155-172	Isoda, Watanabe, 2006
<i>bcLK189</i>	(AG) ₁₇ AT(AG) ₆		20	162-196	Isoda, Watanabe, 2006
<i>bcLK224</i>	(AG) ₁₇		5	152-168	Isoda, Watanabe, 2006
<i>bcLK225</i>	(GA) ₂₀		18	180-213	Isoda, Watanabe, 2006
<i>bcLK232</i>	(AG) ₁₉		5	142-178	Isoda, Watanabe, 2006
<i>bcLK260</i>	(TG) ₁₄ (AG) ₉		7	115-126	Isoda, Watanabe, 2006
<i>bcLK235</i>	(TC) ₉ (AC) ₂ AG(AC) ₁₄		19	177-220	Isoda, Watanabe, 2006
<i>UBCLXtet_1-22</i>	(TATC) ₉ (TA) ₁₂	58°C	6	175-250	Chen et al., 2009
<i>UAKLly6</i>	(GT) ₁₇		20	214-264	Khasa et al., 2000 Khasa et al., 2006

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Интеграционного проекта СО РАН № 76, РФФИ (№ 10-04-00786-а; № 10-04-90819-моб_ст.; № 11-04-00478-а; №11-04-92112-ЯФ_а).

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СИСТЕМАТИКИ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СОСНОВЫХ (*PINACEAE* SPRENG. EX F. RUDOLPHI)

Л.В. Орлова, А.А. Егоров

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия;

E-mail: orlarix@mail.ru

PROBLEMS OF SYSTEMATICS, NOMENCLATURE AND PHYLOGENY OF FAR EAST REPRESENTATIVES OF FAMILY *PINACEAE* SPRENG. EX F. RUDOLPHI

L.V. Orlova, A.A. Egorov

Komarov Botanical Institute, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia;

E-mail: orlarix@mail.ru

В систематике дальневосточных видов *Pinaceae* до сих пор остается немало нерешенных вопросов, что связано, в первую очередь, с различной трактовкой авторами кри-

тических видов: *Larix kamtschatica* (Rupr.) Carr., *L. ochotensis* Kolesn., *L. lubarskii* Sukacz., *L. maritima* Sukacz., *L. komarovii* Kolesn., *L. middendorffii* Kolesn.; *Picea kamtschatkensis* Lacass., *P. komarovii* V.Vassil. и *P. mandshurica* Nakai; *Abies gracilis* Kom., *A. mayriana* (Miyabe et Kudo) Miyabe et Kudo, неясен также вопрос о присутствии на территории России гибрида *Abies x sibirico-nephrolepis* Taken et Chien, описанного для Северной Маньчжурии и др. Многие из них являются угасающими видами, ареал которых постоянно сокращается в силу различных причин и, безусловно, заслуживают охраны. Поэтому определение их систематического статуса является чрезвычайно важной проблемой. Существующие зарубежные обработки [Farjon, 1998, 2001] довольно противоречивы в таксономическом плане и содержат неполную информацию по видам, произрастающим на территории бывшего Советского Союза. В имеющихся по территории Дальнего Востока сводках авторы [Коропачинский, 1989; Недолужко, 1995; Коропачинский, Востовская, 2002] признают только “стабильные” виды.

В современной отечественной литературе имеются некоторые интересные работы, посвященные молекулярной систематике российских видов родов *Larix* [Семериков, 1989, 1998, 2003, 2007; Полежаева, 2008, 2010] и *Abies* [Семерикова, 2008]. Однако, к сожалению, в своей работе эти авторы не опираются на исследованные типовые образцы изучаемых критических таксонов, на сравнительное исследование морфологии репродуктивных и вегетативных органов изучаемых образцов тех или иных таксонов, что крайне важно при рассмотрении столь сложных и проблематичных вопросов. Очень важными мы считаем также кариологические исследования сосновых [Козубов, Муратова, 1986; Муратова, 1991; 1993; 1995; 1997; Муратова и др., 1991, 2001] и изучение анатомии древесин живых и ископаемых хвойных растений [Блохина, 1976, 1984, 1996, 1998, и др.].

Одной из причин наличия большого числа спорных вопросов в систематике лиственниц, а в силу этого – и различной интерпретации авторами таксонов рода в разных обработках, является, на наш взгляд, отсутствие достаточно устойчивых диагностических признаков. Поэтому, одной из задач нашей работы является поиск таких признаков вегетативных и репродуктивных органов, которые можно было бы успешно использовать при составлении ключей для определения, а также для решения различных спорных вопросов систематики [Орлова, 2001, 2003, 2004; Орлова, Аверьянов, 2004; Орлова, Бялт, 2006; Фирсов, Орлова, 2008, и др.].

Важной составной частью работы мы считаем первоначальное сравнительное морфологическое изучение типовых образцов критических и др. таксонов сосновых. С этой целью нами уже проведена большая работа по изучению и типификации хранящихся типовых образцов, а также обширного гербарного материала в фондах по различным таксонам *Pinaceae* в LE и других крупнейших Гербариях России – MW, МНА, KW, NS, NSK, ТК, и Зарубежья (BP, C, H, PR, PRC, W, Z) [Orlova, Christensen, 2002; Орлова, Новоселова, 2004; Christensen, Orlova, 2006; Орлова, Бялт, 2008] и по имеющимся в Интернете электронным изображениям типовых образцов различных зарубежных Гербариев. Не менее важной частью работы мы считаем изучение спорных таксонов сосновых непосредственно в природных популяциях. В частности, в июле 2010 г. нами были проведены комплексные полевые исследования (с учетом геоботанических, таксационных и др. данных) по уточнению границ ареалов таксонов рода *Picea* в Мурманской области, Карелии и на востоке Ленинградской области, позволившие выявить ряд интересных особенностей морфологии и распространения *Picea abies*, *P. obovata* и отдельных форм *P. fennica*.

**К СИСТЕМАТИКЕ И ГЕОГРАФИЧЕСКОМУ РАСПРОСТРАНЕНИЮ
ЕЛИ ФИНСКОЙ [*PICEA FENNICA* (REGEL) KOM.]**

**Л.В. Орлова, Е.К. Потокина, А.Ф. Потокин, А.А. Егоров, М.С. Вишневская,
Т.А. Копылова, Д.Ю. Беляев, С.А. Иванов**
Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия;
E-mail: orlarix@mail.ru

**SYSTEMATICS AND GEOGRAPHIC DISTRIBUTION
OF *PICEA FENNICA* (REGEL) KOM.**

**L.V. Orlova, E.K. Potokina, A.F. Potokin, A.A. Egorov, M.S. Vishnevskaya,
T.A. Kopylova, D.Yu. Belyaev, S.A. Ivanov**
Komarov Botanical Institute, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia;
E-mail: orlarix@mail.ru

Целью нашего исследования был поиск устойчивых диагностических признаков для *Picea abies* (*P. a.*) и близких ей *P. obovata* (*P. o.*) и *P. fennica* (*P. f.*), разработка видоспецифичных молекулярных маркеров, а также уточнение географического распространения этих таксонов в пределах Северо-Запада России. В ходе сравнительно-морфологического исследования в различных Гербариях (LE, LECB, KFTA, MW, МНА, PZV и др.), а также в географических культурах ели различного происхождения в Тосненском р-не Ленинградской обл., нами был выявлен ряд достаточно устойчивых признаков вегетативных и репродуктивных органов, позволяющих отличать не только таксоны видового ранга, но и отдельные формы *P. fennica*. Мы различаем 3 таких формы: близкую *P. a.*, близкую *P. o.*, а также промежуточную между этими двумя, которая, по нашему мнению, и является типичной *P. f.* Выявленные нами различия в морфологии форм *P. f.* касаются не только мелких признаков (опушения побегов, строения края семенной чешуи и др.), но и расположения хвои на побегах, формы кроны и структуры коры [Орлова, Егоров, 2011, in publ.]. Проведение в июле 2010 г. комплексных экспедиционных исследований (параллельно со сбором гербарных образцов и шишек на каждой из заложенных 32 площадей были произведены геоботанические и таксационные описания, описания почвенного покрова) в Карелии, Мурманской и Ленинградской областях позволило не только уточнить географическое распространение таксонов, но и выявить процентное соотношение форм *P. f.*, *P. a.* и *P. o.* в еловых сообществах.

В ходе геоботанических исследований нами установлено, что в составе исследованных ельников наблюдается изменение структуры растительных сообществ в широтном направлении. Продуктивность древостоев существенно снижается, отражая закономерное изменение природно-климатических факторов и, как следствие, определяя дифференциацию таежных ельников на среднетаежные и северотаежные.

В составе древостоя исследованных пробных площадей наряду с типичной елью сибирской по всей Мурманской области встречаются также формы *P. f.*, близкой *P. o.* (5-20%), которые отмечены нами вплоть до окр. Оленегорска, где они составляют около 10%. Уже в Кандалакшском районе, на крайнем юго-западе и юге Мурманской области (67°9'50,1" с.ш., 31°57'35,9" в.д., 7 м н.у.м.; 67°9'49,8" с.ш., 31°57'36" в.д., 36 м н.у.м.) примерное соотношение *P. o.* и *P. f.*, близкой *P. obovata*, меняется в пользу уменьшения доли первого вида (до 50 %) и увеличения форм *P. f.* близкой *P. o.* (до 30-35%). В этих двух местонахождениях встречается также в небольшом количестве (15-20 %), промежуточная форма *P. f.* Примерно такая же картина - в Лоухском и Кемском р-нах Сев. Карелии. Наиболее северная точка распространения *P. a. var. abies* отмечена нами в Беломорском районе (Сев. Карелия), при повороте на Беломорск (64°24'38,7" с.ш., 34°11'36,9" в.д., 123 м н.у.м.), где она составляет около 5%. Представленность *P. o.* и форм *P. f.*, близких к этому виду, здесь несколько убывает (соответственно - около 40 и 20%). Зато в этом районе заметно возрастает роль форм ели финской, близкой *P. a. var. abies* (15-20 %).

В более северных районах Средн. Карелии (Сегежский р-н, 63°18'34" с.ш., 34°26'19,1" в.д., 113 м н.у.м.) доля *P. a. var. abies* все еще невелика (около 10 %). Таким же соотношением (по 10 %) представлены здесь *P. o.* и формы, близкие ей. Однако безусловной доминантой в составе хвойного леса является промежуточная форма *P. f.* (60 %), доля которой на юге Средн. Карелии в Медвежьегорском р-не (62°51'19,8" с.ш., 34°19'40,1" в.д., 127 м н.у.м.) составляет уже около 75 %, по-видимому, достигая своего максимума. В пределах территории Южной Карелии наблюдается тенденция постепенного, но заметного увеличения в составе древостоя *P. a.* - от 20 % в более северных (Кондопожский р-н, 62°36'40,8" с.ш., 33°52'34,5" в.д., 93 м н.у.м.) до 45 % на юге (Олонецкий р-н, 60°56'8,9" с.ш., 33°8'7" в.д., 32 м н.у.м.). В противоположность этому, доля промежуточной формы *P. f.* также заметно снижается – от 50-40 % в Кондопожском р-не до 35 % - в Олонецком. Представленность форм *P. f.*, близких *P. a.*, а также *P. o.* и форм, близких к ней, колеблется в пределах 10-20 %. Многообразие елей *P. a.*, *P. o.* и *P. f.* на Северо-Западе России проанализировано с помощью пяти EST-SSR маркеров. Установлено, что частоты встречаемости аллелей, описанных в литературе как специфичные для *P. a.*, заметно убывают с юга на север, в то время как частота встречаемости аллелей, специфичных для *P. o.*, с юга на север возрастает.

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ГЕНЕТИКИ В БЕЛАРУСИ КАК ОСНОВЫ СОХРАНЕНИЯ ЛЕСНЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В РЕСПУБЛИКЕ

**В.Е. Падутов, О.Ю. Баранов, С.И. Ивановская, Д.И. Каган,
О.А. Ковалевич, С.В. Пантелеев**

Институт леса НАН Беларуси, Гомель, Беларусь; E-mail: forestgen@mail.ru

THE STATE AND PROSPECTS OF MOLECULAR GENETICS IN BELARUS AS THE BASE OF FOREST GENETIC RESOURCES CONSERVATION

**V.E. Padutov, O.Yu. Baranov, S.I. Ivanovskaya, D.I. Kahan,
O.A. Kovalevich, S.V. Panteleev**

Institute of Forest, National Academy of Sciences of Belarus, Gomel, Belarus;
E-mail: forestgen@mail.ru

В Институте леса НАН Беларуси разработаны и адаптированы методы изоферментного анализа и ДНК маркирования (RAPD, RFLP, AP-PCR, SSRP, ISSR, SCARs, EST, SNP и др.) применительно к лесным породам. Это позволило проводить не только популяционно-генетические и селекционные исследования, но и оценить эффективность популяционного и плантационного семеноводства. В основу селекционного семеноводства положено несколько гипотез: во-первых, семена, собранные в искусственных или естественных насаждениях сохраняют генетические характеристики этих древостоев; во-вторых, культуры, созданные из семян, собранных в лучших естественных насаждениях, также будут обладать высокой продуктивностью и устойчивостью; в-третьих, лесосеменные плантации, заложенные с использованием материала плюсовых деревьев, позволят получать партии семян с улучшенными наследственными свойствами. Однако проверка правомерности этих предположений классическими селекционно-генетическими методами затруднена из-за длительного жизненного цикла лесообразующих пород.

Изучение разновозрастных групп деревьев сосны и ели (подрост 1–2 лет, подрост 5–6 лет, подрост 15–18 лет и материнские деревья) и проростков из семян, заготовленных с материнских деревьев, показало, что уровень генетической изменчивости и генетическая структура проростков и подроста соответствуют значениям аналогичных параметров материнских древостоев. Таким образом, в ходе лесовосстановления при отсутствии сильных антропогенных нагрузок воспроизводится генофонд материнского насаждения.

В результате молекулярно-генетического анализа географических культур сосны обыкновенной белорусского происхождения, созданных из семян плюсовых насаждений, установлено, что они характеризуются высоким уровнем полиморфизма. Полученные данные показывают, что при искусственном лесовосстановлении, с использованием семян из лучших насаждений, можно создавать лесные культуры с богатым генофондом.

Сравнительный анализ плюсовых деревьев и лесосеменных плантаций сосны и ели показал, что только у плюсовых деревьев, прошедших отбор по данным испытательных культур, наблюдается генетический сдвиг в сторону улучшения генетических характеристик. Лесосеменные плантации 1 порядка, в отличие от ЛСП 2 порядка, не обладают улучшенным генофондом по сравнению с естественными насаждениями. Однако различные нарушения, допущенные в ходе закладки и ухода, как за лесосеменными плантациями, так и архивами клонов и маточными плантациями, могут ухудшать генетические показатели лесосеменных плантаций 2 порядка. Все вышесказанное позволяет сделать вывод о том, что полноценного использования всех преимуществ селекционного семеноводства можно достичь, только внедрив генетический контроль на всех этапах этого процесса.

Перспективным направлением в лесном хозяйстве является использование ДНК маркеров для выделения генетических резерватов и совершенствования лесосеменного районирования. На основании анализа хлоропластной ДНК дуба черешчатого нами была построена геногеографическая карта этой породы для территории Беларуси. Это позволило сформировать схему размещения генрезерватов, а также, с учетом существующего лесосеменного районирования и геоботанического районирования, дало возможность уточнить границы лесосеменных районов и выделить в каждом районе семенные насаждения, в которых целесообразно проводить заготовку желудей для последующего лесовосстановления.

МЕЖДУНАРОДНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ЛЕСНОЙ ПОЛИТИКИ ДЛЯ ОЦЕНКИ И УПРАВЛЕНИЯ ЛЕСНЫМИ ГЕНЕТИЧЕСКИМИ РЕСУРСАМИ

М.М. Паленова

Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, Московская обл., Пушкино, Россия; E-mail: mvvp@mail.ru

INTERNATIONAL TOOLS OF FOREST POLICY FOR ASSESSMENT AND MANAGEMENT OF FOREST GENETIC RESOURCES

M.M. Palenova

Forestry and Forest Management Research Institute, Moscow Region, Pushkino, Russia;
E-mail: mvvp@mail.ru

В последние годы в мире произошли важнейшие события в области формирования инструментов лесной политики для оценки и управления лесными генетическими ресурсами, в которых Россия пока не принимает участия. Так, в 2007 г. Комиссия по генетическим ресурсам для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства ФАО¹ (далее - Комиссия) отметила неотложный характер рассмотрения вопроса о сохранении и устойчивом использовании лесных генетических ресурсов. Комиссия подчеркнула, что отсутствие информации ограничивает возможности тех, кто принимает решения при выборе необходимых действий в отношении лесных генетических ресурсов на международном, региональном и местном уровнях. Подготовка первого Доклада о состоянии мировых лесных генетических ресурсов была включена в Многолетнюю программу работы Комиссии.

¹ Комиссия создана ФАО в 1983 г. Комиссия представляет собой межправительственный форум (в ее состав входят более 170 членов) для достижения глобального консенсуса по вопросам политики в области генетического биоразнообразия для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства.

Комитет по лесному хозяйству ФАО и все региональные комиссии ФАО по лесному хозяйству одобрили подготовку Доклада. Первый Доклад о состоянии мировых лесных генетических ресурсов будет вынесен на рассмотрение четырнадцатой сессии Комиссии в 2013 г. В 2014 г. Доклад будет представлен Форуму ООН по лесам и Конференции Сторон Конвенции о биологическом разнообразии. Сообщение описывает международные инструменты лесной политики и первые шаги Рослесхоза в подготовке национального доклада «Стратегическая оценка состояния и тенденций изменения лесных генетических ресурсов Российской Федерации».

ВНУТРИВИДОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ В ПОПУЛЯЦИЯХ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА

Н.В. Паутова

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, Россия;

E-mail: pautova@ib.komisc.ru

INTRASPECIFIC VARIABILITY OF *LARIX SIBIRICA* LEDEB. IN EUROPEAN NORTH-EAST POPULATIONS

N.V. Pautova

Institute of Biology, Russian Academy of Sciences, Center, Ural Branch, Komi Scientific Center, Syktivkar, Russia; E-mail: pautova@ib.komisc.ru

На северо-востоке европейской части России среди господствующих лесов еловой и сосновой формаций лиственничные леса не имеют широкого распространения и составляют не более 2.1% лесного фонда. В Республике Коми на их долю приходится 253.7 тыс. га. К настоящему времени лиственничники наряду с кедровыми древостоями имеют почти самый высокий средний возраст – 165 лет и средний запас древесины – 131 м³/га. Однако в результате интенсивных рубок и неустойчивого естественного возобновления лиственницы на данной территории площадь насаждений с участием этой породы сократилась примерно в 1.5 раза за последние 50 лет. В связи с этим, широкое внедрение ее в культуру при лесоразведении, разработка комплексных мероприятий по повышению продуктивности лиственничных древостоев, установление основных закономерностей внутри- и межпопуляционной изменчивости в различных условиях существования, позволят сохранить наиболее ценную часть генофонда северных популяций лиственницы на территории европейского Северо-Востока.

Изучение изменчивости основных диагностических признаков *Larix sibirica* Ldb. проводили в ее чистых и смешанных насаждениях подзон средней и северной тайги Республики Коми в период 1998-2010 гг. В работе исследовали следующие показатели: окраску, опушенность и охвоенность побегов, морфологические особенности почек и хвои. При обследовании одногодичных ауксисластов выявлено 9 видов их окраски. Установлено, что в пределах популяции в пигментации молодых побегов преобладают два, реже три цветовых градиента. В подзоне средней тайги доминирующими (~ 90 %) являлись соломенные побеги, в подзоне северной тайги – темно-охристые ауксисласты (до 50%). Достоверной зависимости в изменчивости опушения побегов в природных популяциях от условий местопроизрастания, жизненного состояния особи и ее положения в древостое нами не выявлено. Широким диапазоном значений характеризуется эндогенная изменчивость показателей длины хвоинок и их числа в брахисласте. В ряду рассматриваемых лет максимальные значения охвоенности 2-х-летних побегов были получены после аномально теплых 2003 и 2005 годов.

Изучение фенологии и морфолого-анатомических особенностей почек лиственниц, произрастающих в разных географических районах, позволило установить 5 типов их опушения. Географическая изменчивость данного признака в большей степени определяется микроэкологическими условиями произрастания особей и не проявляет значений

достоверной закономерности, за исключением насаждений северной тайги, где было выявлено наибольшее число почечных структур с разной степенью опушения. В качестве сопутствующих признаков нами проводилось изучение структурной организации стволов и крон лиственниц, что позволило выявить ряд морфологических особенностей, проявление которых усиливается с увеличением возраста особей, а также имеет широтную зависимость. Анализ полученных данных по окраске коры и структуре ее поверхности, формовому разнообразию крон и их архитектурным особенностям показал, что межпопуляционная изменчивость исследуемых показателей в большей степени связана с локальными экологическими условиями произрастания.

Таким образом, при исследовании популяций лиственницы сибирской в пределах описываемой территории установлено, что внутривидовая изменчивость рассматриваемых признаков стабилизируется в наиболее однородных условиях существования популяции. Дальнейшее изучение насаждений этого вида у северных границ его ареала позволит дополнить материалы по изменчивости представителей хвойных в условиях европейского Севера и внесет определенный вклад в систематику рода *Larix* Mill.

**ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ЗОНЕ ГИБРИДИЗАЦИИ СОСНЫ
КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ (*PINUS SIBIRICA* DU TOUR) И КЕДРОВОГО
СТЛАНИКА [*PINUS PUMILA* PALL. (REGEL)]**

**Е.А. Петрова¹, С.Н. Горошкевич¹, А.Г. Попов¹, М.М. Белоконов²,
Ю.С. Белоконов², Д.В. Политов²**

¹Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, Томск, Россия; E-mail: petrova@imces.ru; ²Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН, Москва, Россия

**GENETIC PROCESSES IN ZONE OF HYBRIDIZATION BETWEEN
PINUS SIBIRICA DU TOUR AND *PINUS PUMILA* PALL. (REGEL)**

**E.A. Petrova¹, S.N. Goroshkevich¹, A.G. Popov¹, M.M. Belokon²,
Yu.S. Belokon², D.V. Politov²**

¹Institute of Monitoring of Climatic and Ecological System, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch, Tomsk, Russia; E-mail: petrova@imces.ru; ²N.I. Vavilov Institute of General Genetics, Moscow, Russia

Естественная гибридизация широко распространена у высших растений, в частности в семействе *Pinaceae*. В некоторых случаях отмечается повышенная жизнеспособность гибридных растений по отношению к родительским видам [Moore, 1977], что позволяет сделать предположение об эволюционном значении данного явления. Естественная гибридизация между российскими видами кедровых сосен *Pinus sibirica* и *Pinus pumila* представляет собой достаточно уникальный случай скрещивания в природе контрастных по форме роста и экологическому ареалу видов. Ранее описаны морфологические особенности и встречаемость гибридов [Горошкевич, 1999; Goroshkevich, 2004], генетическая структура симпатрических популяций родительских видов и гибридных растений [Петрова и др., 2007; Petrova et al., 2008].

Новое представление о генетических процессах в зоне гибридизации *P. sibirica* и *P. pumila* позволяет получить сопряженный анализ генетических маркеров различной природы – аллозимных локусов и фрагментов мтДНК. Известно, что у видов *Pinus* митохондриальная ДНК наследуется по материнской линии, а хлоропластная – по отцовской [Wagner et al., 1987]. Для определения материнского вклада родительских видов в генотипы естественных гибридов *pumila* × *sibirica* использовали фрагмент мтДНК – второй интрон локуса NAD1, размер которого различается у *P. sibirica* и *P. pumila* [Gugerly et al., 2001]. Естественная гибридизация исследована в четырех локальностях зоны симпатрии, расположенных в Северном (бухта Давша, дельта Верхней Ангары) и Южном (Хамар-Дабан, пик

Черского) Прибайкалье, а также в изолированной островной популяции в Южном Забайкалье (г. Алханай). Чистые виды во всех изученных популяциях дифференцировались по аллозимному локусу *Skdh-2*, диагностическое значение которого отмечалось ранее [Polítov et al., 1999]; величина ПЦР-продукта NAD1int2 у кедровой сосны сибирской составляла 2530 пн, у кедрового стланика – 2181 пн.

Растения, определенные по габитусу и окраске созревающих шишек как гибриды, были гетерозиготны по *Skdh-2*, сочетая в своем генотипе аллели, специфичные для родительских видов. Основная часть гибридов, обнаруженных в бухте Давша, где в составе насаждения преобладает *P. sibirica*, имели мтДНК, специфичную для кедра сибирского. Большинство гибридных растений из заболоченной местности в дельте р. Верхняя Ангара, где кедр встречается единично, имели мтДНК, специфичную для кедрового стланика. Аналогично, материнский вклад *P. pumila* в генотипы большинства гибридов установлен в популяции на г. Алханай, там основное количество гибридов встречено на плато, покрытом кедровым стлаником. В районе п. Черского (Северный Хамар-Дабан) гибриды по габитусу довольно четко делились на два класса: одни были ближе к кедру, другие – к кедровому стланнику. В этой популяции гибриды были более разнообразны и по размеру видоспецифичного фрагмента мтДНК. Гибриды, близкие по морфологии к кедровому стланнику, имели мтДНК, специфичную для этого вида. Большинство гибридов, близких по морфологии к кедру, имели *P. sibirica*-специфичную мтДНК. Обнаруженная вариация видовой специфичности мтДНК естественных гибридов может объясняться неоднаправленностью скрещивания родительских видов при гибридизации, либо тем, что часть растений, по фенотипическим признакам отнесенных к гибридам, является результатом возвратных скрещиваний гибридов первого поколения с чистыми видами.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 10-04-01497 и 10-04-01616, а также Интеграционного проекта СО и УрО РАН №53.

ГЕНЕТИКО-ЭВОЛЮЦИОННАЯ ОЦЕНКА ПОЛИМОРФИЗМА БОЛОТНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

А.В. Пименов, Т.С. Седельникова

Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Красноярск, Россия;

E-mail: pimenov@ksc.krasn.ru

EVOLUTIONARY GENETICS OF POLYMORPHISM IN SCOTS PINE BOG POPULATIONS

A.V. Pimenov, T.S. Sedel'nikova

V.N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch,

Krasnoyarsk, Russia; E-mail: pimenov@ksc.krasn.ru

Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) представляет собой экологически эвривалентный вид, играющий в лесоболотных комплексах Западносибирской равнины основную структурообразующую и продукционную роль. Высокие уровни экотопического разнообразия и абиотической экстремальности болотных массивов определяют широкий спектр генетической изменчивости сосны обыкновенной, проявляющейся в виде большого числа интразональных форм и экотипов. Данная ситуация во многом обусловлена также микроэволюционными эффектами инбридингового характера – «изоляции» и «основателя», циклически повторяющимися в ходе сукцессионных серий открытых и лесных стадий развития гидроморфных комплексов. Болотные массивы Западной Сибири могут рассматриваться не только в качестве действующих «очагов» формообразования, но также и полигонов по сохранению внутривидового разнообразия, вследствие экологической стабильности данных экосистем, характеризующихся высокими уровнями эдафической буферности и ценотической сложенности.

Проведены исследования полиморфизма сосны обыкновенной на болотах различных типов водно-минерального питания и, в качестве контроля, – на суходолах таежной зоны Западносибирской равнины. В изученных популяциях сосны обыкновенной выявлено формовое разнообразие по особенностям генеративной сферы. Поскольку процент участия различных форм в насаждениях болотных и суходольных экотопов неодинаков, индивидуальные особенности форм могут рассматриваться как проявления экологических стратегий, обеспечивающих устойчивую репродукцию вида в контрастных условиях произрастания. В условиях крайнего пессимума на олиготрофных болотах формовая дифференциация сопровождается общей морфологической «нанонизацией» генеративной сферы, снижающей энергетическую «стоимость» репродукции.

Одним из основных формоспецифических параметров сосны обыкновенной в лесоболотных экотопах Западной Сибири является окраска микростробилов, проявляющаяся в желтопыльниковой и краснопыльниковой вариациях. Болотные популяции сосны характеризуются высокой встречаемостью деревьев краснопыльниковой формы (29-53%), по сравнению с суходольными насаждениями (2-10%). Выявлены достоверные отличия между желто- и краснопыльниковой формами сосны на болотах и суходолах Западносибирской равнины по морфологии и качеству пыльцы, а также качеству семян. Вероятно, краснопыльничковая форма представляет собой генотип пессимальных условий, обеспечивающий стабильную репродукцию вида в условиях холодного и короткого вегетационного периода гидроморфных экотопов. Установлено, что качество семян различных цветосеменных форм сосны в древостоях болот и суходолов отличается высоким уровнем экологической изменчивости. Выявленная специфичность качественных характеристик различно окрашенных семян сосны обыкновенной объясняет тот факт, что на болотах и суходолах формируются насаждения с определенным процентным соотношением деревьев со светло- и темноокрашенными семенами. Семенное потомство сосны на болотах, по сравнению с суходолами, характеризуется высокой (до 30%) встречаемостью хромосомных мутаций и патологий митоза.

Таким образом, популяции сосны обыкновенной, произрастающие на болотах Западной Сибири, отличаются широким спектром визуально диагностируемого и фенотипически скрытого (в виде хромосомных мутаций) полиморфизма. Выявленные особенности, очевидно, являются адаптивной реакцией растений, повышающей генетическую лабильность популяций и расширяющей биоразнообразие хвойных.

Работа выполнена при финансовой поддержке Интеграционного проекта СО РАН – УрО РАН (проект СО РАН № 49).

РЕЛИКТОВЫЕ ВИДЫ В ДЕНДРОФЛОРЕ БАЙКАЛЬСКОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ

А.С. Плешанов, С.И. Шаманова, О.А. Чернышева

Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, Иркутск,
Россия; E-mail: asp@sifibr.irk.ru

THE RELICT SPECIES IN THE DENDROFLORA OF THE BAIKAL NATURAL TERRITORY

A.S. Pleshanov, S.I. Shamanova, O.A. Chernysheva

Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry, Russian Academy of Sciences,
Siberian Branch, Irkutsk, Russia; E-mail: asp@sifibr.irk.ru

Байкальская природная территория (БПТ), выделенная законом РФ «Об охране озера Байкал» (1999), включает кроме самого Байкала его горное обрамление. Эти грандиозные природные образования играют роль крупного биогеографического рубежа в центре Евразии, что обуславливает повышенное биологическое разнообразие региона и значительное участие в его дендрофлоре реликтов разного генезиса. Из 174 видов фане-

рофитов, свойственных БПТ, реликтовыми является 24 и еще у двух видов есть эндемичные разновидности; таким образом, доля реликтов в дендрофлоре близка к 14-15 %. Неморальные западно-палеарктические реликты представлены тремя видами кустарников: *Caragana arborescens* Lam., *Daphne mezereum* L. и *Viburnum opulus* L. Они встречаются на границе Приангарья и Присаянья, *C. arborescens*, кроме того – в Тункинской долине, а *D. mezereum* вдоль восточного побережья Байкала почти достигает р. Селенга.

Неморальные восточно-палеарктические реликты включают пять видов. Среди них уникальные для Байкальского региона фрагменты широколиственных лесов образует *Ulmus japonica* (Rehd.) Sarg. в нижнем течении р. Селенга и в среднем течении р. Чикой. Во втором ярусе хорошо теплообеспеченных лесов нижнего течения р. Чикой отмечен *Rhamnus davurica* Pall. Также во втором ярусе лесов представлен *Crataegus maximoviczii* Schneid., нередко образующий самостоятельные сообщества на пойменных лугах и открытых склонах; этот вид встречается в низкогорьях в Верхнем Приангарье и на юге Бурятии. В Селенгинской Даурии в образовании подлеска остепненных лесов и кустарниковых зарослей на открытых склонах участвует *Rhamnus erythroxylon* Pall. В исключительно большом отрыве от основного ареала – в среднем течении р. Иркут, отмечены кустарниковые сообщества с участием *Euonymus sacrosanta* Koidz.

К бореальным восточно-палеарктическим реликтам относятся четыре вида. Основной ареал *Chosenia arbutifolia* (Pall.) A.Skvorts. и *Alnus hirsuta* (Spach) Turcz. ex Rupr. в пределах БПТ заходит в Северное Забайкалье и Северное Прибайкалье, тогда как в Северном Предбайкалье – в бассейне р. Киренга, эти деревья представлены локальными реликтовыми популяциями. Сходное распространение имеет кустарник *Sorbaria sorbifolia* (L.) A. Br., при этом в Байкальской рифтовой зоне он тяготеет к выходам геотермальных вод. Реликтовые популяции кустарника *Ribes dikuscha* Fisch. ex Turcz. отмечены в Верхнеангарской долине.

Степные реликтовые виды представлены на БПТ пятью кустарниками. Локальная популяция *Betula microphylla* Bunge отмечена в Приольхонье, заросли *Amygdalus pedunculata* Pall. и *Armeniaca sibirica* (L.) Lam. известны в ряде пунктов Селенгинской Даурии, *Nitraria sibirica* Pall. встречается на сильно засоленных участках Приангарья, Селенгинской Даурии и Баргузинской долины. Основной ареал *Ribes pulchellum* Turcz. заходит в Селенгинскую Даурию, тогда как в Приангарье отмечены только реликтовые местообитания.

Как реликтовые популяции перигляциального генезиса могут рассматриваться анклавы кустарников *Pinus pumila* (Pall.) Regel, *Arctous alpina* (L.) Niedenz. и *Rhododendron aureum* Georgi, отмеченные в низкогорных участках бассейна р. Лена на значительном удалении от характерных для них высокогорных местообитаний. Особую группу реликтовой дендрофлоры образуют на БПТ семь представителей реликтовых эндемиков Южной Сибири: *Picea obovata* var. *altaica* (Tepl.) Kom., *Cotoneaster lucidus* Schlecht., *C. neo-popovii* Czer., *C. tjuliniae* Pojark. ex Peschkova, *Dryas sumneviciii* Serg., *Malus baccata* var. *chamardabanica* Vartapetjan et Solovjeva и *Oxytropis tragacanthoides* Fisch. Для выяснения сроков формирования реликтовых популяций растений в Байкальском регионе, наряду с применением традиционных палеоботанических методов, перспективно использование молекулярно-генетических подходов.

Выполнение работы поддержано грантом Программы Президиума РАН № 26.1.1.

СОХРАНЕНИЕ ГЕНОФОНДА РЕДКИХ ЛЕСНЫХ ВИДОВ ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ НА ПРИМЕРЕ КАРЕЛЬСКОЙ БЕРЕЗЫ

С.П. Погиба

Московский государственный университет леса, Мытищи, Московская обл.,
Россия; E-mail: s.pogiba@mail.ru

CONSERVATION OF GENE POOL OF RARE FOREST SPECIES INTRODUCED IN MOSCOW REGION (STUDY CASE OF KARELIAN BIRCH)

S.P. Pogiba

Moscow State Forest University, Moscow Region, Mytischki, Russia;
E-mail: s.pogiba@mail.ru

Карельская берёза (*Betula pendula* Roth var. *carelica* Mercl.) имеет красивую текстуру древесины и, начиная с XVIII столетия, широко используется в мебельном производстве России. Она произрастает во Владимирской, Калужской, Смоленской и Костромской областях, но основные её запасы сосредоточены в Карелии. Тем не менее, запасы карельской берёзы ограничены, и каждое дерево было зарегистрировано и учтено.

Долгое время считалось, что карельская берёза произрастает только в Карелии и при переносе в другие места теряет свои уникальные особенности. В 30-40 гг. прошлого столетия проф. Ленинградской лесохозяйственной академии Н.О. Соколов провёл инвентаризацию березняков Карелии, изучил формовое разнообразие карельской берёзы, выделил её жизненные формы, создал первую культуру в Царевичах из семян, отобрал постоянные лесосеменные участки, а впоследствии заложил около 150 га культур в разных районах Карелии. Им же были разосланы семена карельской берёзы в различные географические точки страны. Именно Н.О. Соколов передал акад. А.С. Яблокову саженцы карельской берёзы в 1950 г., положив начало интродукции этой культуры в Московской области.

Небольшая культура карельской берёзы в Ивантеевском дендропарке Московской области послужила отправной точкой для разносторонней работы с этой породой. Работа была поручена аспирантке А.С. Яблокова А.Я. Любавской, которая посвятила изучению карельской берёзы всю свою жизнь, создав научную школу декоративных отечественных древесин. Сотрудники кафедры под её руководством обследовали естественные насаждения карельской берёзы в Белоруссии, Карелии, Прибалтике, Ярославской, Калужской, Владимирской, Смоленской областях. Параллельно разрабатывалась агротехника выращивания, изучались анатомия, морфология, макро и микроструктура древесины, создавались научно-производственные культуры в Московской области и других регионах страны. На питомнике МЛТИ были высажены различные формы карельской берёзы из разных регионов страны, ежегодно проводимое контролируемое опыление и разработанные методы агротехники позволили получать достаточное количество семян и саженцев, не только для своих нужд, но и снабжать ими другие регионы, такие как Мордовия, Липецкая ЛОСС, Карелия, Белоруссия, Латвия, Узбекистан, Кировская область. Саженцы карельской берёзы были отправлены в Словакию профессору Пагану. В Московской области было заложено около 100 га культур карельской берёзы.

Таким образом, для успешной интродукции карельской берёзы в новые районы, необходимо создать местную сортовую семеноводческую базу, включающую корнесобственные или привитые растения. Имея эту базу можно проводить все мероприятия по дальнейшей интродукции карельской берёзы. Приведённый пример интродукции карельской берёзы в Московской области может служить иллюстрацией для работы с другими интродуцентами, а также при сохранении и размножении редких и исчезающих видов древесных растений.

**ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ЕЛИ СИБИРСКОЙ
(*PICEA OBOVATA* LEDEB.) ПО АЛЛОЗИМНЫМ ЛОКУСАМ
Д.В. Политов¹, А.Н. Кравченко², М.М. Белоконов¹, Ю.С. Белоконов¹,
А.Я. Ларионова², А.К. Экарт²**

¹Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН, Россия; E-mail: dmitri_p@inbox.ru;

²Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Россия; E-mail: albina@ksc.krasn.ru

**GENETIC DIFFERENTIATION OF SIBERIAN SPRUCE
(*PICEA OBOVATA* LEDEB.) ON ALLOZYME LOCI
D.V. Politov¹, A.N. Kravchenko², M.M. Belokon¹, Yu.S. Belokon¹,
A.Ya. Larionova², A.K. Ekart²**

¹N.I. Vavilov Institute of General Genetics, Moscow, Russia; E-mail: dmitri_p@inbox.ru;

²V.N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch,
Krasnoyarsk, Russia; E-mail: albina@ksc.krasn.ru

Ель сибирская *Picea obovata* Ledeb. является одним из наиболее широко распространенных видов хвойных Палеарктики и произрастает на территории от севера Европейской части России до тихоокеанского побережья. На западной окраине ареала ель сибирская гибридизирует с елью европейской *P. abies* (L.) Karst. с образованием протяженной клины по соотношению форм семенной чешуи, размерам шишек и семян, формы кроны, длины хвои [Правдин, 1975; Попов, 2005], а также и целого ряда аллелей аллозимных локусов [Политов, Крутовский, 1998; Krutovskii, Bergmann, 1995]. В центральной и восточной частях ареала вида по ранее проанализированным морфологическим признакам наблюдается относительное однообразие [Правдин, 1975], а изменчивость молекулярных маркеров в этой зоне изучена недостаточно подробно.

До сих пор систематического исследования большей части ареала вида с репрезентативным представительством выборок не было предпринято. Благодаря заделу, накопленному по аллозимным данным в лабораториях двух институтов, ИОГен РАН и Института леса СО РАН, и проведенной работе по идентификации аллелей и генотипов, а также унификации их обозначений, такая работа стала возможной. С помощью 25 аллозимных локусов (*Fdh*, *Fest-2*, *Gdh*, *Got-1*, *Got-2*, *Got-3*, *Idh-1*, *Idh-2*, *Lap-1*, *Lap-2*, *Mdh-1*, *Mdh-2*, *Mdh-3*, *Mnr-1*, *Pepca*, *6-Pgd-2*, *6-Pgd-3*, *Pgi-1*, *Pgi-2*, *Pgm-1*, *Pgm-2*, *Skdh-1*, *Skdh-2*, *Sod-1*, *Sod-2*) была изучена генетическая структура популяций ели сибирской из «чистой» части ареала, а также из зон интрогрессии. Процент полиморфных локусов варьировал в выборках от 71 до 85%, наблюдаемые значения аллозимной гетерозиготности были близки к ожидаемым, т.е. популяции в основном находились в состоянии равновесия по Харди – Вайнбергу. Проведенный анализ позволил подтвердить относительную гомогенность частот аллозимных локусов в центральной части ареала ели сибирской. Даже максимальные для Средней Сибири значения доли межпопуляционной изменчивости в общей изменчивости вида (по локусам *Got-1*, *Got-2*, *Got-3*, *Lap-1*, *Lap-2*, *Skdh-1*, *Skdh-2*, *Idh-2*, *Gdh*, *Pgm-2*, *6-Pgd-2*) не превышали 5% ($F_{ST} < 0,05$), что подтверждается и данными по микросателлитным локусам. Однако типичного для многих древесных видов снижения генотипической изменчивости в краевых популяциях у рассматриваемого вида не наблюдается (за исключением крайней северо-восточной части ареала). На западе Сибири и на Урале повышенное аллельное и генное разнообразие с очевидностью связаны с интрогрессией аллелей ели европейской, а на юго-востоке – ели корейской. Эти же процессы вызывают и более сильную генетическую дифференциацию на краях ареала, от центральных популяций та или иная выборка отличаются тем сильнее, чем больше в ней примесь генов видов, с которыми ель сибирская в данном регионе гибридизирует.

Работа поддержана Программами фундаментальных исследований Президиума РАН «Биологическое разнообразие» (Подпрограмма «Генетическое разнообразие и генофонды» и «Происхождение биосферы и эволюция био-геологических систем») и ОБН

**КЕДРОВЫЕ СОСНЫ СТАРОГО СВЕТА: СТРУКТУРА РАЗНООБРАЗИЯ
ПО МОРФОЛОГИИ ПОБЕГА, НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ЕСТЕСТВЕННОЙ
МЕЖВИДОВОЙ ГИБРИДИЗАЦИИ, ИНТРОДУКЦИЯ В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

А.Г. Попов

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, Томск, Россия;
E-mail: popovaleksa@yandex.ru

**STONE PINES OF OLD WORLD: VARIATION IN STEM STRUCTURE
MORPHOLOGY, SOME ASPECTS OF NATURAL INTERSPECIFIC
HYBRIDIZATION, AND INTRODUCTION IN WEST SIBERIA**

A.G. Popov

Institute of Monitoring of Climatic and Ecological System, Russian Academy of Sciences,
Siberian Branch, Tomsk, Russia; E-mail: popovaleksa@yandex.ru

Кедровые сосны Старого Света, занимая обширные ареалы, на значительной части которых являются эдификаторами растительного покрова, имеют огромное природное и хозяйственное значение. Наличие обширных ареалов с широким диапазоном экологических условий и присутствие в исследуемой группе видов межвидовой гибридизации делают избранную группу видов идеальным объектом для исследования эколого-географической дифференциации и интеграционных процессов. Для полного понимания структуры разнообразия данной группы видов необходимо правильное представление об их происхождении, родственных связях, вегетативной и генеративной совместимости, экологии, наконец, о возможностях интродукции за пределы естественных ареалов и использования в селекционных программах. Имеющаяся систематика рода *Pinus* в основном базируется на морфологических признаках, таких как строение хвои, пыльцы и шишек. Так, российские виды подрода *Strobus* – *P. sibirica* Du Tour, *P. pumila* (Pall.) Regel и *P. koraiensis* Sieb. & Zucc принадлежат к подсекции *Cembrae* Loud., родственные им восточно-азиатские виды *P. parviflora* Sieb. & Zucc. и *P. armandi* Franchet. – к подсекции *Strobi* Loud. В настоящее время между исследователями идет дискуссия о местоположении некоторых видов в системе рода *Pinus*. Молекулярно-генетические и анатомические признаки все-таки являются в большей мере "формальными", функциональная природа и адаптивное значение которых часто неизвестны. В этом отношении от них выгодно отличается комплекс признаков, характеризующих органогенез и морфоструктуру побегов. Зависимость структуры годовичного побега и от условий произрастания, и от таксономической принадлежности делает этот комплекс признаков весьма перспективным для исследования происхождения видов и путей их адаптации к условиям современных ареалов.

Результаты данной работы получены на обширном природном материале, а также на объектах клонового архива научного стационара «Кедр» ИМКЭС СО РАН (юго-восток Томской области), представленных вегетативным и семенным потомством исследуемых видов. Анализ результатов работы позволил сделать следующие заключения: 1. Российские виды кедровых сосен имеют общие закономерности изменения структуры годовичного побега с увеличением теплообеспеченности вегетационного периода. 2. На ювенильном этапе морфогенеза проявляются признаки, свойственные внутривидовым таксонам – подсекциям и видам, многие из которых определяются не столько происхождением видов, сколько климатическими условиями их современных ареалов. Так, предположительно, по признаку близости структуры и развития побегов на начальных этапах онтогенеза, секция 5-хвойных сосен состоит из двух "чистых линий" (кедровые и веймутовы сосны) и нескольких гибридных видов, возникших в результате сетчатой эволюции. К ним, в частности, относятся два российских вида – кедровый стланик и кедр корейский. 3. Жизнеспособ-

собные гибриды между кедром сибирским и кедровым стлаником, имеют высокий адаптивный потенциал и эволюционные перспективы. 4. Кедр европейский, кедровый стланик, кедр корейский, сосна Арманда и сосна мелкоцветковая вполне успешно могут быть интродуцированы на юг Западной Сибири.

**ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ
(*PICEA ABIES* (L.) KARST.) В УКРАИНСКИХ КАРПАТАХ И ПОЛЕСЬЕ**

С.Н. Привалихин, И.В. Макогон, И.И. Коршиков
Донецкий ботанический сад НАН Украины, Донецк, Украина;
E-mail: dbsgenetics@gmail.com

**GENETIC VARIATION OF NORWAY SPRUCE [*PICEA ABIES* (L.) KARST.]
IN THE UKRAINIAN CARPATHIANS AND POLESIE**

S.N. Privalihin, I.V. Makagon, I.I. Korshikov
Donetsk Botanical Garden, National Academy of Sciences of Ukraine, Donetsk,
Ukraine; E-mail: dbsgenetics@gmail.com

Сохранение биологического разнообразия лесных древесных растений, в частности, их внутривидового полиморфизма является необходимым условием их устойчивости и выживания в связи с усиливающимся антропогенным воздействием на лесные экосистемы. Особенно это важно для видов - эдификаторов, так как от состояния их популяций зависит выживаемость многих видов животных и растений. К таким видам относится ель европейская (*Picea abies* (L.) Karst.) – основная лесообразующая порода в Украинских Карпатах. В Украинском Полесье *P. abies* представлена небольшими изолированными популяциями, которые являются уникальными темнохвойными сообществами, распространенными за пределами южной границы сплошного распространения. Сведения о нативной популяционно-генетической структуре видов-эдификаторов лесных экосистем, системный мониторинг ее изменений, прогнозирование ее нарушений и стабильности воспроизводства в поколениях – определяющие этапы формирования концепции неистощительного хозяйственного использования лесов.

Целью нашей работы было определение популяционно-генетического разнообразия *P. abies* в природных популяциях Украинских Карпат и Полесья. Объектом исследований послужили 9 природных популяций (5 низинных и 4 высокогорных) на территориях природно-заповедного фонда в Украинских Карпатах и три “островные” популяции в Украинском Полесье. Общая выборка карпатских популяций составила 346 деревьев, возраст 80–150 лет. Выборка полесских популяций насчитывала 109 растений, возраст 65–80 лет.

На основании анализа изменчивости 20 локусов девяти ферментных систем в изученных популяциях рассчитаны основные показатели генетического полиморфизма. Отметим, что генетическая структура всех исследуемых популяций близка к равновесной, так как только по отдельным локусам фактическое распределение генотипов существенно отличалось от теоретически ожидаемого, согласно закону Харди-Вайнберга. Доля полиморфных локусов по 99 %-ному критерию в карпатских и полесских популяциях составила 80 %. Однако, в природных популяциях Карпатского региона установлено большее аллельное разнообразие, чем в популяциях Украинского Полесья. Так, среднее число аллелей на локус в карпатских популяциях составило 3.55, в полесских – 2.90. Средняя наблюдаемая (H_O) и ожидаемая (H_E) гетерозиготности в популяциях *P. abies* обоих регионов составили близкие значения ($H_O = 0.160$, $H_E = 0.158$ в карпатских; $H_O = 0.167$, $H_E = 0.156$ в полесских). При этом в карпатских популяциях, согласно индексу фиксации Райта, установлен небольшой недостаток гетерозигот (1.3 %), а в полесских популяциях – 7 %-ый избыток гетерозигот.

Значения коэффициента инбридинга популяции относительно вида (F_{ST}) в карпатских и полесских популяциях составили близкие и невысокие значения – 0.017 и 0.018 со-

ответственно. Это свидетельствует о том, что ~ 98 % генетической изменчивости приходится на внутривидовую изменчивость и только ~ 2 % – на межвидовую компоненту. Установлены очень низкие значения и генетической дистанции Нея, как между карпатскими, так и между полесскими популяциями – 0.005 и 0.006 соответственно, что указывает на значительное сходство генетических структур популяций в пределах исследуемых регионов.

Таким образом, гетерогенность эколого-фитоценологических условий произрастания и географическая изоляция популяций *P. abies* в Украинских Карпатах и “островных” популяций Украинского Полесья не приводят к очевидной их генетической дифференциации в пределах исследуемых регионов. Вместе с тем, в малочисленных и изолированных полесских популяциях сохраняется уровень генетической изменчивости, свойственный популяциям Украинских Карпат.

МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД ПРОГНОЗА ОБИЛИЯ СЕМЕНОШЕНИЯ ЛЕСОСЕМЕННЫХ ПЛАНТАЦИЙ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

Б.В. Раевский

Институт леса Карельского НЦ РАН, Петрозаводск, Россия;

E-mail: raevsky@drevlanka.ru

METEOROLOGICAL METHOD OF SEED YIELD FORECASTING IN SCOTCH PINE SEED ORCHARDS

B.V. Raevsky

Russia, Forest Research Institute, Russian Academy of Sciences, Karelian Scientific Center, Petrozavodsk, Russia; E-mail: raevsky@drevlanka.ru

На основании многолетних исследований динамики роста и репродуктивных процессов на прививочных лесосеменных плантациях сосны обыкновенной разработана система оценки и прогноза обилия цветения и плодоношения клонов сосны на 3^x-летний период. Основные положения данной системы заключаются в следующем. Лесосеменные плантации сосны Карелии сосредоточены в Южнокарельском лесосеменном районе. В пределах данного района все участки ЛСП, в состав которых входят местные клоны, в одинаковом возрасте имеют очень близкие средние высоту, диаметр ствола и диаметр кроны. Клоны более северного происхождения росли медленнее местных, а более южного – быстрее. Размер деревьев влияет на абсолютную величину урожая шишек.

Независимо от своего клонового состава все ЛСП сосны, вступившие в стадию массового цветения и плодоношения в возрастном промежутке от 10 до 27 лет включительно, имеют очень близкие усредненные параметры шишек и семян (линейные размеры и массу шишки, число полнозернистых семян в шишке). Увеличение или уменьшение величин данных параметров определяются не возрастом участка ЛСП, а динамикой ряда метеозаказов за 3-х летний репродуктивный цикл сосны. Обилие женского цветения сосны тесно коррелирует ($r = -0,86$) со средней относительной влажностью за август месяц предыдущего года.

На основании выявленных закономерностей разработана система количественного прогноза обилия цветения и плодоношения ЛСП сосны, включающая в себя: 1) регрессионную зависимость обилия макростволов (балл) от величины средней относительной влажности за август предшествующего цветения года; 2) уравнение для перехода от балльных оценок обилия женского цветения к прогнозу в баллах обилия плодоношения на следующий год, независимо от возраста ЛСП; 3) набор шкал, обеспечивающих переход от балльных оценок обилия плодоношения к прогнозу урожая по количеству шишек, для ряда диапазонов возрастов и средних высот лесосеменных плантаций. Развернутая характеристика репродуктивного потенциала, как отдельных клонов сосны, так и их совокупностей по широкому набору размерно-весовых признаков (объем и масса урожая шишек,

число полнозернистых семян на рамету и их масса и т.д.) возможна, как на основе данных анализа образцов шишек и семян с конкретных объектов, так и с использованием усредненных величин для всего лесосеменного района

ИЗМЕНЧИВОСТЬ КЛИМАТИПОВ СОСНЫ ПО ФИТОМАССЕ В ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КУЛЬТУРАХ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Р.В. Роговцев

Российский центр защиты леса – Центр защиты леса Новосибирской области,
Новосибирск, Россия; E-mail: rvr79@mail.ru

PHYTOMASS VARIABILITY OF SCOTS PINE CLIMATYPES IN PROVENANCE TRIALS IN NOVOSIBIRSK REGION

R.V. Rogovtsev

Russian Center of Forest Protection – Center of Forest Protection of Novosibirsk Region,
Novosibirsk, Russia; E-mail: rvr79@mail.ru

Изменчивость географических культур по продуктивности биомассы является важным признаком, определяющим способность климатипов адаптироваться к различным условиям произрастания [Габеев, 1982; Демиденко, Тараканов, 2000]. Основной составляющей общей продуктивности является производительность фитомассы дерева по его отдельным компонентам (ствол, ветви, хвоя).

В 30-летних географических культурах сосны обыкновенной у контрастных и сортовых климатипов определялась фитомасса основных компонентов деревьев: вес хвои, вес ветвей, вес стволов модельных деревьев. Изменчивость климатипов оценивалась по отношению к контролю, за который принят местный – Сузунский экотип.

В результате проведенных исследования выявлено, что, местный – Сузунский климатип, по накопленной биомассе является одним из лидеров. Варьирование максимальных и минимальных отклонений от контроля составляет от 102% у происхождения из Татарстана (Зеленодольский лесхоз), до 21% у Красноярского-Енисейского происхождения. Лидером является сосна из Татарстана (102% от контроля) из-за большего количества деревьев на 1 га и большей высоты деревьев.

По отдельным компонентам, таким как вес ветвей лидирует тамбовский климатип, что объясняется меньшей густотой и большим диаметром деревьев, это же происхождение лидирует и по весу ствола. По весу хвои лидируют происхождения из восточных и северных регионов России по отношению к месту расположения культур (Красноярский край-Енисейский, Тыва-Балгазынский, Тюменская область-Сургутский).

Результаты исследований показывают, что на продуктивность географических культур оказывают влияние не только их таксационные показатели (высота, диаметр, густота), но и «географическая составляющая», то есть морфологические изменения деревьев, связанные с переносом семян из места их происхождения. Так, северные популяции, хоть и имеют минимальные значения по практически всем показателям, но по весу хвои – они первые. Это свидетельствует об их реакции на изменение климатических условий в лучшую сторону.

СЕЛЕКЦИЯ ЕЛИ СИБИРСКОЙ ПО КОСВЕННЫМ ПРИЗНАКАМ И ТЕНДЕНЦИИ ЕСТЕСТВЕННОГО ОТБОРА

М.В. Рогозин

Пермский государственный университет, Пермь, Россия

BREEDING OF SIBERIAN SPRUCE BASED ON INDIRECT TRAITS AND NATURAL SELECTION TRENDS

M.V. Rogozin

Perm State University, Perm, Russia

Пермский край является зоной спонтанной гибридизации ели сибирской с елью европейской, и в насаждениях наблюдается изменчивости по ряду признаков. В 21-летнем потомстве плюсовых деревьев из естественных ценопопуляций (301 семья) и из культур (152 семьи) изучалось влияние массы семени и длины шишек на высоту испытательных культур на среднесуглинистой почве, созданных по схеме 2.5×1.0 м.

При этом установлено, что средняя длина шишек у плюсовых деревьев в культурах оказалась на 7.8% больше, чем в естественных популяциях, и деревья в культурах можно отнести к форме ели с преобладанием признаков ели европейской, а в естественных популяциях – к форме с преобладанием признаков ели сибирской. Средняя масса семени также оказалась больше в культурах: 5.51 мг против 5.16 мг в естественных популяциях или больше на 6.8%. Ценопопуляции из культур отличает также наличие фена, отсутствующего в естественных насаждениях (гладкая кора у 3.5% крупных деревьев). С учетом различий в длине шишек эти группы можно отнести к разным популяциям, в которых иницируются разные тенденции естественного отбора. Вероятно, при закладке культур в начале 20 века Ф.А. Теплоуховым использовались семена от деревьев или насаждений с крупными шишками. В потомстве F₁ (культуры с плюсовыми деревьями) получено увеличение: длины шишек на 7.8% и массы семени на 6.8%. В потомстве F₂ (наши испытательные культуры) высота потомства от культур Ф.А.Теплоухова была 105.1% от контроля при высоте семей из естественных популяций 102.4%; преимущество потомства культур Теплоухова в 21 год составило 2.7%. В потомстве плюсовых деревьев из культур обнаружено преимущество матерей со средней массой семени. У них доля лучших семей (115% от высоты контроля и более) оказалась выше в 1.6-1.7 раза в сравнении с матерями с тяжелыми и с легкими семенами. Следовательно, здесь в отношении массы семени действует стабилизирующий отбор. В потомстве плюсовых деревьев из естественных насаждений обнаружено преимущество матерей с легкими семенами. У них доля лучших семей выше в 1.8-2.1 раза, чем у матерей со средними и тяжелыми семенами. Следовательно, здесь проявляется тенденция к движущему отбору с предпочтением деревьям с легкими семенами.

Можно предположить, что в изученных нами естественных популяциях преобладают формы ели сибирской с более мелкими шишками и семенами, и протекающие в них процессы образования гамет идут другим образом, чем в ценопопуляциях культур после проведенного отбора крупношишечных форм. Поэтому, на основании полученных результатов, можно будет говорить о разных тенденциях микроэволюции этих двух форм ели, если их выращивание будет совпадать с условиями испытательных культур. У более «европейской» ели в культурах Ф.А.Теплоухова, в результате ее селекции по размеру шишек, в потомстве F₂ наблюдается стабилизирующий естественный отбор в отношении размеров семян и шишек, и селекция на быстроту роста более эффективна среди матерей, средних по длине шишек и со средней массой семени. У более «сибирской» формы ели в естественных насаждениях такой стабилизации нет и результаты селекции, по крайней мере, равнозначны как среди мелко-, так и среди крупношишечных форм, а также среди матерей с мелкими, средними и крупными семенами. При этом возможно даже весьма существенное преимущество (в 1.8-2.1 раза) матерей с мелкими семенами, по доле лучших по высоте семей в их потомствах.

**ИЗУЧЕНИЕ ХВОЙНЫХ В ПЕРМСКОМ КРАЕ: КОНКУРЕНЦИЯ
В РОДИТЕЛЬСКИХ ПОПУЛЯЦИЯХ ЕЛИ СИБИРСКОЙ И РОСТ ПОТОМСТВА**

М.В. Рогозин, Н.Н. Бельтюкова

Пермский государственный университет, Пермь, Россия;

E-mail: zhal73@mail.ru

**THE STUDY OF CONIFERS IN PERM KRAI: COMPETITION IN PARENTAL
POPULATIONS OF SIBERIAN SPRUCE AND PROGENY GROWTH**

M.V. Rogozin, N.N. Beltukova

Perm State University, Perm, Russia; E-mail: zhal73@mail.ru

Представляет интерес выяснение влияния на потомство структуры популяций *Picea obovata* Ledeb., которая может определять частоту тех или иных аллелей и определять генофонд происхождения семян. Нами изучалось влияние густоты 4 родительских популяций культур *P. obovata* на таксационные показатели и на рост потомства, полученного от 129 плюсовых деревьев. Родительские культуры создавались по схеме 2.13×1.07 м и в возрасте 74-88 лет различались по густоте от 770 до 1256 шт./га. Повышение густоты понизило средний прирост культур по высоте от 33.5 до 27.6 см в год и сбег ствола от 1.020 до 0.883 см/м. Потомство испытывали в культурах с расстоянием между растениями в ряду 1.0 м («редкие» культуры) и 0.7 м («густые» культуры). Высоты измерены у 3752 и 1537 растений в возрасте 21 и 23 года, соответственно, в «редких» и «густых» испытательных культурах.

Высота потомства от густых родительских культур при выращивании в «густых» культурах оказалась выше на 19.1%; однако эти же потомства в «редких» испытательных культурах оказались ниже по высоте на 13.4%. Аналогично показало себя потомство от редких родительских культур *P. obovata*: в «редких» культурах оно было выше на 19.1%, а в «густых» – ниже на 13.4%. Это подтверждает сделанные ранее выводы о том, что высокая конкуренция в древостоях родителей не приносит пользы потомкам – потомство у них оказывается менее быстрорастущим в условиях относительно свободного выращивания [Рогозин, 2010]. Однако в другом опыте, при повышении конкуренции и выращивании в рядах культур через 0.7 м, результаты оказались прямо противоположными, и потомство более густых популяций растет лучше.

Таким образом, при изменении уровня конкуренции в ценозах потомства в сравнении с конкуренцией в родительских популяциях *P. obovata* наблюдается адекватное изменение роста: потомки густых популяций растут лучше в густых, а потомки редких – в редких культурах. Обнаруженное явление может быть результатом различий в генофондах родительских популяций и заставляет нас иначе взглянуть на методику отбора плюсовых насаждений и деревьев в них. В свете изложенного понятны и неудачи плюсовой селекции, основанной на отборе деревьев с хорошей очищенностью от сучьев, наблюдаемой только в густых древостоях, и которая не приводит к позитивным сдвигам для высоты потомства, если оно выращивается при оптимальной (пониженной) густоте.

СКОРОСТЬ РОСТА И УСТОЙЧИВОСТЬ К ГЕРБИЦИДАМ ТРАНСГЕННЫХ ФОРМ БЕРЕЗЫ С ГЕНАМИ *GS1* И *BAR*

М.А. Салмова^{1,2}, Т.А. Шадрина¹, К.А. Шестибратов¹

¹Филиал Института биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина
и Ю.А. Овчинникова; ²Пушкинский государственный университет, Пушкино;
Россия; E-mail: mak401@gmail.com

GROWTH RATE AND HERBICIDE RESISTANCE OF *GS1* AND *BAR* TRANSGENIC BIRCH

М.А. Salmova^{1,2}, Т.А. Shadrina¹, К.А. Schestibratov¹

¹Puschino Branch of Shemyakin and Ovchinnikov Institute of Bioorganic Chemistry, Russian
Academy of Sciences, Moscow Region, Puschino, Russia; ^{1,2}Puschinsky State University,
Puschino, Russia; E-mail: mak401@gmail.com

Создание новых форм лесных пород для плантационного ведения лесного хозяйства с помощью традиционных методов селекции – очень длительный процесс. Получить линии с увеличенными темпами роста и с повышенной устойчивостью к гербицидам в более короткие сроки можно с помощью генетической трансформации.

Для создания новых линий проведен ряд агробактериальных трансформаций генами глутаминсинтетазы сосны *gs1* и фосфинотрицинацетилтрансферазы *bar*. В экспериментах по генетической трансформации использованы генотипы *Betula pubescens* бп3f1 и бп4а. Для проведения агробактериального переноса использован супервирулентный штамм CBE21. Использовались бинарные вектора pGS с геном *gs1* и pBIBar с геном *bar* под контролем 35S промотора. Присутствие генов было подтверждено методом ПЦР у 35 линий (*gs1*) и 10 линий (*bar*). Полученные линии испытывали в защищенном грунте с целью оценки фенотипических проявлений рекомбинантных генов.

Эксперимент по оценке устойчивости линий к фосфинотрицину (PPT) провели в конце первого сезона выращивания в условиях защищенного грунта. На листья растений наносили препараты PPT в концентрациях от 0 до 30 мг/л методом точечных аппликаций (объем раствора для аппликации – 6 мкл; диаметр точки 5,5 мм). Воздействие препарата продолжалось в течение 7 суток. После этого проводили оценку наличия поражений. В качестве контроля использовали растения базовых генотипов. Из всех линий на основе генотипа бп3f1 выявлены 3 линии, обладающие большей устойчивостью к воздействию PPT в использованном диапазоне концентраций по сравнению с контролем. Две линии (**F38BAR3c**, **F38BAR3d**, несут ген *bar*) показали значительную устойчивость к действию фосфинотрицина. На листьях этих растений полностью отсутствовали признаки поражения. У третьей линии (**F14GS9a**, с геном *gs1*) симптомы поражения были менее выраженными, чем в контроле. Из трансгенных линий, полученных на основе генотипа бп4а, были протестированы только содержащие ген *gs1*. Ни одна из них не обладает повышенной устойчивостью к данному гербициду, по отношению к контрольным растениям.

Оценку основных ростовых показателей проводили на растениях, выращиваемых в течение двух сезонов в условиях защищенного грунта. Для этого использовались такие биометрические показатели, как высота стебля, суммарный годовой прирост и диаметр корневой шейки. По совокупности показателей все линии разделены на три группы – карлики (линии с замедленными темпами роста), линии с нормальным ростом и линии с ускоренными темпами роста. Из последней группы были выбраны 4 линии с максимальными ростовыми характеристиками. Так, линии **F14GS23b** и **F14GS23c** превышают показатели базового генотипа (бп3f1) по средней высоте стебля на 20 – 45%, по суммарному годовому приросту на 34 – 50%, по диаметру корневой шейки на 20%. У линий **P9GS10c** и **P9GS11c** превышение значений (относительно контроля бп4а) достигает 25%, 85 – 95% и 15 – 20% по каждому показателю соответственно. В результате, из всех полученных трансгенных линий выделено 7 наиболее перспективных. Запланированы дальнейшие ис-

пытания выбранных клонов. По их результатам некоторые из этих клонов могут быть рекомендованы для создания быстрорастущих лесных плантаций.

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ *POPULUS TREMULA* L. В ПЕРМСКОМ КРАЕ

Т.Н. Светлакова, С.В. Боронникова, И.В. Бобошина

Пермский государственный университет, Пермь, Россия; E-mail: atea2@yandex.ru;
SVBoronnikova @yandex.ru

GENETIC STRUCTURE OF *POPULUS TREMULA* POPULATIONS IN PERM TERRITORY

T.N. Svetlakova, S.V. Boronnikova, I.V. Boboshina

Perm State University, Perm, Russia; E-mail: atea2@yandex.ru;
SVBoronnikova @yandex.ru

Молекулярно-генетический анализ *P. tremula* перспективен для оценки состояния генофондов и ранней диагностики высокопродуктивных особей, перспективных для плантационного выращивания высокопродуктивных форм в целях обеспечения нужд лесопромышленного комплекса. На территории Пермского края имеются высокопродуктивные формы осины, для изучения которых возможно использование межмикросателлитного или ISSR-(Inter-Simple Sequence Repeats) метода анализ полиморфизма ДНК. В 2008-2010 годах проведен молекулярно-генетический анализ трех популяций *P. tremula*: Pt1 – в Верхнее-Курьинском лесничестве г. Перми, Pt2 – в УНБ «Предуралье» Кишертского района, Pt3 – около п. Полазна Добрянского района Пермского края. Для анализа молекулярно-генетического полиморфизма ДНК были собраны листья с 32 (Pt1, Pt3) и 38 (Pt2) случайно отобранных деревьев на расстоянии 20-50 м друг от друга. Для выделения ДНК *P. tremula* был использован СТАВ-метод экстракции суммарной ДНК. Компьютерный анализ молекулярно-генетического полиморфизма ДНК проведен с помощью программы POPGENE1.31 и с помощью специализированного макроса GenAlEx6 для MS-Excel.

Для описания генетической структуры популяций *P. tremula* были использованы следующие параметры: ожидаемая доля гетерозиготных генотипов во всей популяции (H_T), как мера общего генного разнообразия; ожидаемая доля гетерозиготных генотипов в субпопуляции (H_S), как мера ее внутрипопуляционного разнообразия; доля межпопуляционного генетического разнообразия в общем разнообразии или показатель подразделенности популяций (G_{ST}). Популяция Pt2 генетически ближе к Pt1 ($D=0,187$), но удалена от Pt3 ($D=0,472$). Популяции Pt1 и Pt3 также находятся друг от друга на большом генетическом расстоянии ($D=0,372$). Таким образом, *P. tremula* в Пермском крае характеризуется высоким уровнем генетического разнообразия. Изученные популяции *P. tremula* сильно дифференцированы, так как на внутрипопуляционную компоненту генетического разнообразия приходится 48,25%, а на межпопуляционную – 51,75% разнообразия.

Работа выполнена в рамках аналитической ведомственной целевой программы «Развитие научного потенциала высшей школы» (номер государственной регистрации темы НИР 01201054037).

**ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ МУЖСКОЙ ГЕНЕРАТИВНОЙ СФЕРЫ
КЕДРОВЫХ СОСЕН НА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ОБЪЕКТАХ
В РАЙОНЕ КЛИНСКО-ДМИТРОВСКОЙ ГРЯДЫ**

В.С. Свинцова

Научно-исследовательский институт лесной генетики и селекции, Воронеж,
Россия; E-mail: ilgis@lesgen.vrn.ru

**FUNCTIONING OF MALE REPRODUCTIVE STRUCTURES OF SIBERIAN STONE
PINES IN EXPERIMENTAL OBJECTS IN KLIN-DMITOV RIDGE**

V.S. Svintsova

Scientific Research Institute of Forest Genetics and Breeding, Voronezh, Russia;
E-mail: ilgis@lesgen.vrn.ru

При разведении кедровых сосен знание типа сексуализации деревьев, половой структуры насаждений, ее динамики в онтогенезе, уровней продуцирования пыльцы и семян имеет большое значение в связи с хозяйственной значимостью кедровых сосен как производителей пищевых семян, необходимостью расширения их ареала и сохранения генофонда этих ценных видов [Ирошников, Твеленев, 2001-2002; Дроздов, 1999-2002; Титов, 1999-2004]. Задача настоящего исследования (проведено в 2006-2009 гг.) - оценка характера функционирования мужской генеративной сферы кедровых сосен (*Pinus sibirica* Du Tour, *Pinus cembra* L., *Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc.) на объектах Дмитровского лесничества Московской области, заложенных в 1977-78 гг. по инициативе М.В. Твеленева и включающих: географические культуры кедра сибирского (происхождение семян из Урала, Западной Сибири, Алтае-Саянской области и Забайкалья); клоны и полусибсовые потомства особей кедра сибирского из западно-саянской популяции; клоны кедра европейского (из Закарпатской области); клоны и семенное потомство кедра корейского из Звеньевского лесничества Бикинского лесхоза Хабаровского края.

В районе исследования кедровые сосны в благоприятные по погодным условиям годы формируют пыльцу весьма высокой жизнеспособности. Уровни заложения микростробилов и продуцирования пыльцы могут меняться, это особенно четко наблюдалось у кедра сибирского: доля деревьев, формирующих мужские побеги (общая выборка в географических культурах составляет около 1100 деревьев), колебалась от 9% в 2007 г. до 61% в 2009 г. В период исследования изменение половой структуры имело сходную для большинства климатипов кедра сибирского тенденцию. Выявлены особи кедра сибирского и кедра корейского со стабильно высоким уровнем продуцирования фертильной пыльцы, это предполагает возможность использования наиболее выдающихся деревьев в качестве доноров пыльцы при создании плантаций для получения семян.

Однако, возможны и «сбои» в функционировании репродуктивной системы: так, в 2008 г. у всех кедровых сосен наблюдались нарушения развития микростробилов, что обусловило высокую стерильность генеративных структур. В этот год более 200 деревьев кедра сибирского формировали мужские побеги, но только у единичных особей развитие микростробилов было завершено нормально. У кедра корейского и кедра европейского наблюдалась тотальная гибель микростробилов до начала пыления; в сохранившихся микростробилах отдельных особей выявлен широкий спектр аномалий микроспорогенеза и микрогаметофитогенеза. Основной причиной нарушений функционирования мужской генеративной сферы кедровых сосен являлись погодные условия: аномально теплая погода зимой и ранней весной и последующие заморозки в начале мая (до -3.4°C). Вследствие видовой специфики в сроках прохождения микроспорогенеза негативное воздействие низких температур было наиболее сильным для кедра корейского и кедра европейского.

Изучение кедра сибирского показало как высокий уровень меж- и внутривидового полиморфизма по типу сексуализации и продуктивности пыльцы и семян, так и нестабильный характер показателей этих признаков в различные годы [Некрасова, 1972-

1983; Ирошников, 1974; Третьякова, 1990; Ирошников, Твеленев, 2002 и др.]. Это определяет необходимость длительного изучения специфики репродуктивной системы больших представительных выборок кедровых сосен с целью выявления наиболее ценных материнских популяций и генотипов.

***RHODODENDRON DAHURICUM* L. В ДЕНДРАРИИ
ИНСТИТУТА ЛЕСА ИМ. В.Н. СУКАЧЕВА СО РАН**

М.И. Седаева

Институт леса им. В.Н.Сукачева СО РАН, Красноярск, Россия;

E-mail: msedaeva@ksc.krasn.ru

***RHODODENDRON DAHURICUM* L. IN ARBORETUM
OF V.N. SUKACHEV INSTITUTE OF FOREST SB RAS**

M.I. Sedaeva

V.N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch,

Krasnoyarsk, Russia; E-mail: msedaeva@ksc.krasn.ru

Rhododendron dahuricum L. – полулистопадный кустарник до 2,5 м высотой из семейства *Ericaceae* Juss. Лекарственное, медоносное и очень декоративное раннецветущее растение. Произрастает на территории Восточной и Западной Сибири, Дальнего Востока, Монголии, северо-восточного Китая, Кореи и Японии. Очень полиморфный вид, имеющий много форм, различающихся размером и окраской цветков, особенностями роста куста, различной степенью листопадности. Ранее выделялись как самостоятельные виды *R. ledebourii* Pojark. и *R. sichotense* Pojark [Деревья и кустарники СССР, 1949]. В настоящее время они объединены в составе *R. dahuricum* [Коропачинский, Встовская, 2002].

В дендрарии Института имеются образцы *R. dahuricum*, *R. ledebourii* и *R. sichotense*. Все они привезены живыми растениями из природных местообитаний в 1970-е годы. Все они цветут и плодоносят, зимостойкость – I [Лоскутов, 1991]. Высота растений составляет 2-3,5 м. Цветение происходит в конце апреля или в мае (рис.). У всех образцов в разные годы отмечалось вторичное цветение в конце августа или в сентябре, в этом случае период цветения более растянут, а его интенсивность слабее, чем весной. В отдельные годы листья на зиму не опадают, а весной следующего года вновь начинают вегетировать, как, например, в 2007 г. Коробочки с семенами созревают в сентябре. Семена формируются высокого качества: лабораторная всхожесть у всех образцов составляет 92-98 % при температуре 25-30°C. Таким образом, наблюдения показывают, что такие представители сибирской флоры как *R. dahuricum*, *R. ledebourii* и *R. sichotense* успешно произрастают в дендрарии Института леса и образуют качественные семена, что позволяет рекомендовать их для выращивания в культуре в Средней Сибири.

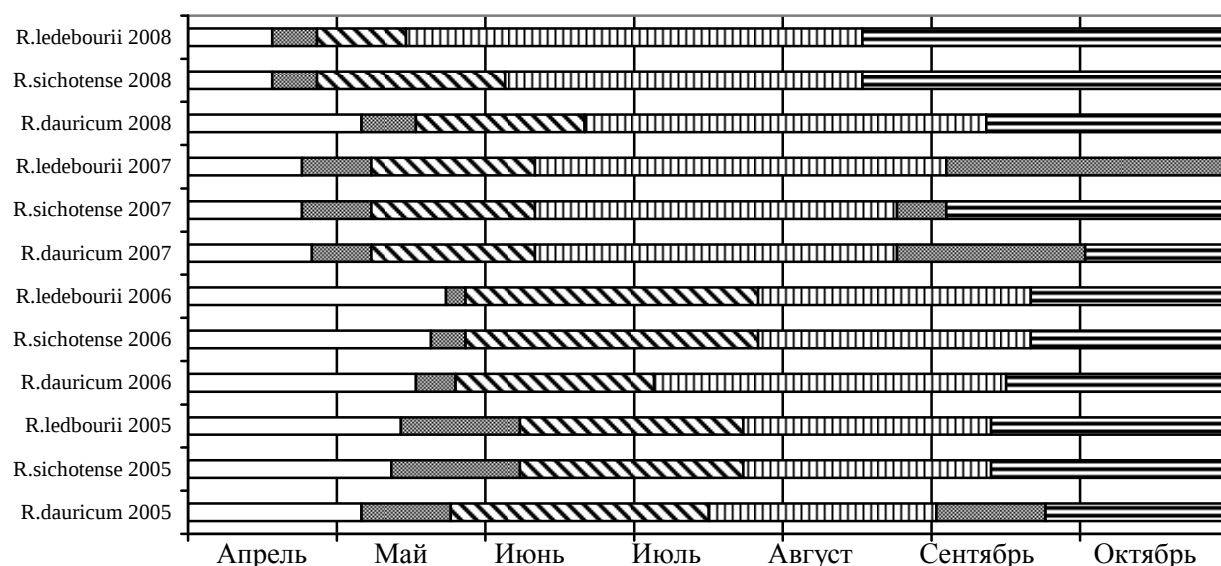


Рис. Фенологическое развитие представителей рода *Rhododendron* L.

Обозначения:  цветение;  летняя вегетация;
 рост побегов;  рассеивание семян.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке гранта РФФИ № 11-04-98081-п_сибирь_a.

ХРОМОСОМНЫЕ МУТАЦИИ У СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В БОЛОТНЫХ И СУХОДОЛЬНЫХ ПОПУЛЯЦИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ И БЕЛАРУСИ **Т.С. Седельникова¹, Е.Н. Муратова¹, А.В. Пименов¹, В.Е. Падутов², С.И. Ивановская²**

¹Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Красноярск, Россия;

E-mail: elena-muratova@ksc.krasn.ru;

²Институт леса НАН Беларуси, Гомель, Беларусь; E-mail: forestgen@mail.ru

CHROMOSOME MUTATIONS IN SCOTS PINE IN SWAMP AND DRY VALLEY POPULATIONS OF WEST SIBERIA AND BELARUS

T.S. Sedel'nikova¹, E.N. Muratova¹, A.V. Pimenov¹, V.E. Padutov², S.I. Ivanovskaya²

¹V.N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch, Krasnoyarsk; E-mail: elena-muratova@ksc.krasn.ru;

²Institute of Forest, National Academy of Sciences of Belarus, Gomel, Belarus; E-mail: forestgen@mail.ru

Значительная часть территории России, а также Беларуси занята лесоболотными экосистемами, доминирующую роль в которых играет сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Гидротермически и трофически контрастные условия болотных местообитаний и смежных с ними суходолов обуславливают различные направления микроэволюционных преобразований и определяют особенности репродукции вида в данных экотопах. В данном сообщении представлены результаты изучения хромосомных мутаций у сосны обыкновенной в болотных и суходольных условиях произрастания в рамках выполнения совместного проекта РФФИ и БелРФФИ «Анализ особенностей формирования генетической структуры популяций хвойных в зависимости от эколого-географических факторов» [Отчет по НИР, Ин-т леса НАНБ, 2008, рук. В.Е. Падутов].

Материал для исследований был собран в Западно-Сибирском регионе (Томская область) и в Беларуси на болотах различных типов водно-минерального питания – олиготрофных, евтрофных осушенных, а также на суходолах в сосняках кустарничково-сфагновых, крапивно-кипрейных, осоково-вейниковых, лишайниковых, бруснично-зеленомошных, осоковых, мшистых, багульниковых и орляковых. Анализ хромосомных мутаций проводился на стадиях метафазы и ана-телофазы по стандартным для хвойных методикам.

В результате исследований выявлено, что типы хромосомных мутаций и митотических повреждений в семенном потомстве болотных и суходольных популяций сосны, произрастающих на территории Томской области, сходны. Однако болотные популяции сосны отличаются более широким спектром нарушений, включающим комплексные мутации и редкие типы перестроек. Так, в метафазных клетках болотных популяций сосны из Томской области отмечаются кольцевые хромосомы, ацентрические кольца, надетые кольцевые хромосомы, дицентрики, фрагменты, остаточные ядрышки, в суходольных популяциях – только кольцевые хромосомы и фрагменты. Ана-телофазные нарушения у деревьев сосны на болотах Томской области представлены фрагментами, одиночными и парными мостами, отстающими и забегающими хромосомами, выбросами хромосом, многополюсными митозами, агглютинацией хромосом, С-митозом. Существенные отличия выявлены по частоте встречаемости хромосомных мутаций. В популяциях сосны с суходолов встречаемость нарушений составляет 0.4% в метафазных клетках, в популяциях сосны с олиготрофных болот – 0.4-10.5% в метафазных клетках и 0.6-5.3% в ана-телофазных. Более высокий уровень хромосомных перестроек и патологий митоза отмечен в семенном потомстве сосны с евтрофных осушенных болот (1.4-43.7%), что, возможно, объясняется резким изменением экологической обстановки после проведения мелиоративных работ. Учитывая это, сбор семян для лесокультурных работ с таких деревьев нежелателен.

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ ПЫЛЬЦЫ КРАСНО- И ЖЕЛТОПЫЛЬНИКОВОЙ ФОРМ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ НА БОЛОТАХ И СУХОДОЛАХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Т.С. Седельникова¹, А.В. Пименов¹, С.П. Ефремов¹, И.В. Петрова², С.Н. Санников²

¹Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Красноярск, Россия;

E-mail: pimenov@ksc.krasn.ru; ²Ботанический сад УрО РАН, Екатеринбург, Россия;

E-mail: common@botgard.uran.ru

MORPHOLOGICAL FEATURES AND POLLEN VIABILITY OF SCOTS PINE FORMS WITH RED AND YELLOW MICROSTROBILES ON SWAMPS AND DRY VALLEYS OF WEST SIBERIA

T.S. Sedel'nikova¹, A.V. Pimenov¹, S.P. Efremov¹, I.V. Petrova², S.N. Sannikov²

¹V.N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch,

Krasnoyarsk, Russia; E-mail: pimenov@ksc.krasn.ru; ²Botanical Garden, Russian Academy of Sciences, Ural Branch, Ekaterinburg, Russia; E-mail: common@botgard.uran.ru

Актуальность изучения особенностей репродуктивной сферы полиморфного вида – сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) связана с выявлением возможных функциональных различий в системе размножения различных внутривидовых форм. Настоящая работа посвящена сравнительному изучению морфологии и жизнеспособности пыльцы у краснопыльниковой f. (var.) *erythranthera* Sanio и желтопыльниковой f. (var.) *sulfuranthera* Kozubow форм сосны обыкновенной в контрастных условиях произрастания – на олиготрофных болотах и минеральных суходолах. Исследования проводились в южно-таежной подзоне Западной Сибири на территории Бакчарского района Томской области. Объектами исследования послужили сосняки кустарничково-сфагновые Va класса бонитета на участ-

ках олиготрофных болотных массивов в междуречье Бакчара и Иксы и сосняки лишайниково-зеленомошные и зеленомошно-брусничные I-II классов бонитета на сопредельных супесчаных суходолах.

Выявлено, что доля участия краснопыльниковой формы в популяциях сосны на олиготрофных болотах составляет 45.0-52.6%, на суходолах – 2.0-10.1%. Оценка значений морфометрических характеристик пыльцы позволяет сделать вывод о том, что на суходолах более крупные пыльцевые зерна формирует желтопыльниковая форма. На болотах выявляется более сложная картина: высота тела, длина и высота воздушного мешка достоверно больше у желтопыльниковой формы, а длина тела, наоборот, значительно выше у краснопыльниковой формы. Как на болотах, так и на суходолах у обеих форм сосны наблюдаются разнообразные нарушения развития пыльцевых зерен. В обоих экотопах значительно более высокая встречаемость аномальных пыльцевых зерен характерна для краснопыльниковой формы, главным образом за счет пыльцевых зерен с редуцированным телом. Наибольшее внимание обращает на себя тот факт, что число аномалий пыльцевых зерен выше, а их спектр шире у желтопыльниковой формы на болотах, а у краснопыльниковой формы – на суходолах.

Оценка доли проросших (жизнеспособных) пыльцевых зерен, сформировавших нормальные пыльцевые трубки, свидетельствует, что эти значения у краснопыльниковой формы в обоих экотопах существенно не различаются, а у желтопыльниковой формы они значительно выше на суходолах. Определенная часть пыльцевых зерен проросла, сформировав аномальные пыльцевые трубки. При этом наибольший процент аномальных пыльцевых трубок характерен для желтопыльниковой формы – от 2.5% на болотах до 6.0% на суходолах. У краснопыльниковой формы доля аномальных пыльцевых трубок существенно ниже – от 1.5% на болотах до 1.7% на суходолах. Аномалии пыльцевых трубок представлены их вздутиями, искривлениями, ветвлениями. При этом у желтопыльниковой формы наиболее часто наблюдалось двустороннее прорастание пыльцевых зерен с формированием двух пыльцевых трубок, а у краснопыльниковой – ветвление пыльцевых трубок. Абсолютные значения длины пыльцевых трубок достоверно различаются как на формовом, так и на экотопическом уровнях. При этом максимальные значения длины пыльцевых трубок на суходолах отмечены у желтопыльниковой, а на болотах – у краснопыльниковой формы сосны обыкновенной.

Таким образом, установлено, что морфологические особенности и жизнеспособность пыльцы диагностируют экотопические оптимумы изученных морфотипов сосны: краснопыльниковая форма имеет преимущества на болотах, а желтопыльниковая – на суходолах.

Работа поддержана Интеграционным проектом СО РАН – УрО РАН (проект СО РАН № 49; проект УрО РАН № 2), Междисциплинарным проектом СО РАН № 66.

ФИЛОГЕОГРАФИЯ ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ ПО ДАННЫМ ЦИТОПЛАЗМАТИЧЕСКИХ МАРКЕРОВ

В.Л. Семериков, М.А. Полежаева, С.А. Семерикова

Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург, Россия

PHYLOGEOGRAPHY OF SIBERIAN LARCH BASED ON CYTOPLASMIC DNA MARKERS

V.L. Semerikov, M.A. Polezhaeva, S.A. Semerikova

Institute of Plant and Animal Ecology, Russian Academy of Sciences, Ural Branch,
Ekaterinburg, Russia

Изучалась изменчивость маркеров цитоплазматических геномов в популяциях лиственницы сибирской. Использовалось 5 маркеров митохондриальной ДНК, основанных на методе PCR-RFLP, характеризующих 29 митотипов и 5 хлоропластных микросателли-

тов (срSSR). Исследованные популяции, представляющие основные части ареала, образуют несколько географически обособленных групп, имеющих специфические наборы митотипов и, вероятно, соответствующих своим происхождением отдельным рефугиумам лесной растительности последнего ледникового максимума. Изменчивость гаплотипов хлоропластной ДНК также имеет выраженную структурированность и свидетельствует о дифференциации популяций *L. sibirica* на ряд биогеографических групп. Обсуждается возможное расположение этих рефугиумов, пути и характер послеледниковой реколонизации современного ареала лиственницы сибирской.

**ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЯДЕРНЫХ И ЦИТОПЛАЗМАТИЧЕСКИХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ
МАРКЕРОВ И БИОГЕОГРАФИЯ ПИХТЫ СЕМЕНОВА (*ABIES SEMENOVII*
B. FEDTSCH.), ЭНДЕМИКА ЗАПАДНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ**

С.А. Семерикова, В.Л. Семериков

Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург, Россия;

E-mail: s.a.semerikova@ipae.uran.ru

**CYTOPLASMIC AND NUCLEAR GENETIC MARKERS VARIATION AND
BIOGEOGRAPHY OF *ABIES SEMENOVII* B. FEDTSCH. – ENDEMIC FIR SPECIES
OF WESTERN TIAN-SHAN MTS**

S.A. Semerikova, V.L. Semerikov

Institute of Plant and Animal Ecology, Russian Academy of Sciences, Ural Branch,

Ekaterinburg, Russia; E-mail: s.a.semerikova@ipae.uran.ru

Abies semenovii (пихта Семенова, или тянь-шаньская) – эндемичный вид, произрастающий в районе Западного Тянь-Шаня (Кыргызстан), где формирует совместно с *Picea schrenkiana* верхнюю границу леса. Леса из пихты Семенова, сильно сократившись за последние 100 лет, состоят в настоящее время из изолированных популяций на склонах Чаткальского и Ферганского горных хребтов, а также Таласского Алатау, общей площадью около 3-4 тыс. га [Маценко, 1964; Пихта, 1986]. Систематическое положение пихты Семенова остается неопределенным, во многих классификациях данная пихта рассматривается в ранге подвида пихты сибирской (subsp. *A. semenovii* (B. Fedtsch.) Farjon) [Farjon, Rushforth, 1989].

В задачи исследования входило уточнение видового статуса *A. semenovii*, выяснение происхождения и связи с другими видами *Abies*, определение уровня внутривидовой генетической изменчивости с целью пролить свет на демографическую историю популяций.

Исследованы образцы пихты из Сары-Челекского заповедника, всего 58 деревьев из восьми урочищ заповедника. В работе использовались несколько типов генетических маркеров (цитоплазматических и ядерных) с различным характером наследования и с разной скоростью мутирования, что позволяет оценить время и интенсивность «буттлнека» в популяциях. Определен уровень изменчивости аллозимных локусов, хлоропластных микросателлитных локусов (срSSRs), проведен анализ AFLP (анализ полиморфизма длин амплифицированных фрагментов) и митохондриального (митДНК) фрагмента.

В сравнении с другими видами пихт у *A. semenovii* была изучена изменчивость нуклеотидных последовательностей хлоропластной ДНК общей длиной 2805 п.н. Показано, что *A. semenovii* принадлежит к монофилетической группе видов секции *Balsamea*. Однако при этом имеются мутации, специфичные для *A. semenovii* и обособляющие данный вид от остальных изученных видов *Abies*, в том числе от *A. sibirica*. Кроме того, значительное отличие *A. sibirica* и *A. semenovii* по составу аллозимных и срSSR локусов подтверждает видовой ранг *A. semenovii* и исключает недавний обмен генов между двумя видами, хотя общий митДНК гаплотип говорит об их более тесных взаимоотношениях в прошлом и об их общей истории.

Исследование аллозимной изменчивости *A. semenovii*, выполненное в нашей работе, подтверждает показанное ранее [Гончаренко, Падутов, 1995; и др.] почти полное отсутствие полиморфизма в аллозимных локусах у пихты Семенова, что предполагает сильный «буттлнек» в истории популяций пихты на Тянь-Шане, который элиминировал аллозимную изменчивость. Также у *A. semenovii* обнаружено значительное снижение уровня изменчивости высоковариабельных у *Abies* [Vendramin et al, 1999; Semerikova et al., 2011] cpSSR локусов. При сравнении *A. semenovii* с другим эндемичным видом пихты, имеющим экстремально ограниченное распространение (*A. gracilis* Ком., Камчатка), сделано заключение, что оба вида прошли через сильный популяционный «буттлнек» в своей истории, но, в случае *A. semenovii*, сокращение популяции произошло раньше, было более катастрофическим, чем у *A. gracilis*, где «буттлнек» произошел сравнительно недавно. Распределение частот cpSSR гаплотипов у *A. semenovii* указывает на «пост-буттлнек» появление новых мутаций в микросателлитных локусах. Быстрое мутирование cpSSR локусов позволило накопиться определенной изменчивости, при этом в аллозимных локусах новых аллелей почти не появилось.

При исследовании пихты, произрастающей в Кыргызстане в условиях искусственного насаждения, нами впервые обнаружен факт гибридизации *A. semenovii* и *A. sibirica*. Результаты аллозимного и cpSSR анализов показали гибридную природу выборки, полученной из питомника нац. парка «Чон-Кемин». Все исследованные особи оказались гибридами первого поколения. Опылителем при этом являлась пихта сибирская. Данная работа выполнена при финансовой поддержке Интеграционного проекта УрО и СО РАН, №09-С-4-1013.

МЕТОДЫ СОХРАНЕНИЯ ЛЕСНЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ, ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ДЛЯ УСЛОВИЙ СИБИРИ

В.В. Тараканов

Западно-Сибирский филиал Института леса им. В.Н.Сукачева СО РАН, Новосибирск,
Россия; E-mail: vvtarh@yandex.ru

PROSPECTIVE FOR SIBERIA METHODS OF FOREST GENETIC RESOURCES CONSERVATION

V.V. Tarakanov

West-Siberian Branch of V.N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch, Novosibirsk, Russia; E-mail: vvtarh@yandex.ru

Отставая от развитых стран по темпам создания селекционно улучшенных искусственных насаждений, Россия, безусловно, лидирует по доле естественных лесов, большая часть которых сосредоточена в Сибири. Это обстоятельство, а также результаты изучения популяционно-генетической и популяционно-хорологической структуры лесообразующих видов приводят к необходимости разработки специфических методов в области сохранения лесных генетических ресурсов Сибири.

Эти методы должны исходить из необходимости поддержания целостности естественно-исторически сложившейся популяционной структуры вида, обеспечивающей нормальное протекание процессов интеграции и дифференциации генофонда в масштабе всего ареала. Необходимо признать, что подразделенность вида на внутривидовые иерархически соподчиненные структуры (подвид-экотип-популяция) имеет такое же адаптивное значение, как и генетическая неоднородность особей внутри популяций. Данное заключение основывается как на результатах теоретических и экспериментальных исследований генетических процессов в подразделенных популяциях [Wright, 1969; Левонтин, 1978; Глотов, 1983; Алтухов, 1989, 2003; Алтухов и др., 2004], так и на результатах изучения популяционно-хорологической структуры различных видов в естественных условиях [Шварц, 1967; Семериков, 1986; Санников, 1993; Видякин, 2007].

В качестве упрощенной модели популяционно-хорологической структуры рассмотрен участок ареала сосны обыкновенной в Западной Сибири, включающий по на-

правлению с севера на юг популяции 3-х подвидов [по Л.Ф. Правдину, 1964] - лапландского, сибирского и кулундинского, а также популяции горных систем Алтая, Салаира и Ю.Урала. В программах по сохранению генофонда задействован лишь сибирский подвид сосны обыкновенной, и, вероятно, гибридные быстрорастущие популяции в зоне перекрытия ареалов сибирского и кулундинского подвидов. Практически не изучены и не задействованы в мероприятиях по сохранению генофонда не только северные морозостойкие популяции лапландского подвида, но и горные популяции, многие из которых могут оказаться "предковыми", играющими решающую роль в устойчивости и выживании сосны в периоды крупных климатических перестроек. При этом основными методами сохранения генофонда являются генетическое резервирование наиболее продуктивных древостоев, осуществляемое в объеме менее 1 % от общей площади сосновых лесов, и создание архивов клонов быстрорастущих "плюсовых" деревьев. Не отрицая значимости этих мероприятий, нельзя не отметить, что они являются совершенно недостаточными для поддержания генетических механизмов устойчивости в масштабе ареала вида.

На наш взгляд, для сохранения генетического потенциала лесобразующих видов Сибири целесообразны следующие дополнительные мероприятия: 1) разработка новых правил рубок и методов лесокультурного производства на генетической основе; 2) идентификация, изучение и резервация "предковых" популяций в рефугиумах; 3) научная оценка и законодательное утверждение верхнего предельно допустимого уровня доли генетически обедненных "сортовых" лесов в общем лесном фонде Сибири; 4) увеличение площадей генетических резерватов, которые наряду с их основным назначением целесообразно использовать в качестве (а) семенных заказников и (б) полигонов для генетического мониторинга [Ирошников, 1989; Милютин, 1998; Тараканов и др., 2001].

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №11-04-92226-Монг_а.

**СОПРЯЖЕННЫЙ АНАЛИЗ ПОГОДИЧНОЙ И ИНДИВИДУАЛЬНОЙ
ИЗМЕНЧИВОСТИ ПЛОДОНОШЕНИЯ В ПРИПОСЕЛКОВЫХ КЕДРОВНИКАХ;
ПРИНЦИПЫ ОТБОРА ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ
НА СЕМЕННУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ**

И.И. Татаринцева, С.Н. Горошкевич, О.В. Хуторной

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, Томск,
Россия; E-mail: iris114@yandex.ru

**JOINT ANALYSIS OF ANNUAL AND INDIVIDUAL VARIABILITY OF SEED
REPRODUCTION IN SUBURBAN SIBERIAN STONE PINE FORESTS; PRINCIPLES
OF SOURCE MATERIAL SELECTION FOR BREEDING ON SEED PRODUCTION**

I.I. Tatarintseva, S.N. Goroshkevich, O.V. Khutornoy

Institute of Monitoring of Climatic and Ecological System, Russian Academy of Sciences,
Siberian Branch, Tomsk, Russia; E-mail: iris114@yandex.ru

Цель настоящей работы – сообщить о результатах многолетних (с 1990 года) наблюдений за индивидуальной изменчивостью комплекса репродуктивных признаков - элементов структуры урожая, выявить характер и природу их разнообразия, обосновать принципы и методику поиска исходного материала для селекции кедровника сибирского как орехоплодной породы. Объект исследования - Нижне-Сеченовский кедровник, расположенный в 25 км к западу от Томска. Для работы использовали 100 деревьев, которые представляли все разнообразие по размерам и положению в древостое. Учет урожая проводился ежегодно методом стряхивания всех шишек и их подсчета на земле. С каждого дерева для детального анализа отбирали образец – 10-15 зрелых шишек.

Базовые элементы структуры урожая, характеризующие дифференциацию шишки (число чешуй, доля фертильной зоны и исходное число семян), в погодичной динамике положительно и достоверно связаны с итоговым числом зрелых шишек данной генера-

ции (соответственно, $r = 0,65$; $r = 0,85$; $r = 0,83$). Напротив, потери семян на всех без исключения этапах достоверно выше в тех генерациях, где окончательный урожай шишек был низким. Итог – довольно тесная прямая связь между числом шишек на дереве и числом полных семян в шишке ($r = 0,78$). Тесная прямая связь "количественных" и "качественных" показателей семенной продуктивности в погодичной динамике показывает, что даже в годы обильных урожаев потенциал плодоношения даже наиболее продуктивных деревьев используются далеко не полностью. Это свидетельствует о возможности существенного увеличения семенной продуктивности кедров сибирского селекционными методами без заметного снижения качества урожая и последующего плодоношения. Для отбора деревьев с генотипически обусловленным обильным плодоношением целесообразно использовать в качестве селекционируемого признака среднемноголетнее число зрелых шишек в расчете на 1 м² горизонтальной проекции кроны. Средством производства в лесном хозяйстве является земля. Расчет семенной продуктивности на 1 м² площади проекции кроны позволяет выявить особи, сочетающие обильное плодоношение с относительной узкокронностью, следовательно, дающие больший урожай с единицы площади.

Сопряженный анализ погодичной и индивидуальной изменчивости признаков проводился методом парной корреляции вариационных рядов каждого признака у одной и той же группы деревьев. Это позволяло установить характер и степень стабильности-лабильности ранга деревьев в разные годы. Существенная деформация в распределении деревьев по обилию плодоношения происходит только в годы низких и очень низких урожаев. Селекционную инвентаризацию следует проводить в год среднего или высокого урожая, когда ранг деревьев, в основном, сохраняется. Селекционный ранг деревьев по основным показателям качества шишек и семян (число полных семян в шишке, масса одного полного семени и выход ядра) остается достаточно стабильным в годы среднего и высокого урожая ($r = 0,80-0,95$), что свидетельствует о высокой степени генотипической обусловленности изменчивости признаков и значительных возможностях их селекционного улучшения. Корреляционный характер связей между селекционными рангами в разные годы требует, по крайней мере, 3-летних наблюдений для отбора лучших деревьев. По результатам работы отобраны лучшие деревья, организовано их испытание по вегетативному потомству.

МОРФОСТРУКТУРА СТВОЛА И КРОНЫ НИЗКОРОСЛЫХ ДЕРЕВЬЕВ *PINUS SYLVESTRIS* L. В УСЛОВИЯХ НЕДОСТАТОЧНОГО УВЛАЖНЕНИЯ

И.В. Тихонова

Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Красноярск, Россия;

E-mail: selection@ksc.krasn.ru

MORPHOLOGICAL STRUCTURE OF STEM AND CROWN OF UNDERSIZED *PINUS SYLVESTRIS* L. TREES IN CONDITIONS OF INSUFFICIENT MOISTENING

I.V. Tikhonova

V.N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch,

Krasnoyarsk, Russia; E-mail: selection@ksc.krasn.ru

Как известно, популяции сосны характеризуются большим разнообразием строения ствола и кроны деревьев, обусловленным не только возрастными изменениями древостоев и вариациями фитоценологических условий произрастания, но и наследственными факторами [Правдин, 1964; Мишуков, 1969]. Между параметрами кроны и стволов деревьев существуют определенные количественные соотношения [Кузьмичев, 1977], отражающие разнообразие направлений формирования габитуса деревьев. Одним из методов исследования габитуального разнообразия популяций служит корреляционный анализ сопряженности таксационных показателей. Большой интерес такой анализ представляет для исследования морфоструктуры популяций, находящихся в условиях лимитирования различных

экологических факторов, т. к. вариации габитуса деревьев имеют важное приспособительное значение [Zimmermann, Brown 1980]. Так, например, в условиях, сильно отклоняющихся от экологических оптимумов видов, встречаются карликовые растения [Серебряков, 1962], характеризующиеся рядом преимуществ перед типичными представителями видов [Сунцов, 1984; Лобачев, 2000; Ахмедов, 2005]. Таким образом, изучение формового разнообразия деревьев, в т. ч. карликовости роста, важно для понимания механизмов адаптации популяций к меняющимся условиям среды и оценки их нормы реакции.

Предыдущим нашим исследованием [Тихонова, Семериков, 2010] было показано, что выборки карликов в двух южно-сибирских популяциях сосны (в Хакасии и Тыве) неоднородны по основным морфологическим и генетическим характеристикам, и есть основания предполагать наличие в данных выборках «наследственных» карликов.

Настоящим исследованием решались следующие задачи: изучить особенности системных морфологических адаптаций (ростовых корреляций) низкорослых деревьев в сравнении с типичными деревьями популяций, произрастающих в условиях недостаточного увлажнения; приблизительно оценить адаптивную норму реакции популяций с учетом карликовых деревьев по фактическим и расчетным данным изменчивости вегетативных органов. В связи с тем, что степень реакции дерева на колебания условий вегетации во многом определяется типом его онтогенетического развития, был проведен ретроспективный сравнительный анализ роста деревьев по диаметру ствола деревьев. Результаты анализа были использованы для выявления «экологических» карликов в исследуемых выборках.

Работа выполнена при поддержке гранта 11-04-98008-р_сибирь_a.

ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ В ПРИРОДНЫХ ПОПУЛЯЦИЯХ И ИНТРОДУКЦИОННОМ НАСАЖДЕНИИ

Ю.А. Ткачева, И.И. Коршиков

Донецкий ботанический сад НАН Украины, Донецк, Украина;

E-mail: dbsgenetics@gmail.com

CYTOGENETIC PARAMETERS OF NORWAY SPRUCE IN NATURAL POPULATIONS AND INTRODUCED PLANTATION

Yu.A Tkacheva., I.I. Korshikov

Donetsk Botanical Garden, National Academy of Sciences of Ukraine, Donetsk; Ukraine;

E-mail: dbsgenetics@gmail.com

В последние годы особое внимание уделяется изучению характера и встречаемости кариологических и цитогенетических нарушений у многих видов хвойных как

в природных популяциях, так и в искусственных насаждениях. Такие исследования проводятся для того, чтобы выяснить, как изменение условий произрастания, например, интродукция, а также техногенное загрязнение среды, сказывается на стабильности митотических процессов у растений. Объектом наших исследований была выбрана ель европейская (*Picea abies* (L.) Karst.) – одна из основных лесобразующих пород Украины, а конкретно – две изолированные островные популяции Украинского Полесья. При этом одна популяция значительно удалена от промышленных объектов и выступает в качестве контроля, а вторая расположена в 30 км зоне от Ровенской АЭС. В степной зоне Украины *P. abies* проходит интродукционное испытание и представлена в нашей работе «пионерным» искусственным насаждением в Донбассе. Кроме воздействия неблагоприятных природно-географических условий этого интродукционного района, насаждение *P. abies* подвергается влиянию фонового техногенного загрязнения.

Цель нашей работы – сравнительный анализ цитогенетических показателей семенного потомства *P. abies* из двух природных популяций, испытывающих и не испытывающих техногенное загрязнение, а также из интродукционного насаждения в Донбассе. Исследования про-

водились на меристематических тканях кончиков корешков проросших семян с помощью микроскопа *Carl Zeiss Primo star* по стандартным для хвойных методикам. Объем выборок в популяциях и насаждении составил от 35 до 38 деревьев. Для каждого дерева анализировали 10 проростков, минимальное число изученных делящихся клеток составило 8000 для одной выборки.

В результате анализа митотического деления наименьший уровень патологий митоза отмечен в контрольной популяции (0.32 %), более высокая частота встречаемости патологий митоза установлена в популяции, испытывающей техногенную нагрузку (0.38%) и у растений в условиях интродукции (0.4%). В результате нарушений нормального течения митоза возможно неравномерное распределение хромосомного материала между дочерними ядрами, что является одним из механизмов изменения генетической гетерогенности популяции. Во всех изученных древостоях спектр хромосомных аномалий на стадии ана-телофазы представлен преимущественно одинарными (хроматидными) и двойными (хромосомными) мостами, отстающими и забегающими хромосомами. В полесской популяции, произрастающей вблизи Ровенской АЭС, преобладали одинарные мосты, тогда как в контрольной популяции нередко наблюдались двойные. И только в интродукционном насаждении встречались кольцевые хромосомы и наблюдалась их агглютинация.

Наиболее чувствительным показателем стрессового воздействия, используемым в цитогенетических исследованиях, является изменение количества ядрышек в интерфазном ядре. Ядрышки играют важную роль в белковом метаболизме, поскольку ядрышковый организатор несет ответственность за синтез рРНК и некоторые этапы формирования рибосом. Количество ядрышек в клетке, к тому же, является показателем интенсивности метаболизма. В интерфазных ядрах клеток контрольной популяции и интродукционного насаждения содержится от 2 до 10 ядрышек. В ядрах полесской популяции, испытывающей техногенную нагрузку, максимальное количество ядрышек составило 11. Наиболее часто встречались интерфазные ядра с 5 – 6 ядрышками (35.9% и 23.3% соответственно в контрольной популяции; 24.6% и 25.6% в популяции из района Ровенской АЭС). В насаждении преобладали ядра, содержащие 4 - 5 ядрышек (21.9% и 31.8% соответственно). Установлена гетерогенность размеров ядрышек во всех исследованных выборках. Таким образом, у семенного потомства *P. abies* в условиях техногенно загрязненной среды и в неблагоприятных эколого-географических условиях интродукции наблюдается повышение уровня патологий митотического деления.

ПЕРСПЕКТИВЫ МИКРОКЛОНАЛЬНОГО РАЗМНОЖЕНИЯ ХВОЙНЫХ В КУЛЬТУРЕ *IN VITRO* ЧЕРЕЗ СОМАТИЧЕСКИЙ ЭМБРИОГЕНЕЗ

И.Н. Третьякова, Н.Е. Носкова, Е.В. Ворошилова, Д.Н. Шуваев

Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Красноярск, Россия;

E-mail: culture@ksc.krasn.ru

THE PROSPECTS OF CONIFERS MICROCLONAL PROPAGATION IN CULTURE *IN VITRO* BY SOMATIC EMBRYOGENESIS

I.N. Tretyakova, N.E. Noskova, E.S. Voroshilova, D.N. Shuvaev

V.N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch,

Krasnoyarsk, Russia; E-mail: culture@ksc.krasn.ru

Одним из перспективных направлений в лесной биотехнологии микроклонального размножения за последние 20 лет является соматический эмбриогенез - уникальная способность растительных клеток передавать имеющуюся у них генетическую информацию и давать начало целым организмам. При этом соматические клетки растений становятся на путь эмбриогенеза и формируют массовые растения, идентичные материнскому генотипу. Объектом изучения являлись виды родов *Larix* (*L. sibirica*, *L. gmelinii*, *L. sukaczewii*) и *Pinus* (*P. sibirica*, *P. pumila*).

У данных видов проводились эксперименты по культивированию незрелых зиготических зародышей на средах MS, MSG, LV, DCR и MA с разной концентрацией гормонов

и в разном соотношении их друг с другом. Для индукции эмбриогенного каллуса каждый вид нуждался в оптимизации среды, дополненной глютамином, гидрализатом казеина и аскорбиновой кислотой. Активная пролиферация эмбиональной массы (ЭМ) шла на тех же средах с уменьшенной вдвое концентрацией цитокининов. Соматические зародыши вызревали на базальной среде с АБК и ПЕГ. Несмотря на видовую специфику, морфогенез эмбриогенных структур шел по одной схеме: растяжение соматических клеток, и их асинхронное деление, образование глобулярных и торпедообразных зародышей, формирование их биполярной структуры. Однако экспланты только единичных растений - доноров формировали пролиферирующий эмбриогенный каллус и соматические зародыши. Были получены четыре селективные клеточные линии у *L. sukaczewii*, одна клеточная линия у гибрида *L. sukaczewii* x *L. sibirica*, одна клеточная линия у *Picea ajanensis* и две клеточные линии у *Pinus pumila*. Клеточные линии отличались по пролиферационной активности. Число соматических зародышей в 100 мм³ пролиферирующей эмбриональной массы у разных видов варьировало от 210 до 390 шт. Спада пролиферационной активности за 24 месяца культивирования не наблюдалось.

Таким образом, у представителей сибирских видов хвойных путем подбора состава питательных сред на клеточном уровне были получены морфогенные каллусы различного генетического происхождения, способные продуцировать эмбрионально-суспензорную массу, в которой формировались соматические зародыши и растения. Соматический эмбриогенез проходил под строгим генетическим контролем. Только экспланты зародышей семян, полученные от донорских материнских деревьев с высоким эмбриогенным потенциалом формировали эмбриогенный каллус и соматические зародыши. Изучение молекулярных механизмов, вовлеченных в контроль/регуляцию соматических зародышей, их вызревание и прорастание позволят понять многие аспекты морфогенеза и в целом биологии развития голосеменных растений.

Работа выполнена при финансовой поддержке интеграционного проекта СО РАН № 53.

ПОЛОВАЯ РЕПРОДУКЦИЯ КЕДРА СИБИРСКОГО ПРИ КОНТРОЛИРУЕМОМ ОПЫЛЕНИИ И ЕГО РЕГЕНЕРАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ В КУЛЬТУРЕ *IN VITRO*

И.Н. Третьякова¹, С.С. Савельев¹, А.В. Лукина¹, Ю.А. Череповский²

¹Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Красноярск, Россия;

E-mail: culture@ksc.krasn.ru; ²Ермаковский район Красноярского края,

Государственное предприятие Красноярского края «Красноярское управление лесами, Ермаковский филиал, Даурское подразделение»

SEX REPRODUCTION OF *PINUS SIBIRICA* UNDER CONTROLLED POLLINATION AND ITS REGENERATION POTENTIAL IN CULTURE *IN VITRO*

I.N. Tretyakova¹, S.S. Savelyev¹, A.V. Lukina¹, Yu.A. Chereposky

V.N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch,

Krasnoyarsk, Russia; E-mail: culture@ksc.krasn.ru; State Enterprise of Krasnoyarsk Territory

“Krasnoyarsk Forest Management, Ermakovsky Filial, Dahurian Branch”.

Проблема сохранения генофонда основных лесообразующих видов Сибири была реализована при проведении опытов по внутривидовой гибридизации с последующим изучением полученного потомства *in vivo* и в культуре *in vitro*. Объектом изучения явился кедр сибирский (сосна сибирская, *Pinus sibirica* Du Tour), произрастающий в естественном древостое и на клоновой прививочной плантации Западно-Саянской ОПХ (Ермаковский район). На клонах кедра сибирского (девять клонов, 145 рамет) проводилось контролируемое опыление с использованием в качестве опылителей пыльцу плюсовых деревьев и уникальных гетерозисных форм с однолетним развитием женской шишки. Полученное

гибридное потомство F₁ сосны сибирской было испытано в теплице, почве лесопитомника и в культуре *in vitro*.

Исследования, проведенные на клонах кедр сибирского, выявили, что показатели структуры урожая женских шишек претерпевали значительные колебания как между клонами, так и внутри клонов при различных вариантах контролируемого опыления. Несмотря на большую вариабельность результатов, выявилось, что при опылении клонов пыльцой дерева - акселерата наблюдалось увеличение выхода семян из шишки. Высадка гибридных семян в условия теплицы показала, что грунтовая всхожесть гибридных семян и сохранность сеянцев в конце вегетационного периода в разных вариантах контролируемого опыления колеблется от 1% до 60%. Наиболее высокие показатели всхожести семян и сохранности сеянцев отменены в вариантах контролируемого опыления клонов 277/22 и 145/4 при опылении их пыльцой дерева – акселерата. Грунтовая всхожесть семян и сохранность сеянцев самоопыленного потомства оказалась низкой и колебалась у всех клонов от 2,1 до 5,3%.

Результаты анализа вариантов контролируемого опыления показали, что пыльца деревьев с однолетним циклом развития не сказалась на морфогенезе женских шишек. Размер макростробилов у разных клонов в конце первого вегетационного периода колебался от 2 до 2,5 см. Вместе с тем у клонов дерева с однолетним циклом развития (11 рамет) наблюдалось разрастание семенных чешуй женских шишек. Развитие шишек шло по однолетнему циклу. Размер женских шишек составил 4,1-5,0 см. Эмбриологические исследования показали наличие у данных вариантов зрелых архегониев. Полученные данные позволяют сделать заключение о том, что акселерация развития женских шишек у кедр сибирского обусловлена мутацией, идущей в женской генеративной сфере.

В результате экспериментов по культивированию *in vitro* отцовских, материнских и гибридных зародышей семян сосны сибирской был получен морфогенный каллус. Рост эмбриогенного каллуса шел наиболее интенсивно в вариантах контролируемого опыления, в которых использовалась пыльца деревьев кедров-акселератов с однолетним циклом развития женских шишек. Таким образом, использование пыльцы сосны сибирской с деревьев- акселератов с однолетним циклом развития женских шишек оказало положительное влияние на половую репродукцию клонов и их регенерационную способность в культуре *in vitro*.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 11-04-00281-а и интеграционного проекта СО РАН № 53.

ЛИСТВЕННИЦА В РЕСПУБЛИКЕ КОМИ

А.А. Туркин

Российский центр защиты леса – Центр защиты леса Республики Коми, Сыктывкар,
Россия; E-mail: turkinandre@yandex.ru

LARCH IN KOMI REPUBLIC

A.A. Turkin

Russian Center of Forest Protection – Center of Forest Protection of Komi Republic,
Syktivkar, Russia; E-mail: turkinandre@yandex.ru

Лиственница Сукачева (*Larix sukaczewi* Dyl.) по доле участия в лесном фонде Республики Коми среди хвойных пород занимает третье место (146 тыс. га) после ели (15391 тыс. га) и сосны (7239 тыс. га). В основном лесфонд лиственницы в Республике Коми представлен спелыми (34,2 тыс. га) и перестойными (97,9 тыс. га) насаждениями (соответственно 23% и 67% от общей площади лиственничников). Молодняки занимают площадь 1,7 тыс. га, что составляет 1,2% от общей площади.

За последнее десятилетие отсутствует увеличение естественного лесовозобновления данной породы. Средний возраст насаждений лиственницы в Республике Коми на

01.01.2010 года составляет 168 лет. Данные учета лесного фонда свидетельствуют, что за последние 12 лет площадь лиственничников уже сократилась на 4,6 тыс. га, что составляет более 3% от их общей площади. Наиболее уязвимыми оказались лиственничники Севера – района притундровых лесов, лесотундры и редкостойной тайги, где мы «потеряли» более 3,5 тыс. га. В средне-таежном лесном районе площадь лиственничников уменьшилась на 823 га, что составляет 25% от площадей лиственницы в этом лесном районе.

Причиной резкого сокращения площадей лиственничников, в основном, может служить гибель насаждений в результате пожаров, ветровалов, рубка леса (по той или иной причине), а так же невозможность лесовосстановления той же породой в связи с отсутствием семенного материала лиственницы. Заготовка семян лиственницы не ведется. Отсутствуют в Республике Коми и объекты ПЛСБ лиственницы, которые могли бы служить источниками получения семян не только нормальных, но и с улучшенными наследственными свойствами. Выходом из сложившейся ситуации может служить увеличение посадок лиственницы в культурах. Для этого необходимо наладить поставки семян из других регионов России, в частности, Уральского региона и из Сибири, а также создавать объекты ПЛСБ лиственницы из семян местного происхождения, в том числе плюсовых деревьев.

ПРИУРОЧЕННОСТЬ ХВОЙНЫХ РАСТЕНИЙ К ЗОНАЛЬНЫМ ЛАНДШАФТАМ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ

В.М. Урусов¹, Л.И. Варченко², Б.С. Петропавловский³

¹Тихоокеанский государственный экономический университет, Владивосток, Россия; ²Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, Россия;

³Ботанический сад-институт ДВО РАН, Владивосток, Россия;

E-mail: petrop5@mail.ru

ASSOCIATION OF CONIFERS WITH ZONE LANDSCAPES OF THE RUSSIAN FAR EAST

V.M. Urusov¹, L.I. Varchenko², B.S. Petropavlovskiy³

¹Pacific State University of Economics, Vladivostok, Russia; ²Pacific Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Far East Branch, Vladivostok, Russia;

³Botanical Garden-Institute, Russian Academy of Sciences, Far East Branch,

Vladivostok, Russia; E-mail: petrop5@mail.ru;

На территории Российского Дальнего Востока (РДВ) выявлено 40 видов хвойных растений и 12 гибридных таксонов видового ранга. Наиболее часты на РДВ гибриды у елей, лиственниц, двуххвойных сосен. Хвойные РДВ приурочены к следующим 4 зональным ландшафтам.

1. Тундрово-лесотундровому (аркто-монтанному) стланиковому, с активными температурами в пределах первых сотен градусов, но способному длительные периоды выживать без них, переходя к вегетативному размножению или через годы и даже десятилетия формируя всхожие семена, как можжевельники сибирский и даурский. Кедровый стланик, можжевельник Саржента и, в особенности, сосна мелкоцветковая требуют для нормального развития не менее первых сотен градусов активных температур, и даже суммы их около (до?) 1000°C. Среднеавгустовская температура 10,5°C обуславливает в наиболее благоприятные сезоны чуть более 300°C активных температур на Командорах, хотя для нормального развития вида необходимо около 400-500°C. Гидротермический коэффициент по Селянинову (ГТК) для экологического ареала этой группы ценозообразующих кустарников колеблется от 1 (у можжевельников даурского и Саржента в высокогорьях), и даже 0,5 (можжевельника даурского на берегах Приморья – сухие инсолируемые обрывы), до 3 - 3,5 на верхнем пределе растительности.

2. Ультрабореально-бореально-квазибореальному таёжному ландшафту, в котором наибольшая микротермность свойственна ультрабореальным хвойным, формировавшим в отдалённом прошлом или формирующим и сейчас переход от настоящей тайги к каменноберезнякам на переходе к субальпам. Сумма активных температур, необходимая таёжным хвойным, меняется в пределах 700-1300 (1500)°С. Ультрабореальные виды здесь – пихта изящная и кедр сибирский, типичные бореальные – пихты белокорая, сахалинская, большинство видов елей, сосна обыкновенная, большинство негибридных лиственниц. Квазибореальные, т.е. бóльшие теплолюбивые данной зоны – пихта Майра, ели корейская и маньчжурская, в меньшей степени – лиственница ольгинская и ель Глена. ГТК для таёжных хвойных от 1 (сосна обыкновенная), до 3-3,4 (ель корейская) и 5 (пихты сахалинская, Майра, в особенности - грациозная).

3. Хвойные РДВ, принадлежащие к неморальному – дубравному – ландшафту, формируют экологический ареал в пределах активных температур от 1600 (1800) до 2800°С и 0,7 (1)-2,5 единиц ГТК. Конечно, сосны густоцветковая-Тунберга и погребальная-Тунберга прекрасно чувствуют себя и при активных температурах, в сумме превышающих 3000°С, но вот возобновление этих сосен на крутых южных склонах, где они сегодня уцелели, возможно только в аномально влажные годы.

4. Хвойные РДВ, принадлежащие к ландшафту лесостепей, в настоящее время сводятся к дереву третьей величины можжевельнику твёрдому, экологический оптимум которого лежит в интервалах 2500-3000°С (активные температуры на юге Приморья) и 0,6-0,7-2,5 (ГТК), но в целом ареал вида гораздо более жаркий и сухой.

ОСОБЕННОСТИ ВИДООБРАЗОВАНИЯ, РАССЕЛЕНИЯ И МАКРОРЕФУГИУМЫ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ В МЕГАМОРФОСТРУКТУРАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ТИПА

В. М. Урусов¹, Б.С. Петропавловский², Л.И. Варченко³

¹Тихоокеанский государственный экономический университет, Владивосток, Россия;

²Ботанический сад-институт ДВО РАН, Владивосток, Россия; E-mail: petrop5@mail.ru;

³Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, Россия

CHARACTERISTICS OF SPECIATION, DISPERSAL AND MACROREFUGIA OF THE RUSSIAN FAR EAST VASCULAR PLANTS IN MEGAMORPHOSTRUCTURES OF THE CENTRAL TYPE

V.M. Urusov¹, B.S. Petropavlovskiy², L.I. Varchenko³

¹Pacific State University of Economics, Vladivostok, Russia; ²Botanical Garden-Institute,

Russian Academy of Sciences, Far East Branch, Vladivostok, Russia;

E-mail: petrop5@mail.ru; ³Pacific Institute of Geography, Russian Academy
of Sciences, Far East Branch, Vladivostok, Russia

Сопоставление мегаморфоструктур центрального типа (МЦТ) разных порядков с: 1) флористическими провинциями; 2) геоботаническими районами; 3) ареалами эндемичных высокогорных стлаников, прежде всего, хвойных; 4) с ареалами доминирующих хвойных и других видов-эдификаторов вскрывает несомненную связь между этими пространственными системами. Суть её не только в том, что рельеф определяет (или в своей зоне, по крайней мере, перераспределяет) климатические условия и, в конечном итоге, особенности распределения растительных зон и формаций, а также и флоры. МЦТ являются главнейшими факторами преобразования среды обитания на эволюционно значимое геологическое время, условием изоляции и дивергенции биологических систем, высокопорядковыми участками дислокации видов, ценозов и флор, по которым осуществляется географическая и экологическая дифференциация, идёт выравнивание состава популяций и сообществ и являются макрорефугиумами в эпохи оледенений.

МЦТ – динамическое явление, фаза свободного поднятия пространственно сжатых гигантских МЦТ является временем ускоренного видообразования и формирования центра видового разнообразия сосудистых растений. Расселение из этого центра начинается уже в данной фазе и продолжается в фазы расширения и стабилизации и, в гораздо меньшей мере, тектонического погружения. Самостоятельность и особая архаичность *Bupleurum komarovianum* Lincz. и *B. scorzonrifolium* Willd. связана с их формированием в Японской и Амурской мегаморфоструктурах и расселением преимущественно на северо-запад и запад. Проведённый кариоморфологический материал доказывает восточноазиатское происхождение рода *Bupleurum* и, вероятно, целого ряда других родов, включая *Lilium*, *Betula*, *Lonicera*. Для современной флоры и растительности, разумеется, очень важна изоляция видов и формаций в замкнутых прогибах, в том числе и на берегах формирующихся окраинных морей. Чем значительней эта изоляция, чем полней сохраняются автохтонные виды, тем существенней своеобразие современной флоры, прослеживающееся и на юге Бурятии. Здесь от Малханского хребта на восток и юго-восток нарастает участие характерных для Маньчжурской флористической провинции видов разных жизненных форм. То же самое относится и к крайнему северо-востоку Амурской морфоструктуры, где ещё произрастают виды зимнеголых лесов и даже растения, типичные для берегов пресных водоёмов в зоне ультраангарской растительности.

Особенности и отличия тектонических процессов на их современном этапе обусловили распределение «сниженных альпийцев» на юге Дальнего Востока, распределение, маркирующее, в том числе, перекосы погружения суши в пределах её локальных блоков. Если в Европе «сниженные альпийцы» являются реликтами ледниковой ландшафтной зональности на уровне экстразональных сообществ, допустим, меловых гор, или подпологовых синузий, то на юге нашего региона стланики-почвообразователи *Taxus nana*, *Juniperus sargentii*, *J. davurica*, *Microbiota decussata* встречаются как на высотах около 1000 м над ур.м., так и на береговых скалах и курумах, отстоящих от берега моря не более чем на 5-10 км. Ареалы близких видов перекрываются в зонах сближения или наложения окраин морфоструктур. Эти зоны сближения являются естественными районами смещения и гибридизации близких видов. В этом причина близости флоры юга Сахалина и Курил к охотско-камчатской флоре с одной стороны, с другой – к маньчжурской и японо-корейской.

СТРУКТУРА ГЕНОФОНДА МОЖЖЕВЕЛЬНИКА ОБЫКНОВЕННОГО (*JUNIPERUS COMMUNIS* L.) НА ЮЖНОМ УРАЛЕ

Г.Г. Фарукшина, В.П. Путенихин

Ботанический сад-институт Уфимского научного центра РАН, Уфа, Россия;

E-mail: gfbelal@mail.ru; vpp99@mail.ru

GENE POOL STRUCTURE OF *JUNIPERUS COMMUNIS* L. IN THE SOUTH URALS

G.G. Farukshina, V.P. Putenikhin

Botanical Garden-Institute, Russian Academy of Sciences, Ufa Research Centre, Ufa,

Russia; E-mail: gfbelal@mail.ru; vpp99@mail.ru

В двух основных районах распространения можжевельника обыкновенного (*Juniperus communis* L.) на южной окраине Уральской горной системы – Западном Предуралье (в пределах Башкирии и Удмуртии) и горной части Южного Урала (в пределах Башкирии и Челябинской области) – проведено изучение плотности, состава жизненных форм, возрастной и половой структуры, жизненного состояния девяти наиболее крупных ценопопуляций. Установлено, что плотность ценопопуляций можжевельника обыкновенного в районе исследований варьирует от 302 до 2511 шт./га. Для Предуралья этот усредненный показатель равняется 952 шт./га, для гор Южного Урала – 1499 шт./га, а в среднем для всей территории – 1195 шт./га. Следовательно, горно-уральские ценопопуляции характеризуются более высокой плотностью (в 1.7 раза) по сравнению с предуральскими.

Вид представлен в регионе различными жизненными формами – от полупростратного кустарника до одноствольного дерева III величины. В ценопопуляциях Предуралья полностью отсутствуют полупростратные кустарники, в горах же они встречаются в большинстве ценопопуляций. Прямостоячих кустарников в Предуралье почти в 2 раза меньше, чем в горных условиях (30% против 58%). В Предуралье обнаружены деревья III величины высотой более 9 м (0.1%) и IV величины высотой от 3 до 9 м (16%), тогда как в горной части Южного Урала встречаются в небольшом количестве лишь деревья IV величины (3%).

В предуральских и горных местообитаниях можжевельника преобладают генеративные особи (от 48 до 99% в разных ценопопуляциях). В горно-лесной зоне возрастная структура вида более сбалансирована: доля ювенильных растений составляет в среднем 3%, виргинильных – 18.9%, генеративных – 72.6%, сенильных – 5.5%. В Предуралье ювенильные особи составляют всего лишь 1.1%, виргинильные – 1.2%, генеративные – 95.3%, сенильные – 2.4%. По своей возрастной структуре большинство предуральских ценопопуляций определяются как зрелые, неполночленные, сокращающиеся, а горно-уральские – как растущие и зрелые, полночленные. В целом, возрастная структура вида в регионе характеризуется как нарушенная, поскольку во всех ценопопуляциях резко снижена доля особей прегенеративных возрастных состояний.

В половом спектре преобладают мужские особи (до 65% в одной из предуральских ценопопуляций). В Предуралье мужских особей больше, чем женских в среднем на 20%, а на Южном Урале – на 12%. Для всего района исследований усредненная доля мужских особей составляет 58%, женских – 42%. Во всех ценопопуляциях преобладают здоровые особи (51-71%). Большинство ценопопуляций по относительному жизненному состоянию характеризуются как “здоровые”, и только одна из горных популяций выделяется как “ослабленная”. Достоверных различий по жизненному состоянию можжевельника между Предуральем и горной частью Южного Урала не выявлено. Можно лишь говорить о некоторой тенденции снижения жизненности ценопопуляций в горных условиях.

Таким образом, ценопопуляции можжевельника обыкновенного в Башкирском и Удмуртском Предуралье отличаются по плотности, составу жизненных форм, возрастной и половой структуре от ценопопуляций, произрастающих в горах Южного Урала. Генотипический фонд вида в регионе находится в относительно благополучном состоянии, однако нарушенная возрастная структура, особенно в Предуралье, предполагает необходимость принятия мер по сохранению популяций можжевельника обыкновенного на южной (южно-уральской) границе его ареала.

ОСОБЕННОСТИ АЛЛОЗИМНОГО РАЗНООБРАЗИЯ *JUNIPERUS COMMUNIS* L. НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ АЗИИ

Е. В. Хантемирова¹, А.Н. Беркутенко²

¹Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург, Россия;

E-mail: hantemirova@ipae.uran.ru; ²Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, Магадан, Россия

DISTINCTIVE FEATURE OF GENETIC DIVERSITY OF *JUNIPERUS COMMUNIS* L. ON NORTH-EAST ASIA

E.V. Hantemirova¹, V.L. Berkutenko²

¹Institute of Plant and Animal Ecology, Russian Academy of Sciences, Ural Branch, Ekaterinburg, Russia; E-mail: hantemirova@ipae.uran.ru; ²Institute of Biological

Problems of the North, Russian Academy of Sciences, Far East Branch, Magadan, Russia

Динамика численности популяций под действием климатических флуктуаций в прошлом находит свое отражение в генетической структуре видов. Использование моле-

кулярных методов в биогеографических исследованиях дополняет традиционные и позволяет по-новому взглянуть на филогеографию того или иного таксона.

С помощью метода изоферментного анализа были изучены 29 естественных популяций *Juniperus communis* из разных частей ареала в пределах России и по одной популяции из Швеции (Упсала) и Аляски (Фэрбенкс). Использовались следующие ферментные системы, пригодные для интерпретации: *Pgi*, *Pgm*, *6-Pgd*, *Fdh*, *Idh*, *Sod*. Данные анализировались с использованием программ BIOSYS-2, NTSYS-рс. Ранее нами был обнаружен высокий уровень генетической изменчивости у можжевельника обыкновенного из Европейской территории России, Урала, Западной и Восточной Сибири при низкой межпопуляционной дифференциации ($F_{st}=0.039$). Не было найдено генетических различий между двумя разновидностями *J. communis* var. *communis* и *J. communis* var. *saxatilis*. Затем в исследование были включены популяции можжевельника с Аляски и с Дальнего Востока России – с о. Сахалин (Невельск, Известковый), окрестностей г. Магадана, а также популяция с Газимурского хребта в Забайкалье.

Из 10 изученных локусов три (*6-pgd-B*, *Fdh*, *Sod-B*) обнаружили существенную дифференциацию, позволяющую отделить популяции *J. communis* var. *saxatilis* восточной части страны (Невельск, Известковый, Газимур, Магадан) и популяцию *J. communis* var. *depressa* с Аляски от всех остальных. Эти популяции имеют значительно большие генетические дистанции между всеми остальными *J. communis* var. *communis* и *J. communis* var. *saxatilis*, чем между собой. На схеме ординации популяций, построенной на основе матрицы генетических дистанций, *J. communis* var. *depressa* с Аляски образует отдельную группу. Сахалинские популяции и Газимур – другую. Между ними находится Магаданская популяция. Все остальные *J. communis* var. *communis* и *J. communis* var. *saxatilis* формируют одну большую однородную группу.

Высказываются гипотезы о значении Цинхай-Тибетского нагорья и двух межконтинентальных мостов суши – Северо-Атлантического и Берингийского для понимания флористических дизъюнкций и миграций диверсифицированных генетических линий и объяснения генетических отличий можжевельника обыкновенного с северо-востока Азии и Аляски от растений, произрастающих на большей части ареала.

ВЕГЕТАТИВНОЕ ПОТОМСТВО ВЕДЬМИНЫХ МЕТЕЛ И НОРМАЛЬНОЙ КРОНЫ ТЕХ ЖЕ ДЕРЕВЬЕВ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РОСТА И РАЗВИТИЯ

О.В.Хихлова, С.Н.Горошкевич

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, Томск, Россия;

E-mail: ksyvashih---21@yandex.ru

VEGETATIVE PROGENY OF “WITCH'S BROOM” AND NORMAL CROWNS OF THE SAME TREES: COMPARATIVE ANALYSIS OF GROWTH AND DEVELOPMENT

O.V. Khihlova, S.N. Goroshkevich

Institute of Monitoring of Climatic and Ecological System, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch, Tomsk, Russia; E-mail: ksyvashih---21@yandex.ru

Первые научные сообщения о ведьминых метлах (ВМ) как почковых вариациях у сосновых появились в конце 19-го века [Badoux, 1998; von Tubeuf, 1898, 1905, 1910, 1912]. В этих работах ВМ описаны как фрагменты кроны с обильным ветвлением и замедленным ростом побегов. Сохраняются ли признаки ВМ при их вегетативном размножении? Этот вопрос был решен декоративным садоводством задолго до того, как им заинтересовалась наука. Потребность в компактных древесных растениях с густой красивой кроной всегда была острой. ВМ как нельзя лучше подошли для ее удовлетворения. К тому времени, когда в научной литературе появились сообщения о сохранении признаков ВМ после ее прививки на нормальный подвой [Ito, Hamma, 1964; Fordham, 1967; Waxman, 1969, 1975,

1987; Хиров, 1973; Шульга, 1979; Brown et al, 1994], число садовых культиваров, производных от ВМ, исчислялось уже сотнями. В перечисленных выше публикациях сообщается лишь о том, что прививки ВМ принципиально отличаются по морфологии от обычных растений этого же вида: никаких тонкостей и подробностей не приводится. Настоящая работа представляет собой первую попытку корректного сравнительного анализа роста и морфогенеза привоев, происходящих от ВМ (ПВМ) и нормальной кроны (ПНК) тех же деревьев.

Объектом исследования были 10 пар ПВМ-ПНК, привитых на обычные саженцы. При размножении прививкой ВМ полностью сохраняют все характерные для них свойства. В 5-6-летнем возрасте высота ПВМ была в среднем в 2 раза ниже, а диаметр ствола – в 2 раза выше, чем у ПНК тех же деревьев. Это достигалось за счет принципиальных различий в морфогенезе. Из них следует упомянуть, по крайней мере, три основных в порядке убывания их важности. (1) ПВМ отличались полным отсутствием апикального доминирования. У ПНК в 7-летнем возрасте было не более 3 порядков ветвления, причем, длина побегов на осях первого порядка была в 5 раз больше, чем на осях третьего порядка. У ПВМ было 6-7 порядков ветвления, а длина побегов самых старших порядков составляла в среднем 80-90% от длины побегов первого порядка. (2) При одинаковой длине побега число почек на ПВМ было в 3-4 раза больше. Это превосходство достигалось несколькими путями: большим числом побегов в мутовке, образованием на многих побегах одной или двух дополнительных мутовок, образованием удлинённых побегов вне мутовок. (3) На ПВМ были меньшими число метамеров и длина междоузлий, что приводило к 1,5-2-кратному сокращению длины побегов по сравнению с ПНК.

Репродуктивное развитие сравниваемых вариантов различалось не менее существенно. Первые женские шишки заложились в обоих случаях уже в год прививки, однако, к концу 5-7-летнего периода наблюдений вегетативное потомство "ведьминой метлы" превосходило по числу шишек потомство нормальной кроны в 5-10 раз, а лучшие по скороплодности местные клоны – в 2-3 раза. При этом площадь горизонтальной проекции кроны привоев "ведьминой метлы" была в 2-3 раза меньше, что обеспечивало им еще более ощутимое превосходство в урожайности. Различия между отдельными клонами ведьминых метел и по росту, и по структуре кроны, и по репродуктивному развитию были в среднем, в 2-3 раза больше, чем между клонами нормальной кроны тех же деревьев. Лишь один из клонов ВМ был почти полностью стерилен, а два клона плодоносили обильно. К концу 5-6-летнего периода наблюдений их лучшие привои давали по 20-25 некрупных, но полноценных шишек. Разнообразие ВМ открывает широкие возможности для клоновой селекции. Некоторые клоны с замедленным ростом, скороплодностью и нормальным качеством шишек после завершения цикла наблюдений вполне можно будет рассматривать как привойные сорта-клоны.

**ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ ЗАМАНИХИ ВЫСОКОЙ
OPLOPANAX ELATUS (NAKAI) NAKAI (ARALIACEAE)**

А.Б. Холина, О.В. Наконечная, О.Г. Корень, Ю.Н. Журавлев

Биолого-почвенный институт ДВО РАН, Владивосток, Россия;

E-mail: kholina@biosoil.ru

**GENETIC STRUCTURE OF POPULATIONS OF *OPLOPANAX ELATUS*
(NAKAI) NAKAI (ARALIACEAE)**

A.B. Kholina, O.V. Nakonechnaya, O.G. Koren, Yu.N. Zhuravlev

Institute of Biology and Soil Sciences, Russian Academy of Sciences, Far East Branch,

Vladivostok, Russia; E-mail: kholina@biosoil.ru

Редкий вид *Oplopanax elatus* (Nakai) Nakai (*Araliaceae*), занесенный в Красную книгу РСФСР [1988] и Красную книгу Приморского края [2008], является реликтом третич-

ной флоры с весьма ограниченной областью распространения. В России вид встречается на юге Приморья и представлен несколькими изолированными популяциями, приуроченными к главным вершинам Сихотэ-Алиня, а за ее пределами произрастает только на севере Корейского п-ова. Заманиха высокая – ценное лекарственное растение, по действию подобное женьшеню, разрешена для медицинского применения и является особо уязвимой из-за интенсивной заготовки сырья. Необходимо изучение генетического разнообразия *O. elatus* как научной основы для сохранения и восстановления генетических ресурсов вида. В настоящей работе исследована генетическая структура двух природных популяций заманихи с использованием в качестве маркеров полиморфных ферментных систем.

Материал для исследований собирали на г. Литовка (29 растений) и г. Лазовская (15 растений), Приморский край. Электрофоретический анализ был проведен по общепринятым методикам по 8 ферментным системам, предположительно кодируемых 13 локусами, 6 из которых были полиморфными (*Aat-1*, *Ald*, *Gpi-3*, *Lap-1*, *Fe-1*, *Pgm-2*). Локусы *Aat-1* и *Ald* были полиморфными только в популяции г. Лазовская. Тест на гетерогенность показал значимые различия между популяциями ($\chi^2 = 40.47$; $df = 6$; $p < 0.01$). Исследованные реликтовые популяции *O. elatus* характеризуются невысоким уровнем генетического полиморфизма. Основные параметры генетической изменчивости ($P = 34.6\%$, $A = 1.58$, $H_o = 0.171$, $H_e = 0.155$) указывают, что уровень полиморфизма сопоставим с установленным для видов растений с ограниченным ареалом и сходными особенностями биологии – долгоживущих травянистых многолетников, способных к половому и бесполому размножению [Hamrick, Godt, 1989, 1996]. Более высокие показатели определены в популяции г. Лазовская; в обеих локальностях величина наблюдаемой гетерозиготности выше по сравнению с теоретически рассчитанной из соотношения Харди-Вайнберга. В данном случае допустимо предположить направленное действие отбора в пользу гетерозиготных генотипов. Не исключено, что при вегетативном размножении в популяциях возобновляется и поддерживается определенное количество наиболее приспособленных гетерозиготных растений, при этом известно, что продолжительность жизни клонов заманихи высокой достигает 300 лет [Журавлев, Коляда, 1996]. Такой резерв генетического разнообразия может иметь существенное значение для предотвращения негативных последствий, связанных с малой численностью изолированных популяций, и предоставлять возможность для адаптаций. Географическая изолированность двух изученных местообитаний заманихи отразилась на степени их подразделенности. Величина F_{IS} составила в среднем по всем локусам -0.140 , что еще раз подтверждает факт избытка гетерозигот в данных популяциях. Значение F_{ST} указывает, что на межпопуляционную составляющую изменчивости приходится 17.3%. Анализ клональной структуры изученных популяций показал, что уровень генотипического разнообразия весьма высок для вида с затрудненным семенным размножением (в среднем по популяциям $G/N = 0.84$, то есть до 80% особей имеют индивидуальный генотип). Высокий уровень клонального разнообразия у видов с преимущественно вегетативным способом размножения объясняется наличием спорадического семенного воспроизводства, при этом даже небольшого числа особей, появившихся в результате полового размножения, достаточно для того, чтобы популяция была генотипически вариабельной. Очевидно, что семенное размножение вносит определенный вклад в формирование генотипической изменчивости популяций *O. elatus*.

Авторы выражают искреннюю благодарность сотруднику лаб. биотехнологии БПИ ДВО РАН Ирине Леонидовне Кац за сбор материала.

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЛЕСНОГО СЕМЕНОВОДСТВА ТОМСКОЙ И КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТЕЙ

А.В. Чегодамов, О.Г. Квеглис, М.С. Воронцова, М.С. Шагова

Российский центр защиты леса – Центр защиты леса Томской области, Томск,
Россия; E-mail: czl70@yandex.ru

PROBLEMS AND PROSPECTS OF THE FOREST SEED PRODUCTION IN TOMSK AND KEMEROVO REGIONS

A.V. Chemodanov, O.G. Kveglis, M.S. Vorontsova, M.S. Shagova

Russian Center of Forest Protection – Center of Forest Protection of Tomsk Region, Tomsk,
Russia; E-mail: czl70@yandex.ru

Рассматриваются назревшие проблемы лесного семеноводства на примере Томской и Кемеровской областей. В первую очередь – это несовершенство Лесного кодекса. Сюда же можно отнести отсутствие нормативной базы, решения о выделении объектов ЕГСК в качестве особо защищаемых участков, взаимодействия науки и субъектов в проведении работ на уже имеющихся объектах и выделение новых объектов в области селекции. При передаче в аренду участков земель лесного фонда, занятых объектами единого генетико-селекционного комплекса, не учитывается их статус. Финансирование создания и содержания объектов недостаточное, материально-техническая база для проведения работ по лесному семеноводству не обновлялась. В госконтрактах на выполнение работ по созданию и содержанию объектов ЕГСК не четко прописана ответственность исполнителя, гарантии сделанных им работ и нет механизма передачи посадочного и приобретенного материалов при смене исполнителя госконтрактов. Обсуждаются возможности решения имеющихся проблем.

ЭТАПЫ ОНТОГЕНЕЗА ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ЦЕЛЯХ

Ф.А. Чепик

Санкт-Петербургская государственная лесотехническая академия им. С.М. Кирова,
Санкт-Петербург, Россия; E-mail: fed-chepik@yandex.ru

STAGES OF ONTOGENESIS IN WOOD PLANTS AND THEIR USE FOR DIAGNOSTIC PURPOSES

F.A. Chepic

Saint-Petersburg State Forest Academy Kirov, St. Petersburg, Russia;
E-mail: fed-chepik@yandex.ru

Жизненный цикл (онтогенез) растений делится на ряд этапов (фаз), отличающихся особенностями роста и развития структурных частей организма и, что самое важное, их целевой предназначенностью: эмбриональный, ювенильный, виргинильный, генеративный, старения и отмирания (некоторые авторы два последних объединяют в один).

Эмбриональный этап – формирование зародыша. Начинается с первых делений зиготы. Процесс, скрытый для внешнего наблюдения. Тип питания гетеротрофный. Крайне различается по продолжительности: от нескольких недель (ивовые) до нескольких вегетационных сезонов (аралиевые). Степень сформированности, размерные, объемные и массовые параметры зародыша во многом определяют характер его прорастания и начального самостоятельного существования как отдельного организма.

Ювенильный этап – рост зародыша (его прорастание). Начинается с первых делений клеток зародышевого корешка и заканчивается началом формирования вегетативных органов (листья, почки, стебли) взрослой формации. Процесс, частично скрытый для внешнего наблюдения. Тип питания различный: у одних растений (ивовые) – автотроф-

ный, у других (голосеменные) – смешанный. Формируются листья ювенильной (младенческой) формации. По мнению ряда ученых, на этом этапе существования у растений проявляются элементы исторического развития (филогенеза). У одних растений морфология ювенильных листьев и листьев взрослой формации резко различается (у сосен – одиночные – в пучках по 2 – 5 хвоинок; у ясеня – простые – непарноперистосложные и т. д.), у других – внешние различия менее контрастны. Но они существуют и касаются как морфологии вегетативных органов, так и их анатомического строения. Различна продолжительность данного этапа не только у представителей разных систематических единиц, но и среди семенного потомства одного вида и даже одной особи. Например, у сосны обыкновенной он изменяется от 1.5 – 2.0 месяцев до двух вегетационных периодов.

Как показали исследования, наступление следующих этапов онтогенеза коррелирует с продолжительностью ювенильного и может использоваться при отборе особей с более ранним началом семеношения или плодоношения. У ряда растений на этом этапе онтогенеза может проявляться иной тип роста побегов (например, вместо привычного циклического, у некоторых особей проявляется непрерывный тип роста). Это своеобразное проявление филогенеза. Названное явление установлено у конского каштана обыкновенного и дуба красного.

В эксперименте получен широкий спектр изменчивости сеянцев по морфологическим признакам и биологическим особенностям. Это относится как к размерности и форме побегов (листья, почки, стебли), так и к типу их роста. Одна (большая) часть сеянцев сохранила циклический тип роста побега, но у разных особей образовывалось разное число приростов от одного до четырех (путем формирования так называемых «ивановых побегов» из сформировавшихся почек). У других сеянцев наблюдался непрерывный тип роста побегов с различной интенсивностью в течение вегетационного периода (у некоторых особей до глубокой осени). Только к концу вегетационного периода у этой группы сеянцев формировалась верхушечная почка разной степени завершенности. Каждая из перечисленных групп растений по-разному переносила зимние условия: от полной гибели одних до сохранения жизнеспособности всех частей у других. Выявление потенциальных возможностей роста побегов может также использоваться в диагностических целях.

СОСНА МЕЛОВАЯ НА ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ РАВНИНЕ

А.И. Чернодубов

Воронежская государственная лесотехническая академия, Воронеж, Россия;

E-mail: chernodubov2010@yandex.ru

***PINUS CRETACEA* IN THE EAST EUROPEAN PLAIN**

A.I. Chernodubov

Voronezh State Academy of Forestry Engineering, Voronezh, , Russia;

E-mail: chernodubov2010@yandex.ru

Сосна меловая (*Pinus cretacea* Kalen.) на территории Восточно-Европейской равнины занимает в южной части, на границе лесостепной и степной лесорастительных зон, меловые обнажения правых берегов рек Днепр, Дон, Волга и их притоков. Это обусловлено тем, что в период неоднократных обледенений она сохранилась в убежищах (рефугиумах) и оттуда в дальнейшем шло расселение сосны обыкновенной вслед за тающими ледниками [Козо-Полянский, 1931; Мильков, 1959; Михно, 1993; Удра, 1988].

До настоящего времени идет дискуссия о статусе этого вида. Одни авторы считают сосну меловую самостоятельным видом [Калиниченко, 1896; Кодратюк, 1960; Лыпа, 1955; Машкин и др., 1971], другие – почвенным (эдафическим) типом сосны обыкновенной [Бобров, 1978; Правдин, 1964; Сукачев, 1938]. Сравнительный изоферментный [Гончаренко и др., 1991] и цитогенетический анализы [Гришаева, 2004] не подтвердили для сосны меловой статус самостоятельного вида.

Донецкий кряж. Меловые боры общей площадью около 85 га расположены вдоль правого берега реки Северский Донец в Национальном парке «Святые горы». Возраст деревьев 150-180 лет. Отобраны плюсовые деревья по комплексу признаков, которые являются основой для формирования постоянной лесосеменной базы Украины для лесоразведения на меловых обнажениях.

Среднерусская возвышенность. Установлено самое большое количество меловых или «горных боров» имеющих различный статус и количество деревьев. В Белгородской области самый крупный массив «Бекарюковский бор» площадью около 50 га имеет статус регионального ботанического заказника и генетического резервата. Возраст деревьев около 200 лет. Отобрано 70 плюсовых деревьев, они могут быть использованы для формирования постоянной лесосеменной базы для получения семян, выращивания посадочного материала и облесения более 1.5 млн. га меловых обнажений и карбонатных почв, площадь которых ежегодно увеличивается. Кроме того, в урочище «Стенки-Изгорья» Ново-Оскольского района обнаружено 6 деревьев сосны меловой в сложном бору. В Воронежской области на реке Потудань сохранилось одно маточное дерево сосны меловой и ее разновозрастный подрост (2-40 лет) на площади 1.2 га. Статус этого древостоя - памятник природы областного значения.

Приволжская возвышенность. Здесь сосредоточены самые крупные древостои сосны мелового эдафотипа сосны обыкновенной. В Хвалынском национальном парке (Саратовской области) на площади 330 га они тянутся вдоль правого берега реки Волга отдельными участками от 1 до 17 га. Семена данного эдафотипа используются для создания искусственных насаждений на меловых обнажениях. Самый крупный массив сосны мелового эдафотипа в России площадью около 1800 га сосредоточен в Самарской области, на территории Жигулевского заповедника и национального парка «Самарская лука». Сосна меловая, имеющая уникальную генетическую природу и являющаяся реликтом мелового периода, нуждается в охране как часть природного богатства и необходимого компонента биоразнообразия сосны.

УТОЧНЕНИЕ СХЕМ ПОСАДКИ АРХИВОВ КЛОНОВ ХВОЙНЫХ ВИДОВ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ И РЕСПУБЛИКИ ХАКАСИЯ RAPD-МЕТОДОМ АНАЛИЗА ДНК

И.В. Чубугина, А.А. Ибе, Е.А. Шилкина

Российский центр защиты леса – Центр защиты леса Красноярского края,
Красноярск, Россия; E-mail: densiflora@mail.ru

REDEFINING OF CLONES ARCHIVES SCHEMES OF CONIFEROUS SPECIES IN KRASNOYARSK TERRITORY AND KHAKASIA REPUBLIC USING RAPD-METHOD OF DNA ANALYSIS

I.V. Chubugina, A.A. Ibe, E.A. Shilkina

Russian Center of Forest Protection – Center of Forest Protection of Krasnoyarsk Territory,
Krasnoyarsk, Russia; E-mail: densiflora@mail.ru

Оптимизация способов лесовосстановления, направленная на улучшение породного состава, сокращение сроков выращивания ценных пород и повышение продуктивности лесов, сегодня требует особого внимания и интенсивного использования современных инновационных технологий, одной из которых является применение генетических методов. В рамках концепции Федеральной целевой программы «Развитие лесного семеноводства на период 2009-2020 годов» одним из ведущих направлений деятельности организации в области лесного семеноводства является генетическая паспортизация лесосеменных плантаций. В 2008 г. была открыта и приступила к работе первая отраслевая генетическая лаборатория в ФГУ «Рослесозащита» в г. Пушкино Московской области, в 2010 г. – в филиале ФГУ «Рослесозащита» Центра защиты леса Красноярского края. В течение вегета-

ционного сезона 2010 г. были отобраны образцы хвои и древесины с плюсовых деревьев и их вегетативных клонов из архивно-маточных плантаций, созданных в 1989-2000 гг. в Красноярском крае и республике Хакасия (табл.).

Таблица. Характеристика образцов деревьев *Pinus sibirica* и *Larix sibirica*, собранных для проведения генетической паспортизации.

Вид	Количество образцов		Лесничество
	плюсовых деревьев	клонов (шт)	
Сосна сибирская кедровая	27		Саяно-Шушенское
	15		Даурское
	5		Щетинкинское
	4		Копьевское
		2400	Ермаковское
Лиственница сибирская		500	Абазинское
		190	Усть-Бюрское
Итого:	51	3090	

Параллельно с отбором образцов была проведена совместная работа с лесосеменной станцией филиала ФГУ «Рослесозащита» ЦЗЛ Красноярского края по инвентаризации и оценке состояния архивов клонов. В 2011 г. планируется собрать образцы древесины плюсовых деревьев, недостающих для идентификации клонов с исследуемых архивов.

Генетическая идентификация клонов с соответствующими плюсовыми деревьями осуществляется RAPD-методом анализа ДНК, являющимся наиболее экономичным в условиях производственного процесса. Метод основан на полимеразной цепной реакции (ПЦР) с последующим разделением молекул ДНК в камерах горизонтального электрофореза. В марте 2010 г. было выделено ДНК порядка 1400 образцов деревьев с архива клонов Ермаковского опытно-лесного хозяйства. Проведен анализ каждого образца ДНК по пяти RAPD-праймам. Обработка результатов осуществляется в программе «Система генетической паспортизации лесосеменных объектов», разработанной специалистами ФГУ «Рослесозащита». К августу 2011 г. планируется завершить анализ клонов Ермаковского ОЛХ. В результате этой работы будут уточнены фактические схемы размещения исследуемых архивов клонов.

МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЛЮСОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ ЕЛИ НА АРХИВЕ КЛОНОВ В РЕСПУБЛИКЕ МАРИЙ ЭЛ

О. В. Шейкина, Т.В. Милутина, П.С. Новиков

Марийский государственный технический университет, Ойшкар-Ола, Россия;

E-mail: ShejkinaOV@marstu.net

MOLECULAR-GENETIC RESEARCH OF *PICEA ABIES* PLUS TREES IN CLONE ARCHIVES IN MARI EL REPUBLIC

O.V. Sheykina, T.N. Milutina, P.S. Novikov,

Russia, Mary State Technical University, Yoshkar-Ola, Russia;

E-mail: ShejkinaOV@marstu.net

Одним из способов сохранения генетического фонда древесных пород является создание архивов клонов плюсовых деревьев. Архивы клонов являются уникальными объектами, так как собранные на них потомства плюсовых деревьев могут иметь большое значение при восстановлении генетического разнообразия в будущем. В связи с этим, уже

сейчас необходимо изучить и оценить уровень генетической изменчивости отобранных в лесах России плюсовых деревьев.

Для оценки уровня генетической изменчивости плюсовых деревьев ели из Удмуртской Республики, Республики Марий Эл и Нижегородской области были использованы 4 ISSR маркера ((AC)8C; (CA)6GT; (CA)6AC и (CA)6AGCT). ДНК для анализа была выделена из хвои с использованием методики Doyle J. J. и Doyle J. L. [1]. ПЦР проводили на амплификаторе MJ MiniTM Gradient Thermal Cyclер (BIO-RAD). Реакционная смесь объемом 10 мкл содержала: 1 мкл ПЦР-буфера; 0.2 мкл 10Мм dNTPs; 0.1 мкл 100 мкМ праймера; 1 мкл образца ДНК; 0.2 мкл Taq-полимеразы (2 ед/мкл); 7,5 мкл воды. Для проведения реакции использовали набор реактивов «Encyclo PCR kit» (Evrogen). Режим амплификации: 2 минуты при 40°C; 45 циклов - 1.5 мин 94°C, 0.5 мин 94°C, 45 сек 60-65°C, 1.5 мин 72°C; 20 мин 72°C. Электрофорез ПЦР продуктов проводили в 1.5% агарозных гелях в 1xTBE с бромистым этидием. Визуализацию ДНК, обработку и анализ полученных изображений проводили с помощью системы гель-документации GelDoc 2000 (BIO-RAD) с использованием программного пакета Quantity One® Version 4.6.3. Математическую обработку данных проводили в среде POPGENE Version 1.32.

Всего при изучении плюсовых деревьев было обнаружено 61 ISSR маркер, из них 5 фрагментов получено при использовании праймера (AC)8C, 20 фрагментов для (CA)6GT и по 18 для (CA)6AC и (CA)6AGCT). Доля полиморфных ISSR маркеров составила 80.3%. Размеры ампликонов определялись по отношению к маркеру молекулярного веса 100 bp +1.5 + 3 Kb DNA Ladder (СибЭнзим-М) и варьировали от 110 до 2210bp. Для изученных плюсовых деревьев были установлены следующие генетические показатели: наблюдаемое число аллелей – 1.803, эффективное число аллелей 1.484, генетическое разнообразие по Нею [1973] – 0.2804, индекс Шеннона [1972] – 0.4190.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В ПРАКТИКЕ ЛЕСНОГО СЕМЕНОВОДСТВА

О.К. Шишкина, М.А. Завистяева

Российский центр защиты леса, Московская обл., Пушкино, Россия;

E-mail: shok3011@yandex.ru

APPLICATION OF MOLECULAR GENETIC METHODS IN SEED PRODUCTION

O.K. Shishkina, M.A. Zavistjaeva

Forestry and Forest Management Research Institute, Moscow Region, Pushkino, Russia;

E-mail: shok3011@yandex.ru

В работе представлены результаты практического использования методов молекулярной генетики для идентификации клонов плюсовых деревьев основных лесообразующих пород на объектах единого генетико-селекционного комплекса (ЕГСК) России. Идентификация клонов имеет очень большое значение в лесном семеноводстве, поскольку необходимо произвести уточнение схем их размещения с целью разработки рекомендаций по их дальнейшему практическому использованию или реконструкции. Определить генетическую принадлежность клонов по фенотипу и биометрическим показателям не представляется возможным, поэтому в работе использовались методы анализа ДНК.

Объекты исследования – плюсовые деревья, лесосеменные плантации (ЛСП) и архивы клонов (АК) сосны обыкновенной, ели европейской, лиственницы и сосны кедровой сибирской. Для идентификации клонов применялся RAPD анализ ДНК (Random Amplified Polymorphic DNA), для составления генетических паспортов плюсовых деревьев – микросателлитный анализ ДНК (Simple Sequence Repeat – SSR анализ), для генетической идентификации семян апробируется метод определения митохондриальной ДНК, который позволяет определить по количеству материнских линий принадлежность семян к ЛСП или естественному насаждению.

Сделан генетический анализ и уточнены схемы размещения рамет клонов сосны обыкновенной на ЛСП и АК Московской, ЛСП Тверской области и АК Нижегородской области более чем на 60 га. В настоящее время проводится генетический анализ ЛСП и АК ели европейской в Московской области и ЛСП и АК сосны сибирской кедровой в Красноярском крае. За 2009-2010 г.г. протестировано 11248 деревьев сосны обыкновенной, 2000 деревьев ели европейской и 600 деревьев сосны сибирской кедровой, для чего сделано более 70 000 анализов ДНК.

ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ПОПУЛЯЦИЙ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО И ЕГО ЭНТОМОВРЕДИТЕЛЯ НА ВОСТОЧНОЙ ГРАНИЦЕ АРЕАЛА

Ю.А. Ямбаев¹, J. Bushbom², H. Schroeder², B. Degen², А.А. Габитова¹, Н.Н. Редькина³

¹Башкирский государственный аграрный университет, Уфа, Россия;

E-mail: yambaev_ua@mail.ru; ²Институт лесной генетики, Институт Иоганна Генриха фон Тюнена, Федеральный исследовательский институт сельскохозяйственных районов, лесного хозяйства и рыболовства, Германия; E-mail: jutta.buschbom@vti.bund.de;

³Башкирский государственный университет, Уфа, Россия; E-mail: redkinina@mail.ru

GENETIC DIVERSITY OF POPULATIONS OF THE PEDUNCULATE OAK AND ITS PEST ON THEIR EASTERN SPECIES DISTRIBUTION RANGE

Yu.A. Yambaev¹, J. Bushbom², B. Degen², A.A. Gabitova¹, N.N. Redkina³

¹Bashkirian State Agrarian University, Ufa, Russia, E-mail: yambaev_ua@mail.ru;

²Institute for Forest Genetics, Johann Heinrich von Thünen-Institute, Federal Research Institute for Rural Areas, Forestry and Fisheries, Germany,

E-mail: jutta.buschbom@vti.bund.de; ³Bashkirian State University, Ufa, Russia;

E-mail: redkinina@mail.ru

Глобальное изменение климата обуславливает актуальность исследований, связанных с выявлением механизмов выживания видов, особенно в наиболее экстремальных условиях существования. Географически изолированные малые популяции, обитающие во флуктуирующей среде обитания, например, на границах ареалов, могут оказаться полезными в исследовании процессов адаптации и роли различных микроэволюционных и популяционно-генетических факторов в формировании генофондов. Целью данной работы является изучение на Южном Урале эффективности потока генов на относительно дальние расстояния в географически изолированные краевые малые по объему популяции, а также других факторов, обеспечивающих в этих условиях формирование и воспроизводство генофондов. Решение поставленной задачи выполнено на примере двух взаимосвязанных, но обладающих разными генетическими системами видов – древесного растения (дуб черешчатый *Quercus robur* L., *Fagaceae*) и его энтомовредителя (зеленая дубовая листовертка *Tortrix viridana* L., *Tortricidae*). Для генотипирования растений и вредителя дуба (собранного в феромоновые ловушки) применены 9 и 8 микросателлитных локусов, соответственно.

В ходе исследований проверены и подтверждены следующие гипотезы: 1) относительно высокое генетическое разнообразие географически изолированных малых популяций обеспечивается эффективным потоком генов из основной части ареала; 2) в малых изолированных краевых популяциях эффективно действуют другие механизмы, обеспечивающие сохранение относительно высокого генетического разнообразия и нивелирующие действие инбридинга, дрейфа генов и эффекта основателя; 3) исследуемые виды в этих условиях отличаются по популяционно-генетическим механизмам поддержания стабильности генофондов. В географически изолированных малых древостоях дуба черешчатого в Башкирском Зауралье выявлены аллели, которые могли попасть с пылью из насаждений, расположенных на относительно дальних (более 100 км) расстояниях к западу. Благодаря этому в популяции, насчитывающей всего несколько десятков особей, сформиро-

вано относительно высокое аллельное разнообразие. Для зеленой дубовой листовертки в условиях изоляции также выявлен уровень генетического разнообразия, сопоставимый с полиморфизмом микросателлитных локусов в центре ареала. Причина этого феномена требует дополнительного исследования, так как у данного энтомовредителя возможности эффективной миграции генов на дальние расстояния более ограничены. Представляет интерес изучить вопросы: насколько выявленные закономерности распространены в природе, не являются ли они исключением из правила, характерным лишь для изученных популяций? Полученные ответы видимо, будут представлять интерес не только для фундаментальной науки, но и для обоснования практических мер по сохранению и рациональному использованию дуба черешчатого, обитающего на восточной границе ареала в экстремальных условиях среды.

**INFLUENCE OF ENVIRONMENTS ON THE FORMATION
OF *LARIX CAJANDERI* MAYR WOOD ANATOMY
IN THE AMUR RIVER REGION, RUSSIAN FAR EAST**

N.I. Blokhina¹, O.V. Bondarenko¹, S.V. Osipov²

¹Institute of Biology and Soil Science Russian Academy of Sciences, Far East Branch,
Vladivostok, Russia; E-mail: blokhina@biosoil.ru, laricioxylon@gmail.com;

²Pacific Institute of Geography Russian Academy of Sciences, Far East Branch,
Vladivostok, Russia; E-mail: sv-osipov@yandex.ru

**ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ПРОИЗРАСТАНИЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ
АНАТОМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ДРЕВЕСИНЫ ЛИСТВЕННИЦЫ КАЯНДЕРА
(*LARIX CAJANDERI* MAYR) В ПРИАМУРЬЕ**

Н.И. Блохина¹, О.В. Бондаренко¹, С.В. Осипов²

¹Биолого-почвенный институт ДВО РАН, Владивосток, Россия;
E-mail: blokhina@biosoil.ru, laricioxylon@gmail.com;

²Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, Россия;
E-mail: sv-osipov@yandex.ru

The Cajander larch, *Larix cajanderi* Mayr, is one of the main forest-forming species in the boreal zone of the continental Russian Far East (RFE). The species is characterized by the broad edaphic range, and it grows well in sites with a variety of soils: permafrost, waterlogged and dry, peaty and stony, rich and poor in mineral nutrients. The purpose of this work is to characterize specific features of the formation of *L. cajanderi* wood anatomy, the process and rate of mature wood formation under the influence of environments in the Amur River region, RFE. The materials for our study were collected in the montane taiga belt of the Bureya River basin (51°41' N, 134°18' E, 600 m a.s.l., the Amur River basin, Khabarovsk Region, RFE).

Age variability of the *L. cajanderi* wood anatomy has been studied in the direction from pith to bark at the level of 1.3 m above the ground, i.e. at breast height, on 4 model trees taken from different area points. The *L. cajanderi* model trees Nos. 1 and 4 were selected on a river terrace in open larch woodland. Height of the terrace is 2 m above river level. Habitat of the community is more rigorous than zonal one because of permafrost and overwetting. The model tree No. 2 was selected in a larch forest on a down part of W slope (azimuth 270°, tilt 5°). Habitat of the forest is closed to a zonal site. The model tree No. 3 was selected on a river terrace in a larch forest. Height of the terrace is 1 m above river level. It consists of alluvial deposits and does not include permafrost. Habitat of the community is one of the best for *L. cajanderi* growth in the montane taiga belt of a region. This habitat is more comfortable than environment in a zonal site. All model trees are typical for the plant communities.

The model tree No. 1 is characterized with 8.3 m height and 11 cm diameter with 237 growth rings of 0.06-1.07 (in average 0.22) mm wide at breast height. The model tree No. 2 is characterized with 14.6 m height and 17.5 cm diameter with 119 growth rings of 0.10-0.80 (in

average 0.30) mm wide at breast height. The model tree No. 3 is characterized with 23.6 m height and 25 cm diameter with 138 growth rings of 0.05-3.07 (in average 0.96) mm wide at breast height. The model tree No. 4 is characterized with 6.5 m height and 8.5 cm diameter with 260 growth rings of 0.05-0.45 (in average 0.14) mm wide at breast height.

Comparative analysis of the age variability of wood anatomy has shown that the earliest formation of mature wood (in the growth rings nos. 31-40 inclusively) is characteristic of the model tree No. 3 selected from habitat more comfortable than environment in a zonal site. In the model tree No. 2 taken from habitat closed to zonal site, mature wood is forming in the growth rings nos. 51-60 inclusively, and in the model trees from habitat more rigorous than zonal one, mature wood is forming in the growth rings nos. 91-100 inclusively in the model tree No. 1, whereas in the No. 4 anatomical features characteristic the mature stem wood are not forming. For instance, the No. 4 differs from the other model trees by the lacking of triseriate fusiform rays containing resin canals, and elliptic biseriate bordered pits in the radial walls of tracheids. Besides, this model tree is characterized by shorter uniseriate rays, and smaller pits in the radial walls of earlywood tracheids as well as a very occasional presence of 7-8 pits per cross-fields. In addition to the above, the model tree No. 4 has narrowest growth rings. The model trees Nos. 1 and 4 come from the same habitats with permafrost and overwetting, however, wood anatomical structure of the tree No 4 testifies more overwetting site than that of the No 1. Correlation between the formation of wood anatomical structure in *L. cajanderi* and habitat environments was considered for the first time.

This work was supported by the Russian Foundation for Basic Research (project no. 08-04-00419), and the Presidium of the Russian Academy of Sciences and the Presidium of the Far East Branch of the Russian Academy of Sciences (project no. 09-I-P15-02).

**POPULUS TREMULA IN SIBERIA: A CONTINENTAL DIVIDE
ALONG LAKE BAIKAL**

B. Heinze

Federal Research Centre for Forests, Department of Genetics, Vienna, Austria;

E-mail: berthold.heinze@bfw.gv.at

**POPULUS TREMULA В СИБИРИ: КОНТИНЕНТАЛЬНОЕ РАЗДЕЛЕНИЕ
ПО ОЗЕРУ БАЙКАЛ**

Б. Хайнце

Федеральный исследовательский лесной центр, Отдел генетики, Вена, Австрия;

E-mail: berthold.heinze@bfw.gv.at

Investigations of aspen (*Populus tremula*) phylogeography were continued in Europe and Northern Eurasia. We are investigating variation in chloroplast DNA in order to reconstruct the evolution of the chloroplast DNA molecule, and to make inferences on any shifts of the distribution ranges of the species during the last glaciations, i.e. post-glacial re-colonization. Five regions in the chloroplast have been identified as polymorphic in the species in Europe. Surprisingly, Russia and Siberia seem to be dominated by the same, or by very similar, chloroplast genetic variants (haplotypes) as is Europe. While the different haplotypes seem to vary in frequency in a gradual way across most of this vast land mass (from Scotland to Krasnoyarsk), a few samples from east of Lake Baikal break this pattern. There, a new set of haplotypes with strong differentiation appears. This suggests also a deep genetic rift. DNA data from next generation sequencing experiments support this assumption. In this context, the apparent phylogeographic patterns are discussed with a view to the floristic regions in Asia in general, similar examples from other plant species, the Quaternary glaciations in this region, and possible taxonomic consequences.

**PROTECTION OF MACEDONIAN PINE *PINUS PEUCE* GRISEB.
IN MACEDONIA**

N. Hristovski¹, D. Blazekovich¹, I. Nastevska¹, G. V. Kuznetsova²

¹Faculty of Biotechnical Sciences, 7000 Bitola, Macedonia; E-mail: nikola_dimce@yahoo.com;

²V. N. Sukachev Institute of Forest SB RAS, Krasnoyarsk, Russia; E-mail: galva@ksc.krasn.ru

ОХРАНА МАКЕДОНСКОЙ СОСНЫ *PINUS PEUCE* GRISEB. В МАКЕДОНИИ

Н. Христовски¹, Д. Блажекович¹, И. Настевска¹, Г.В. Кузнецова²

¹Факультет биотехнических наук, Битола, Македония; E-mail: nikola_dimce@yahoo.com;

²Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Красноярск, Россия;

E-mail: galva@ksc.krasn.ru

The Macedonian (Rumelian) Pine, *Pinus peuce* Griseb. is a endemic and tertiary relict pine found in Pelister ,Macedonia in that time Turkish Rumelia of 2-nd July, 1839 by August Grisebach. It was widespread in Balkan Peninsula such as in Macedonia with locus classic us Pelister and later is found in mountains Jablanica, Nidze with Kajmaktshalan, Rudoka, Sar Mountain, Korab, Galicica, Bigla, Plaken's & Snegovo Mass, Baba Mountain. Behid Macedonia is widespread in Serbia in the mountains Tchakor, Starac, Marijas, Maja, Rops, Maja Kurvala, Dzar, Mountain Lumbardia, Koprivnik, Stretch's Mountain, Rugova, Albania, Montenegro, Zetlet, Koprivnik, Bulgaria Rila, Pirin, Slavjanka, Rodopi, Vitosha, Stara Mountain, at altitude from 1200 – 2200 m. Greece, in South expositions of Nidze and Kajmaktcthalan and Kosovo, Sar Mountain, Begova Mountain, Berim and along the River Ibar.

In modern classification of pine rumiliyskaya refers to subsection *Strobi* Lod. inside the section *Strobi* of the subgenus *Strobus* (*Haplohydon*) or white pine. Feature of this subsection is: the presence of a conductive vascular bundle inside the needles, needles are collected in bundles of five needles, the ledge on the scales of female cones are located closer to the outer edge, large seeds with the impeller. The mature female cones are easy to open, releasing the seeds. The wood can grow up to 40 m high with pyramidal habitus. There is five needles 7-10 sm long and 0,75 sm wide greygreen colour.

During expedition of A.Grisebach, 1839 it was widespread on Pelister from altitude of 731-1678 m altitude but nowadays it's widespread in higher altitude from 700-2500m. In Pelister in recent period is widespread with biggest compact wood and the oldest examples of tree is over 150 years old. In other mountains in Macedonia and in Balkan Peninsula is widespread as a unique sapless of trees or in Kajmaktshalan in below Grotlo is widespread as a wood on limestone soil. On Pelister is on silicate soil. The oldest wood in Pelister is between village Magarevo till Swallow Rock near the hotel Molika at altitude from 800-1400m. In the same place near Swallow Rock the national Park Pleister make experimental place in sunshine meadow were they planted young examples of this pine. It is useful developed and the results will be analyzed for restoration of oldest part of the wood in future. This part of the wood is in touristic-recreative zone of the National Park Plesiter. The other zones are meliorative zone and strong protected zone which is widespread from 1350-to alpine part of the wood. There all activity by the man is strongly protected.

In Pelister there is some assotiations connected with Macedonian Pine, such as in Pelister: *Pterideo-Pinetum peucis*, *Vaccinio-Pinetum peucis*, *Digitali-viridiflorae-Pinetum peucis*, *Gentiano-lutae-Pinetum peucis*. The vegetation on Pelister Mountain is of vital importance, and represents a natural arboretum, which should be preserved for future generations. From that reason Pelister in 1948 was establish as a first National Park in Macedonia as well as in the theritory of ex Yugoslavia. In Pelister National Perk exist 88 specimens of woody plants, which systematically belong to 25 families. This numbe represents 29% of the total Macedonian dendroflora. Tertiary remaining of *Pinus peuce*, *P.silvestris* and *Pinus nigra* were found in the volcanicsediments of the mine Suvodol (Bitola) investigating the boring sediments in the period of 1977-1980. These pine species are now present on the mountain Kajmaktchalan. In the peril it

sediments over coal mine during the excavation were found leaves with five needles in Suvodol 1977. In previously last years were a big problem with some insects which can migrate by the surrounding hills but this problem was totally eradicated. In other mountains as separated trees also are strongly protected and there is real possibility this pine to continue its excision in future.

GLOBAL CLIMATE CHANGE, BIOENERGY AND POPULATION ECOGENOMICS OF CONIFER BOREAL FORESTS

K.V. Krutovsky

Texas A&M University, College Station, USA; E-mail: k-krutovsky@tamu.edu

ГЛОБАЛЬНОЕ ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА, БИОЭНЕРГИЯ И ПОПУЛЯЦИОННАЯ ЭКОГЕНОМИКА ХВОЙНЫХ БОРЕАЛЬНЫХ ЛЕСОВ

К.В. Крутовский

Техасский АМ Университет, Колледж Стейшн, США; E-mail: k-krutovsky@tamu.edu

Global warming and the demand for an alternative, renewable and ecologically friendly source of energy significantly increases the role of conifer boreal forests in Siberia and population ecogenomic studies of their adaptive and economic potential. The accelerating global climate change can exceed the adaptive potential of boreal forests and lead to their extinction on large areas. However, some forest tree populations growing now in the regions that have ecological conditions similar to the future changes are likely to possess an adaptive potential necessary for spreading adaptation into other regions with similar ecological conditions expected in the future. Unfortunately, phenotypic plasticity and historically established gene flow between remote populations can be insufficient for fast natural propagation of genetic adaptations. In this connection the role of conservation management and especially that of assisted migration (also called assisted colonization, managed relocation or translocation done by physically moving the plant material (pollen, seeds and seedlings) to other regions where this material is better adapted to the future environments) increases. Modern methods and tools of population ecogenomics allow to study the genetic basis of adaptation in forest tree species and detect the main genes responsible for important adaptive and economic traits that can be used in assisted gene migration and tree breeding for biomass growth, cellulose content and other traits important for bioenergy and biofuel production. The recent data on Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* var. *menziesii*) and loblolly pine (*Pinus taeda*) populations studied for thousands different genes are presented to illustrate population ecogenomic studies in conifers.

“RELIC” STANDS OF CURLY BIRCH IN KARELIA REPUBLIC

N.V. Laur, A.P. Tsarev

Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russia; E-mail: tsarev@psu.karelia.ru

«РЕЛИКТОВЫЕ» НАСАЖДЕНИЯ КАРЕЛЬСКОЙ БЕРЕЗЫ В КАРЕЛИИ

Н.В. Лаур, А.П. Царев

Петрозаводский государственный университет, Петрозаводск, Россия;

E-mail: tsarev@psu.karelia.ru

The natural stands of curly birch sprouts in South Karelia, basically in Zaonezhskom, Ladvinskoy and Spasogubskoy forestry districts and occupy the area less 100 ha. The initiators of this species study in Karelia were N. O. Sokolov, A. Y. Lyubavskaya, V. I. Ermakov and others. First two researchers were designed classifications of curly birch, on which are selected a high steam, short steam and bush forms with different wood texture. The curly birch wood is individual in each tree. Wood has differences on coloration though, as a whole, with transition from high steam to bush form it gets dark. The wood texture varies from saturated to weak expression, pattern is also varied. The highest density is in bush forms.

Considering significant value of curly birch, in republic since 1934 on the initiative N. O. Sokolov were started to create the experienced plantations and several later production ones. The whole from 1934 to 1991 years on the lands of the Karelia state forest fund were created 5.5 thousand ha of curly birch plantations by forestry districts. Both for sowing and for production of seedlings the seeds were collected as a rule in reserves and on constant forest seed areas. Under well-timed cares percent trees with clear sign pattern in such plantations got to 30. As a rule, cares were insufficient so majority of the plantations degraded and they are at present written off.

In 1956 A.Ya. Lyubavskaya had for the first time conducted the control pollination of curly birch in Karelia. Since 1981 KASSR Forestry Ministry division of breeding had started the systematic selection of plus trees, growing of grafted plant material and since 1984 had started the hybridization works on this birch. Grafted plants were planted on Petrozavodsk forest seed orchard. Hybrids, got from control pollinations of the plus trees different forms, were used when making two forest seed orchards (Zaonezhsky and Petrozavodsky), partial reconstruction of reserves in Ladvinsky and Spasogubsky forestry districts and making the experimental forest plantations. In plantations, cultivated from hybrid seedling, output of trees with sign pattern gets to 80 %.

Curly (karelskaya - in Russian) birch is indissoluble connected with Karelia Republic, and it is a symbol of the republic. At present it is comprised in Red book [2007] though, to shame scientists and specialists in forestry of the republic, in previous publishing of the Red book [1995] it was deleted on the pretext that it is only form of the *Betula pendula* Roth, but not separate species. The results have not slowed to show: the illegal cuttings became the mass unpunished actions.

Only 2 trees of curly birch for factory "Karelsky souvenirs" were cut annually in Karelia Republic before 1995. That cutting was done by permit of KASSR Ministry Council. At present-day only on official data the illegal cutting of curly beech without any permit is more than 1.5 thousand trees in the first place in unique reserves and seed orchards including hybrids. It was destroyed unique plantation of curly birch (2.1 ha, Zaonezhsky forestry district, author A. Y. Lyubavskaya). From 169 plus trees in republic remained only 69. At the same time the counters of shops are crowded by products received from curly birch wood. For conservation natural stands and artificial plantations of curly birch the development of corresponding measures is required. For reception of valuable decorative wood it will be reasonable the creation of specialized plantations, possible, and on commercial base.

SIBERIAN FORESTS IN THE ENGLISH LITERATURE 2000 - 2010

E. Lickl

Higher Research and Training Institute for the Chemical Industry, Vienna, Austria;

E-mail: eleonore.lickl@schule.at

СИБИРСКИЕ ЛЕСА В АНГЛИЙСКОЙ ЛИТЕРАТУРЕ 2000-2010 ГОДОВ

Е. Ликл

Исследовательский институт высшего образования для химической промышленности,
Вена, Австрия; E-mail: eleonore.lickl@schule.at

Research on Siberia's resources, such as forests, is an important factor in science. To distribute this research is important as well, for the Siberian researcher as well as the international counterpart. Most of the international researchers do not have any knowledge of the Russian language, therefore publications in other languages are of importance. In this poster, the distribution of research results produced in Siberia and published in English as original papers is looked at. The publication period is 10 years, from the year 2000 to the year 2010. Searches were carried out with Google Scholar, and consequently following the links and citations provided. This was done either by subject search or by author name search. All topics of the scientific program of all

three International Conferences on Conservation of Forest Genetic Resources in Siberia were covered.

CONSERVATION AND MANAGEMENT OF FOREST GENETIC RESOURCES IN ESTONIA

T. Maaten

Institute of Forestry and Rural Engineering of the Estonian University of Life Sciences,
Tartu, Estonia

ЗАЩИТА И УПРАВЛЕНИЕ ЛЕСНЫМИ ГЕНЕТИЧЕСКИМИ РЕСУРСАМИ В ЭСТОНИИ

Т. Маатен

Эстонский университет естественных наук, Тарту, Эстония

The Republic of Estonia is located in Northern Europe on the eastern coast of the Baltic Sea, 57°30' to 59°49' north and 21°46' to 28°13' east. The total area of the country is 45 227 square km. According to the inventory of the 2009 National Forest Inventory, Estonia has 2 205 000 hectares of Forest land, which represents approximately half of the country. Based on the geographical division of plants, Estonia primarily belongs to the northern area of the Northern Hemisphere. The tree most widespread tree species are Scots pine, Norway spruce and silver birch. As dominant tree species they account for 81% of forest land and 77% of the volume of growing stock.

In Estonia, as in other regions of the former Soviet Union, a great amount of work on the conservation of forest genetic resources was done in 1980's once the "Regulations for the designation and conservation of genepools of tree species in the forests of the USSR" had been approved for all USSR in 1982 and the adopted guidelines for selection of gene reserves had been approved in Estonia in 1985. Ten gene reserves were established with the total area of 3540 ha. The main aim of conservation activities was maintenance of larger parts of populations of the economically important tree species *in situ*. After privatization in the mid 1990 area of gene reserves decreased 636 ha. There are no additional reserves selected during last 25 years.

Selection of plus trees, as the preliminary work for tree breeding, started in 1959 in Estonia. Since that time more than 500 Scots pine and more than 200 Norway spruce plus trees have been selected and 402 Scots pine and 203 Norway spruce clones are represented in seed orchards which are considered also as clonal archives in Estonia. There are also selected broadleaved (silver birch, black alder, pedunculate oak, common ash, European white elm and Norway maple) plus trees (328 altogether) but only birch and black alder plus trees are grafted and represented in seed orchards. All seed orchards in Estonia are first stage seed orchards. There are never established progeny trials for breeding purposes.

Further development of forestry sector and nature protection is strongly influenced by MCPFE resolutions in Estonia. The Forestry Development Programme for 2011 – 2020 is being compiled. The main objective of the development plan is to ensure the productivity and vitality of forests and diverse and efficient use thereof. For that purpose: 1) to maintain the productivity of forests, reforestation work is performed on at least one-half of the regeneration cutting areas; 2) to maintain the good status of populations of endangered species and species typical to Estonia, at least 10% of the forest land area has been placed under protection and the representativity of forests under strict protection has been improved. Conservation of forest genetic resources is also an important objective of Nature Protection Development Programme for 2011 – 2020. Considering the support by the development programs, compilation of long term forest tree breeding programme as well forest genetic conservation strategy started in this year in Estonia. Minimum requirements for selection of gene conservation units worked out by partners of EUFGIS project will be the cornerstones of forest genetic resources conservation strategy.

CHALLENGES OF GENE CONSERVATION IN A CHANGING CLIMATE, WITH SPECIAL REGARD TO THE FOREST-STEPPE ZONE

C. Mátyás

University of West Hungary, Sopron, Hungary; E-mail: cm@emk.nyme.hu

ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОХРАННОЙ ГЕНЕТИКИ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА, ОСОБЕННО В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ

Ч. Матиаш

Университет Западной Венгрии, Сопрон, Венгрия; E-mail: cm@emk.nyme.hu

A static interpretation of conserving forest genetic resources has been based on the principle of roughly constant environmental conditions, the populations have become adapted to, during long time epochs. The predicted climatic changes introduce a new element in gene conservation and raise new questions, such as: – considering the speed of expected changes, will the genetic and reproductive system of trees provide sufficient potential for adaptation? – which new tasks of gene conservation emerge in a dynamic situation? – do certain threatened regions need specific measures?

Optimist views of adaptability of forest trees consider the genetic system of trees able to follow these changes, because fluctuation of the environment has been a constant element of the evolutionary past, and spontaneous migration follows climatic shifts. Consequently, the unrivalled level of within-population genetic diversity of trees, combined with effective gene flow enable a constant genetic adjustment.

Some of these presumptions simply do not hold, and the conditions close the lower limits of distribution and of the closed forest belt (“xeric limit”) represent specific challenges. It has to be considered that: – compared to past millennia, climate shifts in this century are unprecedented; – predicted changes are very fast and will happen within one generation time; – therefore evolutionary potential is limited and only the genetic resources of the extant (available) populations can be relied on; – gene flow is ineffective, especially close to the xeric limits; – threatened drought tolerant populations at the xeric limits may need specific conservation measures; – spontaneous processes are inhibited also by human interference, strongest in the forest-steppe transition zone.

Therefore the review of principles of gene conservation and the rules for forest reproductive material (FRM) use is especially urgent in the forest-steppe border zone. This includes: – instead of geographic, primarily ecological (climatic) criteria should be used for planning and formulating rules; – strategy of conservation of genetic resources should be based on adaptive traits instead of neutral markers; – plasticity is a trait of high importance and should gain priority in conservation and use; – existing gene reserves have to be evaluated for possible threats and if necessary, evacuated; – rethinking of seed/provenance regions and their application in FRM deployment; – new, unconventional sources for future FRM have to be created.

A dynamic approach to gene conservation has to become an integral part of active preparation to adapt forest ecosystems to the challenges of a changing environment. Beside ongoing genetic research of QTLs of adaptive importance, an improved knowledge about plasticity (phenotypic response) as well as adaptation and selection cannot be missed, based on the results of well designed field trials.

STRUCTURE OF CLONAL *POPULUS ALBA* MICROPOPULATIONS IN FLOODPLAINS OF KHOPYOR AND DON RIVERS

A.I. Sivolapov

Voronezh State Forestry Academy, Voronezh, Russia

E-mail: leskul@vgtlta.vrn.ru

СТРУКТУРА КЛОНОВЫХ МИКРОПОПУЛЯЦИЙ *POPULUS ALBA* В ПОЙМЕ РЕК ХОПЕР И ДОН

А.И. Сиволапов

Воронежская государственная лесотехническая академия, Воронеж, Россия;

E-mail: leskul@vgtlta.vrn.ru

In floodplains of Khopyor and Don rivers poplar stands are typical floodplain forests, pioneers and aboriginals of woody and shrubby plants along the rivers courses. White poplar (*Populus alba* L.) is met as groups, clumps, small plots of the same clone up to 1.5 ha. White poplar is a forest former of floodplain stands. It shows its important role in forming of biocenosis in river floodplains.

As for regime and duration of flooding, white poplar is timed to the floodplains of short-term and seldom average flooding. Along the main river course sedge and blackberry micropopulations are formed. In the central part blackberry-nettle-kirkazon natural white poplar stands are formed. In near terrace part nettle and blackberry white poplar stands are formed.

White poplar micropopulations are more frequently met in near course and central floodplain, on slopping dunes and even plots of the relief. On sandy alluvial dunes white poplar forms highly productive stands. Thus, in Khopyor nature reserve, quartel 93 according to the data of a permanent sample plot white poplar's maximum volume at the age of 130 was 1640 m³/ha; average tree height – 44 m, average diameter on breast height – 92 cm. On the depth of 1.1 m soil pit showed humus horizon of 50 cm thickness. This poplar plot is registered as a plus stand.

In the central floodplain they are met on typical oakery soils. Ecological row of these poplar stands is in fresh and moist growing conditions, in rows of fertility *C-D-E* by P.S.Pogrebnyak's classification. Clonal micropopulations of white poplar are differed by sex. Researches showed that male trees occupy higher plots of microrelief and the number of male trees is 15-50 % higher than of female trees. Investigation of the structure of clonal micropopulations of natural white poplar stands by bark design showed that in central floodplain longitudinal-chinked (typical) forms and in near course floodplain dark-coarse-fark forms prevail. In near terrace floodplain sometimes biogroups of pectinate-bark form are met.

Investigations of physical and mechanical properties of wood showed that its specific gravity in pectinate-bark form reaches 530 kg/m³, in typical and dark-coarse-bark form – 410 - 430 kg/m³, that is 100 kg less than in pectinate-bark form. Study of histological tissue composition showed that in dark-coarse-bark form the content of mechanical tissue is 10-15% higher than in typical and pectinate-bark forms and is 65%. The length of woody fiber (libriform) in pectinate-bark form is 0.20-0.30 mm less than in typical and dark-coarse-bark forms (1.30 mm).

So, the study of white poplar clonal micropopulations in floodplains of Khopyor and Don rivers allowed to highlight 3 groups of edaphic ecotypes, 3 forms by bark design, which differ by qualitative description of wood and peculiarity of sex dimorphism. Valuable stands and trees of white poplar are registered as plus ones and represent gene pool of this woody species for further breeding and propagation.

THE BEST RUSSIAN ALDER GROVES AND THEIR PROPAGATION

V.A. Sivolapov¹, T.A. Blagodarova²

¹Voronezh State Forestry Academy, Voronezh, Russia;

E-mail: Vladimir-Sivolapov@yandex.ru;

²Research Institute of Forest Genetics and Breeding, Voronezh, Russia;

ЛУЧШИЕ ОЛЬШАНИКИ РОССИИ И ИХ РАЗМНОЖЕНИЕ

В.А. Сиволапов¹, Т.А. Благодарова²

¹Воронежская государственная лесотехническая академия, Воронеж, Россия;

E-mail: Vladimir-Sivolapov@yandex.ru;

²НИИ лесной генетики и селекции, Воронеж, Россия

Black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) grows on overmoist soils in D₄₋₅ conditions, where any other woody species can't grow. Under proper technology of stand establishment alder groves show high taxation and ecological indices. Production of energy from biomass is the trend of high priority now. In this connection the role of black alder as a source of bioenergetic raw material in short rotation forest management and of pulp in special plantations increases.

In Russia black alder groves are widely propagated in Bryansk and Kaliningrad regions but the most productive ones are in Khopjor reserve, Voronezh region. These tree stands are isolated in a gene reserve (1118 ha) on the territory of 12 wood compartments. A large area is occupied by tree stands of IX-X age-class, with density 0.7 (12%); 0.8(39%) and 0.9 (26%). Average stock volume of all black alder stands is 408 m³/ha. Black alder has the highest quality of locality of all the species of the reserve – 1.3 with annual increment – 5.5 m³/ha. Black alder volume from all tree stand volume of the reserve is over 25%. It shows high productivity of this species.

In 1972 seven permanent sample areas were established in the reserve. In one of the best samples alder stands at the age of 58 have mean height - 32 m, mean diameter - 35 cm. Their volume is 609 m³/ha with density 1.07. Viability of 30% of the trees is good. Dynamix of alder productivity and state for 40 years of study (1972-2010) in the permanent sample areas showed that its maximum increment is at the age of 40-45. At the age of 50-90 it decreases. In the reserve seed and vegetative (coppice) regeneration was used. The data of the sampling area N 6 in wood compartment 118 showed that 50% of the trees were of seed origin.

One of the promising and modern methods of establishment of highly productive black alder plantation stands is microclonal in vitro propagation. Advantages of this method are: quickness, exclusion of virus diseases, necessity in few number of initial explants and limited areas, possibility for all-the-year-round production of planting material, its long survival with minimum volumes of refrigerator chambers, production of a great number of planting material a year.

In Novaya Usman's forest division, Voronezh region, experimental plot of black alder regenerators was established. The experience of alder propagation by in vitro culture allows to preserve genetic nature of initial forms and that is important during propagation of valuable material. Mean height of these black alder stands is 5.6±0.69 m; mean diameter – 5.4±0.73 cm at the age of 8. The experience of establishment of alder stands by *in vitro* regenerators received in Central Chernozem Region of Russia, showed possibility of preservation of valuable gene pool of forest woody plants and establishment of highly productive plantation stands. Rooting ability of green cuttings of shoots of the current year from black alder 2-year-old seedlings, treated by succinic acid, was 100%, mean height – 16 cm. In the control survival rate was 86%, mean height – 12 cm. There were established progeny trials out of 2-year-old cuttings of the transplants.

**PATERNAL INTROGRESSION FROM SIBERIAN SPRUCE (*PICEA OBOVATA*)
TO NORWAY SPRUCE (*P. ABIES*): TRACING POLLEN AND SEED FLOW WITH
CHLOROPLAST AND MITOCHONDRIAL DNA**

M.M. Tollefsrud¹, Ch. Sperisen²

¹Norwegian forest and landscape institute, Ås, Norway; ²Swiss Federal Institute for Forest,
Snow and Landscape Research, Birmensdorf, Switzerland

**ОТЦОВСКАЯ ИНТРОГРЕССИЯ ОТ ЕЛИ СИБИРСКОЙ (*PICEA OBOVATA*)
К ЕЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ (*P. ABIES*): ОТСЛЕЖИВАНИЕ ПОТОКА ПЫЛЬЦЫ И
СЕМЯН С ПОМОЩЬЮ ХЛОРОПЛАСТНОЙ И МИТОХОНДРИАЛЬНОЙ ДНК**

М.М. Толлефсруд¹, Х. Спиренсен²

¹Норвежский институт леса и ландшафта, Ас; Швейцария, Норвегия, ²Швейцарский фе-
деральный институт изучения леса, снега и ландшафта, Бирменсдорф, Швейцария

Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) and Siberian spruce (*Picea obovata* Lebed.) are closely related and occupy a large parapatric area across the whole of northern Eurasia. It has been suggested that a wide zone of hybridization along the Ural Mountains separates the European Norway spruce from the Siberian spruce. In this study we analysed maternally (mitochondrial DNA, mtDNA) and paternally (chloroplast DNA, cpDNA) inherited markers in 50 spruce populations to study genetic differentiation and introgressive hybridization between them. We used partial sequences of the cpDNA trnT-trnF region and size variants of the mtDNA *nad1* region, the latter by extending a previous data set. Fourteen mtDNA and four cpDNA haplotypes were identified, and distinct genetic division was detected between Norway spruce and Siberian spruce.

In the mtDNA marker, a 9-bp polymorphism differentiated populations in the northern Urals and east Siberia from populations along and west of the Ural Mountains. This division largely corresponded to two highly differentiated genetic (SAMOVA) groups both in the mtDNA dataset (FCT = 0.685) and in the cpDNA dataset (FCT = 0.438), suggesting that the main border between the taxa is to the east of the Ural Mountains. However, the paternally inherited cpDNA marker showed extensive introgression from Siberian spruce into the entire range of Norway spruce, and the maternally inherited mtDNA haplotypes of Norway spruce are also found across the Ural Mountains. Introgression via pollen thus acts as a mechanism of dispersal of Siberian spruce genes into the northern European gene pool of Norway spruce. No phylogeographic structure was detected in Siberia, consistent with a single glacial refugium for Siberian spruce, but only little variation was detected with the markers surveyed here.

ASPEN – A FOREST WEED OR SOURCE OF VALUABLE RAW MATERIALS

A.P. Tsarev¹, V.A. Tsarev², R.P. Tsareva³

¹Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russia; E-mail: tsarev@psu.karelia.ru;

²Voronezh state forest-technical academy, Voronezh, Russia;

³Research Institute of forest genetics and breeding, Voronezh, Russia

ОСИНА – ЛЕСНОЙ СОРНЯК ИЛИ ИСТОЧНИК ЦЕННОГО СЫРЬЯ?

А.П. Царев¹, Р.П. Царева², В.А. Царев³

¹Петрозаводский государственный университет, Петрозаводск, Россия;

E-mail: tsarev@psu.karelia.ru; ²Воронежская государственная лесотехническая

академия, Воронеж, Россия; ³НИИ лесной генетики и селекции, Воронеж, Россия

The aspen (*Populus tremula* L.) is one of basic forest species of Russia. Its natural stands are good grow, enough unpretentious, has straight stems and beautiful renewal. Regrettably, it has a row defects. The most essential among them is high affection of heart decay (*Fomes igniarius* Fr.). Because of this forestry specialists are considered aspen as undesirable rubbish spe-

cies. There are many recommendations directed on reduction of its areas. In spite of this, area of aspen stands in Russia for the last 50 years increased on 50% and reached 20.5 mln. ha, from which 7.8 mln. ha are found in European part and 12.8 mln. ha - in Asiatic part of country. But in the last decennials events all greater number of the researchers come to conclusion that aspen is very useful species and we must learn to raise its resistance to disease (A.S.Yablokov, S.P. Ivanikov, V.T.Bakulin, L.E.Mikhaylov, Y.Y. Smilga, M.M.Veressin and others).

One of the directions of the improvement of the species is a breeding, including selection, hybridization, polyploidy, transgenesis etc. Selection in Voronezh region has allowed revealing the high valuable plus stands of aspen, which in C₂ soil conditions had great growth with wood stock of 340-490 m³/ha at 45 years age old and fullness, equal 1. The number of trees infected of heart decay did not exceed 6%. In the usual stands in similar conditions and the same age the number of infected trees was varied from 20% to 90%. Output of sound wood from plus stands was 67% -75% while at usual ones - varied from 2% to 17%.

The wood of plus stands was also good. The density of wood was about 0.5 g/cm³, limit to toughness at compression along fibers - 355-359 kg/cm², limit to toughness under steady-state bend - 655-673 kg/cm², specific work under striking bend – 0.47 kg-m/cm³, length of the fibers in 40-year layer on 1.3 m height reached 1.4 mm.

Else more impressive results are received at hybridization of the aspen. So, among hybrid offsprings of the aspen, bred by V. P. Petruhnov, it was possible to select five best on productivity family. Two of them are received by crossbreeding of local plus trees and three - under remote hybridization ((*P. tremuloides* x *P. tremula* (local), *P. tremuloides* x *P. bolleana* and *P. tremula* (Obojanskaja) x *P. canescens*)). The average stock of steam wood determined by us in these families at 29 year ages, varied from 223 to 508 m³/ha. The sick trees in this age are not revealed. There are selected more than 60 perspective hybrids, height which in this age varied from 19 to 25 m, average diameter - from 25 to 40 cm, volume of the stem - from 0.4 to 1.1 m³. The dynamic of the growth of these hybrid shows that they did not reach quantitative ripeness (age of economic exploitability), and increase of them wood will be continue. Thereby, the hybrid aspen stands can supply about 500 m³/ha of wood already to 30 years old. The analyzes of food value of aspen green masse show that it contents 0.14-0.35 food units in 1 kg depending on its composition (leaves, steams or branches) and moisture. The food value of lucerne varies from 0.24 (natural moisture) to 0.49 (hay) food units/kg.

The known that in many events cost aspen wood approaches to such on pine, but on some position of the using even exceeds, for instance: matches, bath-house panel, packing material for food-stuffs and others. Wood of aspen is broadly used for fabrication of the plywood; it is a valuable raw material for pulp industry, chemical industry at production of polymer, in fuel facilities, as well as food additives in stock-breeding and as medical raw material. As a whole, the aspen presents the valuable resource of wood and other useful characteristic. Rational use of this potential of the aspen can bring in the essential contribution on transformation forest cultivation in high revenue branch of the country economy.

AN ADAPTIVE EPIGENETIC MEMORY IN NORWAY SPRUCE

I. Yakovlev¹, C.G. Fossdal¹, T. Skråppa¹, H. Kvaalen¹, J. Olsen², Ø. Johnsen²

¹Norwegian Forest and Landscape Institute, Ås, Norway; E-mail: yai@skogoglandskap.no;

²Department of Plant and Environmental Sciences, Norwegian University of Life Sciences, Ås, Norway

АДАПТИВНАЯ ЭПИГЕНЕТИЧЕСКАЯ ПАМЯТЬ У ЕЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ

И. Яковлев¹, С. Фоссдал¹, Т. Скраппа¹, Х. Кваален¹, Дж. Олсен², О. Джонсон²

¹Норвежский институт леса и ландшафта, Ас, Норвегия; E-mail: yai@skogoglandskap.no;

²Норвежский университет естественных наук, Ас, Норвегия

In forest trees, environmental conditions during the reproduction can greatly influence progeny performance. We found that the temperature during post meiotic megagametogenesis (zygotic embryogenesis) and seed maturation somehow shifted the developmental program of the embryos in the seeds, resulting in significant and long lasting phenotypic changes in the progeny. Traits that are affected include the timing of dehardening and bud burst in the spring; leader shoot growth cessation in the summer, and bud set and cold acclimation in the autumn. All processes are advanced or delayed in correspondence with the temperature during female reproduction. Colder reproductive environment advance bud set and cold acclimation during autumn and dehardening and bud burst during spring in their progenies. Temperature dependent difference in timing of terminal bud formation in identical clones was equivalent to a 4–6° latitudinal ecotypic difference. The progeny actually “remember” the temperatures and photoperiod prevailing during zygotic embryogenesis and seed maturation and this memory, affecting the climatic adaptation in this species, is an epigenetic phenomenon.

This phenomenon is not only of evolutionary significance but has clear practical implications. This memory can help the conifer to cope with the anticipated rapid change in temperature. It will have importance for the deployment of seedlings produced in seed orchards containing clones that are translocated to warmer sites, and it may be used to produce seedlings that have specific adaptive properties. So, it is possible to produce distinct phenotypes (epitypes) in Norway spruce, not well documented in other tree species so far.

The molecular mechanism behind this striking epigenetic memory phenomenon is not yet clear but transcriptional changes have been implicated. In epigenetically different progenies, transcriptional analysis revealed that seedlings from full-sib families produced at different embryogenesis temperature under long and short day conditions differed. Suppressive subtracted cDNA libraries revealed considerable differences in their transcriptomes. Using qRT-PCR, microRNA pathways genes *PaDCL1* and 2 and *PaSGS3* as well as transposons related genes are differential expression in the epigenetically different progenies with phenotypic differences in bud burst and bud set.

MicroRNAs (miRNAs) are endogenous small RNAs, exerting epigenetic gene regulatory impacts. The possible role of these in epigenetic phenomena has been studied. Norway spruce contains a set of conserved miRNAs as well as a large proportion of novel non-conserved miRNAs. From concatemerized small RNA libraries from seedlings from the same parent trees, originated from seeds developed in a cold and warm environment from one family with distinct epigenetic effects and one with little response miRNAs potentially involved in this molecular memory was found. Most of the miRNAs were targeted to unknown genes or genes with no known function. The expression of seven conserved and nine novel miRNAs showed significant differences in transcript levels in progenies showing distinct epigenetic difference in bud set, but not in the progenies from a non-responding family, making them excellent candidate miRNAs. The differentially expression of specific miRNAs indicate their putative participation in the epigenetic regulation.

SELECTION OF GOOD CLONES OF *PINUS SYLVESTRIS* VAR. *MONGOLICA*

G.-c. You, X.-d. Song, P. Meng, X.-f. Bai, M. Wang

Liaoning Institute of Sand-fixation and Afforestation, Fuxin, China

ОТБОР ЛУЧШИХ КЛОНОВ *PINUS SYLVESTRIS* VAR. *MONGOLICA*

Г.-Ч. Ю, С.-Д. Сун, П. Мен, С.-Ф. Бай, М. Ван

Ляонинский институт укрепления песков и лесовосстановления, Фусинь, Китай

Pinus sylvestris var. *mongolica* is a geographical variety of Scots pine in the Far East, native to Daxinganling Mountain and Hulunbeier Grassland in P. R. China. This variety has been planted in northern China for decades, and a large area of its plantation has been constructed. It showed excellent advantages in drought-resistance, cold endurance, and barrenness tolerance. In order to improve its genetic quality and seed yield, and do a better job to develop this pine, our institute established a primary clonal seed orchard with 365 clones, 66.7 hm² in area in 1970s, and constructed 5 hm² plantations for half-sib progeny test. According to growth and fruitfulness of those clones and 17 years results of the progeny test, two best clones were selected and named with GS1 and GS2, respectively. The volume growth of these two clones was nearly twice as fast as that of the average in the orchard, and their chlorophyll contents were 1.2 times that of the average. They had thicker mesophyll, higher water content, lower transpiration rate and water loss rate, larger dry matter reserve, which showed these two clones might be more resistant to drought and diseases. Their progenies grew significantly faster than the common ones in nursery. The estimated genetic gains for tree height and DBH were 18% to 25% and 25% to 46% respectively. Their heritability at 6, 8-10 and 13-15 years old were 0.60-0.85, 0.79-0.86 and 0.88-0.95 respectively.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Алентьев Н.П., Алентьев О.Н. Проблемы сохранения популяций каштана посевного.....	5
Алентьев Н.П., Никишина Н.Б. Генетические ресурсы республики Адыгея и проблемы их сохранения и восстановления.....	5
Алиев И.Н. Смена пород в техногенных ландшафтах Кабардино-Балкарской республики.....	6
Бажина Е.В. Сохранение генофонда пихты сибирской (<i>Abies sibirica</i> Ledeb.) в культуре <i>in vitro</i>	7
Бакулин В.Т. Сибирские популяции <i>Populus alba</i> L. как источник зимостойких и декоративных форм для интродукции и селекции.....	8
Баранов О.Ю., Ярмолович В.А., Пантелеев С.В., Падутов В.Е. Молекулярно-генетическая диагностика инвазивных чужеродных видов (IAS) фитопатогенных грибов лесных древесных пород.....	9
Барченков А.П. Изменчивость морфологии и качества семян лиственницы сибирской (<i>Larix sibirica</i> Ledeb.) в Средней Сибири.....	10
Бебия С.М. Сохранение и рациональное использование генетических ресурсов основных лесообразующих древесных пород Колхидского флористического рефугиума.....	12
Белоконь М.М., Белоконь Ю.С., Ветрова В.П., Политов Д.В. Генетическое разнообразие кедрового стланика, <i>Pinus pumila</i> (Pall.) Regel, полуострова Камчатка.....	13
Бендер О.Г., Зотикова А.П., Велисевич С.Н. CO ₂ – газообмен и структурные особенности хвои экотипов кедра сибирского <i>ex situ</i>	14
Бессчетнова Н.Н. Специфика клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной по содержанию каротиноидов в хвое.....	15
Блохина Н.И., Бондаренко О.В., Осипов С.В. Влияние условий произрастания на формирование анатомической структуры древесины лиственницы Каяндера (<i>Larix cajanderi</i> Mayr) в Приамурье.....	153
Бляхарчук Т.А. Динамика ареалов древесных видов на территории Западной Сибири в послеледниковое время по палеопалинологическим данным как основа для изучения современных популяционных генофондов.....	16
Болонин И.П., Кулаков В.Е., Роговцев Р.В. Опыт и проблемы использования ценного генофонда сосны кедровой сибирской (<i>Pinus sibirica</i> Du Tour).....	17
Бондарев А.Я., Галецкая Г.А., Кальченко Л.И. Клен ясенелистный – инвазивный вид?.....	18
Бондаренко Г.Н., Политов Д.В. Изменчивость конформации фрагментов мтДНК некоторых представителей рода <i>Pinus</i> по данным SSCP-анализа.....	19
Братилова Н.П. Селекционные объекты кедровых сосен в учебно-опытном лесхозе СибГТУ.....	20
Брынцев В.А. Методика определения филлотаксиса и перспективы ее использования для исследования популяций хвойных древесных пород.....	21
Бубякина В.В., Татарина Т.Д., Пономарев А.Г., Васильева И.В., Перк А.А. Суммарные белки и дегидрины <i>Betula platyphylla</i> Sukacz. Центральной и Южной Якутии.....	22
Бургутин А.Б., Гурьянова А.Ю. Побег мха <i>Sphagnum palustre</i> L. у ели канадской в культуре <i>in vitro</i> (редкое событие).....	23
Васильев С.В., Чепик Ф.А. Особенности семенного размножения древесных растений в условиях урбанизированных территорий.....	24

Васильева Г.В., Горошкевич С.Н. Семеношение и рост потомства гибридов между кедром сибирским и кедровым стлаником.....	25
Велисевич С.Н., Бендер О.Г., Читоркина О.Ю., Чернова Н.А. Морфологическая дифференциация популяций сосны кедровой сибирской <i>Pinus sibirica</i> (Pinaceae) на южной границе западносибирской части ареала.....	26
Ветрова В.П., Савенкова Ю.В. Фенотипическая изменчивость кедрового стланика на Камчатке.....	27
Видякин А.И. Популяционно-хорологическая структура вида как эволюционно-генетическая основа лесовозобновления и сохранения лесных генетических ресурсов (на примере <i>Pinus sylvestris</i> Северо-Востока Русской равнины).....	28
Видякин А.И. Межсемейная изменчивость количества семян у сосны обыкновенной в связи с селекцией на быстроту роста.....	30
Воробьев Р.А. Поиск интродуцированных видов и форм представителей рода Ель (<i>Picea</i> A. Dietr.) в Нижегородской области.....	31
Выводцев Н.В., Кобаяси Р., Якимов Д.С. Интродукция сосны кедровой сибирской в Хабаровске.....	32
Голиков А.М. Использование эколого-диссимметричного подхода в селекционной практике генетического улучшения хвойных лесов.....	33
Горбунов И.В. Особенности экологии кедра сибирского в Восточном Забайкалье (бассейн реки Ингода).....	34
Горошкевич С.Н. Развитие идей Т.П. Некрасовой в исследованиях лаборатории дендрэкологии ИМКЭС СО РАН.....	35
Горошкевич С.Н. Популяции и экотип: ареальные отдельности или принципы структурной организации генетического разнообразия?.....	36
Грек В.С., Нечаев А.А., Морин В.А. Категенский кедр – генетический лесной резерват Хабаровского края.....	37
Гродницкая И.Д., Кузнецова Г.В. Заболевания <i>Pinus sylvestris</i> L. и <i>P. sibirica</i> DuRoi в географических культурах и лесных питомниках Красноярского края.....	38
Гурьянова А.Ю., Бургутин А.Б. Удлинение побегов <i>Larix sibirica in vitro</i>	39
Гуськов А.Е., Молородов Ю.И. О проблемах информационного обеспечения процесса управления лесным хозяйством.....	40
Данченко М.А., Мясников А.Г. Регламентация рекреационного лесопользования в городских лесах.....	41
Демкович А.Е., Коршиков И.И., Политов Д.В., Мудрик Е.А. Изменчивость двух микросателлитных локусов плюсовых деревьев сосны обыкновенной юга-востока Украины.....	42
Драгавцев В.А., Драгавцева Е.В. Эколого-генетическая организация годичных приростов моноподиальных хвойных древесных растений.....	43
Евстигун А.С. Изменчивость анатомо-морфологических признаков хвои, семян и сеянцев сосны обыкновенной в географических культурах на Среднем Урале.....	44
Жамъянсурен С., Милютин Л.И. Изменчивость показателей качества семян в монгольских популяциях <i>Larix sibirica</i> и <i>Pinus sylvestris</i>	45
Желибо Т.В., Пак Л.Н., Бобринев В.П. Качество семян сосны обыкновенной на ЛСП Забайкальского края.....	46
Жук Е.А., Горошкевич С.Н. Факторы дифференциации кедра сибирского вдоль широтного и высотного профилей.....	47

Захаров А.А. Анализ популяционной изменчивости <i>Pinus sibirica</i> Du Tour на юго-западе Забайкальского края.....	48
Зацепина К.Г., Тихонова И.В., Тараканов В.В., Кальченко Л.И. Генотипирование деревьев на клонковых плантациях лесообразующих видов хвойных в Западной Сибири.....	49
Земляной А.И. Развитие лесного семеноводства в Сибири (к 100-летию со дня рождения проф. Т.П. Некрасовой).....	50
Земляной А.И., Ильичев Ю.Н., Тараканов В.В. Влияние метеорологических и генетических на изменчивость семенной продуктивности деревьев кедра в клонковых плантациях.....	51
Зенкова Е.Л. Кластерное разделение популяций ели сибирской по показателям формы семенных чешуй и длины шишек в зоне затухающего генетического влияния ели европейской.....	52
Зибцева О.В. Технологии выращивания генетически улучшенного посадочного материала.....	53
Ибе А.А., Чубугина И.В., Лозицкая Г.М., Дыгало И.П., Шапрун Е.Н., Беляев В.В. Оценка состояния архива клонов сосны кедровой сибирской (<i>Pinus sibirica</i> Du Tour) в Западно-Саянском ОЛХ.....	54
Иванова Ю.Ю., Трубина Л.К., Тараканов В.В. Изменчивость годичного прироста осевого побега на клонковой плантации сосны.....	55
Ивановская С.И. Оценка эффективности плантационного семеноводства по данным молекулярно-генетического анализа.....	56
Ильинов А.А., Топчиева Л.В., Раевский Б.В. Использование микросателлитных маркеров в изучении генофонда ели финской <i>Picea x fennica</i> Regel Kom.....	57
Ильичёв Ю.Н. Генетико-селекционные объекты кедра сибирского (<i>Pinus sibirica</i> Du Tour) в Республике Алтай: структура, стратегия совершенствования и использования.....	58
Исаков И.Ю. Межвидовая и межсекционная гибридизация в роде <i>Betula</i> : рост, морфология и приживаемость гибридов.....	59
Исаков Ю.Н. Изменчивость линейного прироста сосны обыкновенной в онтогенезе: проявление в популяциях, семьях и клонах.....	60
Исаков Ю.Н., Иевлев В.В., Семериков В.Л., Самсонова А.Е., Машкина О.С., Соустова Н.М., Исаков И.Ю. Влияние самоопыления сосны обыкновенной на изменчивость признаков потомства.....	61
Кабанова С.А., Стихарева Т.Н., Данченко М.А. Сохранение биоразнообразия в лесных генетических резерватах Северного Казахстана.....	62
Каган Д.И. Генетическая и пространственная структура насаждений дуба черешчатого Беларуси.....	63
Кальченко Л.И., Бондарев А.Я., Галецкая Г.А. История создания объектов единого генетико-селекционного комплекса сосны обыкновенной в Алтайском крае... ..	64
Кальченко Л.И., Бондарев А.Я., Ильичёв Ю.Н. Состояние и динамика объектов ЕГСК хвойных лесообразующих видов в республике Алтай.....	65
Канащ Е.В., Осипов Ю.А., Драгавцев В.А., Тараканов В.В., Кальченко Л.И., Кузьмина Т.В. Эколого-генетическая изменчивость оптических характеристик хвои сосны.....	66
Карпеченко К.А., Семенова В.А., Землянухина О.А., Карпеченко Н.А. Использование молекулярно-генетического метода на основе ПЦР для формоспецифичного анализа дуба (<i>Quercus robur</i>).....	68
Карпук А.И. Экономическое стимулирование наращивания генофонда лесных ре-	

сурсов в лесобеспеченных регионах: опыт ОП НАУ Украины «Боярская лесная опытная станция».....	69
Карпюк Т.В., Муратова Е.Н. Анализ кариотипа <i>Picea omarika</i> (Panč.) Purkine.....	70
Квитко О.В., Бадаева Е.Д., Муратова Е.Н. Применение молекулярно-цитогенетических маркеров для исследования кариотипов хвойных растений.....	71
Князева С.Г. Анатомо-морфологические особенности <i>Juniperus communis</i> var. <i>saxatilis</i> Pall.....	72
Ковалевич О.А. Уточнение границ лесосеменного районирования на основе данных молекулярно-генетического анализа.....	73
Комарова А.Ф. Редкие растительные сообщества в пределах территории распространения пихтовых лесов Северо-Западного Кавказа.....	74
Комарова Т.А. Особенности экологии и возрастного развития ценопопуляций <i>Pinus koraiensis</i> Siebold et Zucc. на российском Дальнем Востоке.....	75
Коршиков И.И., Горлова Е.М., Подгорный Д.Ю. Генетический полиморфизм сосновых в Горном Крыму.....	77
Коршиков И.И., Калафат Л.А., Пирко Я.В. Популяционно-генетическая изменчивость сосны обыкновенной в пределах ареала в Украине.....	78
Кравченко А.Н., Экарт А.К., Ларионова А.Я. Генетическое разнообразие и дифференциация популяций <i>Picea obovata</i> Ledeb.....	79
Крутовский К.В. Глобальное изменение климата, биоэнергия и популяционная экогеномика хвойных бореальных лесов.....	156
Кузнецова Г.В., Карбаинов Ю.М. Редкие формы кедра сибирского в местах рефугиума древней третичной флоры.....	80
Кузнецова Н.Ф. Подвижность систем семенного размножения для адаптации <i>Pinus sylvestris</i> L. к засухе.....	81
Кузьмин С.Р. Особенности формирования морфо-анатомических признаков хвои у сосны обыкновенной в географических культурах.....	82
Кузьмина Н.А., Кузьмин С.Р. Анализ лесосеменного районирования сосны обыкновенной в Средней Сибири.....	83
Кулагин Д.В. Биотехнологические аспекты рационального использования генетических ресурсов дуба черешчатого Беларуси.....	84
Лаур Н.В., Царев А.П. «Реликтовые» насаждения карельской березы в Карелии... 156	156
Лебедев А.Г. Особенности естественного возобновления сосны в генетических резерватах поззоны хвойно-широколиственных лесов Кировской области.....	85
Лебедев В.Г., Шестибратов К.А. Органогенез сосны обыкновенной (<i>Pinus sylvestris</i> L.) в культуре <i>in vitro</i>	86
Ликл Е. Сибирские леса в английской литературе 2000-2010 годов.....	157
Лоцицкая Г.М., Дыгало И.П., Шапрун Е.Н. Объекты единого генетико-селекционного комплекса (ЕГСК) Красноярского края и республики Хакасия.....	87
Маатен Т. Защита и управление лесными генетическими ресурсами в Эстонии... 158	158
Макаров В.П. Состояние и возможные меры охраны реликтовой ильмовой рощи в Забайкальском крае.....	88
Матвеева Р.Н., Буторова О.Ф. Рост и семеношение клонов и полусибов плюсовых деревьев кедра сибирского на объектах СибГТУ в Западно-Саянском опытном лесном хозяйстве.....	89
Матиаш Ч. Проблемы природохранной генетики в условиях изменяющегося климата, особенно в лесостепной зоне.....	159
Матюшевская Е.В., Киселев В.Н., Яротов А.Е., Митрахович П.А. «Островные» ельники Белорусского Полесья в современных климатических условиях.....	90
Махнев А.К. Оценка популяционных культур, как одного из основных методов со-	

хранения генетических ресурсов лесообразующих видов, на примере белых берез (<i>Betula pendula</i> Roth, <i>Betula pubescens</i> Ehrh.).....	91
Махнева Н.Е., Махнев А.К. О перспективах использования нарушенных земель (крупных золоотвалов ТЭС) для создания культургенрезерватов главных лесообразующих видов.....	92
Машкина О.С., Тихонова И.В., Евдокимова Е.А. Цитогенетические особенности семенного потомства карликовых сосен на юге Средней Сибири.....	93
Милютин Л.И. О некоторых проблемах сохранения лесных генетических ресурсов Сибири.....	94
Минлебаев Г.В. Сохранение, интродукция и селекция экзотов и реликтов в частных пунктах интродукции и в насаждениях высокой природоохранной ценности (ЛВПЦ).....	95
Молородов Ю.И., Федотов А.М. Информационные системы для задач лесных экосистем.....	96
Муратова Е.Н., Журавлев Ю.Н., Милютин Л.И., Исаев А.П., Зырянова О.А., Реунова Г.Д., Прокушкин С.Г., Седельникова Т.С., Орешкова Н.В., Ларионова А.Я., Квитко О.В., Козыренко М.М., Артюкова Е.В., Адрианова И.Ю., Васюткина Е.А. Исследование генетического и экосистемного разнообразия лиственниц в Сибири и на Дальнем Востоке.....	97
Наквасина Е.Н. Сибирские расы сосны обыкновенной в географических культурах Европейского Севера России.....	98
Нечаев А.А., Грек В.С., Морин В.А. Сохранение генофонда черники пазушной в Хабаровском крае.....	99
Никитенко Е.А., Гуль Л.П. Рост и состояние географических культур кедра корейского и сибирского в Хабаровском крае.....	100
Николаева А.В., Иваничко Т.А., Егорова А.В., Калафат Л.А., Коршиков И.И. Генетическое разнообразие можжевельников горного Крыма.....	102
Новикова Т.Н. Дифференциация климатипов сосны по росту в высоту и цвету мужских генеративных структур.....	103
Овчинникова Н.Ф. Влияние видового состава древостоя на возобновление <i>Pinus sibirica</i> Du Tour и <i>Abies sibirica</i> Ledeb.....	104
Орехова Т.П., Манько Ю.И., Казанцев С.В., Юдин В.В. Особенности генофонда сосны кедровой корейской (<i>Pinus koraiensis</i> Sieb. et Zucc.) и его охрана в Приморском крае.....	105
Орешкова Н.В., Белоконь М.М. Генетическая дифференциация лиственницы сибирской (<i>Larix sibirica</i> Ledeb.) по микросателлитным локусам.....	106
Орлова Л.В., Егоров А.А. Основные проблемы систематики дальневосточных представителей сосновых (<i>Pinaceae</i> Spreng. ex F. Rudolphi).....	107
Орлова Л.В., Потокина Е.К., Потокин А.Ф., Егоров А.А., Вишневская М.С., Копылова Т.А., Беляев Д.Ю., Иванов С.А. К систематике и географическому распространению ели финской [<i>Picea fennica</i> (Regel) Kom.].....	109
Падутов В.Е., Баранов О.Ю., Ивановская С.И., Каган Д.И., Ковалевич О.А., Пантелеев С.В. Состояние и перспективы молекулярной генетики в Беларуси как основы сохранения лесных генетических ресурсов в республике.....	110
Паленова М.М. Международные инструменты лесной политики для оценки и управления лесными генетическими ресурсами.....	111
Паутова Н.В. Внутривидовая изменчивость лиственницы сибирской в популяциях европейского Северо-Востока.....	112
Петрова Е.А., Горошкевич С.Н., Попов А.Г., Белоконь М.М., Белоконь Ю.С., Политов Д.В. Генетические процессы в зоне гибридизации сосны кедровой сибир-	

ской (<i>Pinus sibirica</i> Du Tour) и кедрового стланика [<i>Pinus pumila</i> Pall.(Regel)].	113
Пименов А.В., Седельникова Т.С. Генетико-эволюционная оценка полиморфизма болотных популяций сосны обыкновенной.	114
Плешанов А.С., Шаманова С.И., Чернышева О.А. Реликтовые виды в дендрофлоре Байкальской природной территории.	115
Погиба С.П. Сохранение генофонда редких лесных видов при интродукции в Московской области на примере карельской берёзы.	117
Политов Д.В., А.Н. Кравченко А.Н., М.М. Белоконов М.М., Белоконов Ю.С., Ларионова А.Я., Экарт А.К. Генетическая дифференциация ели сибирской (<i>Picea obovata</i> Ledeb.) по аллозимным локусам.	118
Попов А.Г. Кедровые сосны старого света: структура разнообразия по морфологии побега, некоторые аспекты естественной межвидовой гибридизации, интродукция в Западной Сибири.	119
Привалихин С.Н., Макогон И.В., Коршиков И.И. Генетическая изменчивость ели европейской (<i>Picea abies</i> (L.) Karst.) в Украинских Карпатах и Полесье.	120
Раевский Б.В. Метеорологический метод прогноза обилия семеношения лесосеменных плантаций сосны обыкновенной.	121
Роговцев Р.В. Изменчивость климатипов сосны по фитомассе в географических культурах Новосибирской области.	122
Рогозин М.В. Селекция ели сибирской по косвенным признакам и тенденции естественного отбора.	123
Рогозин М.В., Бельтюкова Н.Н. Изучение хвойных в Пермском крае: конкуренция в родительских популяциях ели сибирской и рост потомства.	124
Салмова М.А., Шадрина Т.А., Шестибратов К.А. Скорость роста и устойчивость к гербицидам трансгенных форм березы с генами <i>gs1</i> и <i>bar</i> .	125
Светлакова Т.Н., Боронникова С.В., Бобошина И.В. Генетическая структура популяций <i>Populus tremula</i> L. в Пермском крае.	126
Свинцова В.С. Функционирование мужской генеративной сферы кедровых сосен на экспериментальных объектах в районе Клинско-Дмитровской гряды.	127
Седаева М.И. <i>Rhododendron dahuricum</i> L. в дендрарии Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН.	128
Седельникова Т.С., Муратова Е.Н., Пименов А.В., Падутов В.Е., Ивановская С.И. Хромосомные мутации у сосны обыкновенной в болотных и суходольных популяциях Западной Сибири и Беларуси.	129
Седельникова Т.С., Пименов А.В., Ефремов С.П., Петрова И.В., Санников С.Н. Морфологические особенности и жизнеспособность пыльцы красно- и желтопыльниковой форм сосны обыкновенной на болотах и суходолах Западной Сибири.	130
Семериков В.Л., Полежаева М.А., Семерикова С.А. Филогеография лиственницы сибирской по данным цитоплазматических маркеров.	131
Семерикова С.А., Семериков В.Л. Изменчивость ядерных и цитоплазматических генетических маркеров и биогеография пихты Семенова (<i>Abies semenovii</i> B. Fedtsch.), эндемика Западного Тянь-Шаня.	132
Сиволапов А.И. Структура клоновых микропопуляций <i>Populus alba</i> в пойме рек Хопер и Дон.	160
Сиволапов В.А., Благодарова Т.А. Лучшие ольшаники России и их размножение	161
Тараканов В.В. Методы сохранения лесных генетических ресурсов, перспективные для условий Сибири.	133
Татаринцева И.И., Горошкевич С.Н., Хуторной О.В. Сопряженный анализ погодичной и индивидуальной изменчивости плодоношения в припоселковых кедров-	

никах; принципы отбора исходного материала для селекции на семенную продуктивность.....	134
Тихонова И.В. Морфоструктура ствола и кроны низкорослых деревьев <i>Pinus sylvestris</i> L. в условиях недостаточного увлажнения.....	135
Ткачева Ю.А., Коршиков И.И. Цитогенетические показатели ели европейской в природных популяциях и интродукционном насаждении.....	136
Толлефсруд М.М., Спиренсен Х. Отцовская интрогрессия от ели сибирской (<i>Picea obovata</i>) к ели обыкновенной (<i>P. abies</i>): отслеживание потока пыльцы и семян с помощью хлоропластной и митохондриальной ДНК.....	162
Третьякова И.Н., Носкова Н.Е., Ворошилова Е.С., Шуваев Д.Н. Перспективы микроклонального размножения хвойных в культуре <i>in vitro</i> через соматический эмбриогенез.....	137
Третьякова И.Н., Савельев С.С., Лукина А.В., Череповский Ю.А. Половая репродукция кедра сибирского при контролируемом опылении и его регенерационный потенциал в культуре <i>in vitro</i>	138
Туркин А.А. Лиственница в республике Коми.....	139
Урусов В.М., Варченко Л.И., Петропавловский Б.С. Приуроченность хвойных растений к зональным ландшафтам Дальнего Востока России.....	140
Урусов В.М., Петропавловский Б.С., Варченко Л.И. Особенности видообразования, расселения и макрорефугиумы сосудистых растений Дальнего Востока России в мегаморфоструктурах центрального типа.....	141
Фарукшина Г.Г., Путенихин В.П. Структура генофонда можжевельника обыкновенного (<i>Juniperus communis</i> L.) на Южном Урале.....	142
Хайнце Б. <i>Populus tremula</i> в Сибири: континентальное разделение по озеру Байкал.....	154
Хантемирова Е.В., Беркутенко А.Н. Особенности аллозимного разнообразия <i>Juniperus communis</i> L. на северо-востоке Азии.....	143
Хихлова О.В., Горошкевич С.Н. Вегетативное потомство "ведьминых метел" и нормальной кроны тех же деревьев: сравнительный анализ роста и развития.....	144
Холина А.Б., Наконечная О.В., Корень О.Г., Журавлев Ю.Н. Генетическая структура популяций заманихи высокой <i>Oplopanax elatus</i> (Nakai) Nakai (<i>Araliaceae</i>). Христовски Н., Блажекович Д., Настевска И., Кузнецова Г.В. Охрана македонской сосны <i>Pinus peuce</i> Griseb. в Македонии.....	145
Царев А.П., Царева Р.П., Царев В.А. Осина – лесной сорняк или источник ценного сырья?.....	155
Царев А.П., Царева Р.П., Царев В.А. Осина – лесной сорняк или источник ценного сырья?.....	162
Чемоданов А.В., Квеглис О.Г., Воронцова М.С., Шагова М.С. Проблемы и перспективы развития лесного семеноводства Томской и Кемеровской областей.....	147
Чепик Ф.А. Этапы онтогенеза древесных растений и их использование в диагностических целях.....	147
Чернодубов А.И. Сосна меловая на Восточно-Европейской равнине.....	148
Чубугина И.В., Ибе А.А., Шилкина Е.А. Уточнение схем посадки архивов клонов хвойных видов Красноярского края и Республики Хакасии RAPD-методом анализа ДНК.....	149
Шейкина О.В., Милютин Т.Н., Новиков П.С. Молекулярно-генетические исследования плюсовых деревьев ели на архиве клонов в Республике Марий Эл.....	150
Шишкина О.К., Завистяева М.А. Использование молекулярно-генетических методов в практике лесного семеноводства.....	151

Ю Г.-Ч., Сун С.-Д., Мен П., Бай С.-Ф., Ван М. Отбор лучших клонов <i>Pinus sylvestris</i> var. <i>mongolica</i>	165
Яковлев И., Фоссдал С., Скроппа Т., Кваален Х., Олсен Дж., Джонсон О. Адаптивная эпигенетическая память у ели обыкновенной.....	164
Янбаев Ю.А., Bushbom J., Schroeder H., Degen B., Габитова А.А., Редькина Н.Н. Генетическое разнообразие популяций дуба черешчатого и его энтомовредителя на восточной границе ареала.....	152

TABLE OF CONTENTS

Alentiev N.P., Alentiev O.N. The problems of conservation of <i>Castanea sativa</i> Mell. populations).....	5
Alentiev N.P., Nikishina N.V. Genetic resources of the Adyghea Republic and the problems of their conservation and reconstruction.....	5
Aliev I.N. Tree succession in technogenic landscapes of Kabardino-Balkar Republic.....	6
Bakulin V.T. Siberian populations of <i>Populus alba</i> L. as a source of winterhardy and ornamental forms for introduction and breeding.....	8
Baranov O.Yu., Yarmolovich V.A., Panteleev S.V., Padutov V.E. Molecular and genetic diagnostics of invasive alien species (IAS) of phytopatogenic fungi of forest trees....	9
Barchenkov A.P. Variability of morphology and quality of Siberian larch seeds (<i>Larix sibirica</i> Ledeb.) in Central Siberia.....	10
Bazhina E.V. Conservation of Siberian fir (<i>Abies sibirica</i> Ledeb.) genepool in culture <i>in vitro</i>	7
Bebia S.M. Conservation and rational use of genetic resources of the main forest forming woody species of Colchis floristic refugium.....	12
Belokon M.M., Belokon Yu.S., Vetrova V.P., Politov D.V. Genetic variability of <i>Pinus pumila</i> (Pall.) Regel, Kamchatka peninsula.....	13
Bender O.G., Zotikova A.P., Velisevich S.N. CO ₂ – gas exchange and needle structure of <i>Pinus sibirica</i> ecotypes <i>ex situ</i>	14
Besschetnova N.N. Specificity of Scots pine plus-tree clones on the content of carotenoids in the needles.....	15
Blokhina N.I., Bondarenko O.V., Osipov S.V. Effect of environments on the formation of <i>Larix cajanderi</i> Mayr wood anatomy in the Amur River Region, Russian Far East.....	153
Blyakharchuk T.A. Dynamics of ranges of tree species in Western Siberia during Post-glacial time according to paleopalynological data as basis for investigation of modern population gene pools.....	16
Bolonin I.P., Kulakov V.E., Rogovtsev R.V. Experience and problems in the usage of <i>Pinus sibirica</i> valuable genepool.....	17
Bondarenko G.N., Politov D.V. Variability of mt-DNA fragment conformation of some genus <i>Pinus</i> representatives on SSCP-analysis data.....	19
Bondarev A.Ya., Galetskaya G.A., Kalchenko L.I. Is Maple ash invasive species?	18
Bratilova N.P. The selection objects of <i>Cembra</i> pines in the experimental forest of the Siberian State Technological University.....	20
Bryntsev V.A. Method of definition of phyllotaxis types and prospects of its use for research of coniferous populations.....	21
Bubyakina V.V., Tatarinova T.D., Ponomarev A.G., Vasilieva I.V., Perk A.A. Total proteins and dehydrins of <i>Betula platyphylla</i> Sukacz. of Central and Southern Yakutia.....	22
Burgutin A.B., Guryanova A.Yu. Shoots of moss <i>Sphagnum palustre</i> L. in White spruce in culture <i>in vitro</i> (rare phenomenon).....	23
Chemodanov A.V., Kveglis O.G., Vorontsova M.S., Shagova M.S. Problems and prospects of the forest seed production in Tomsk and Kemerovo Regions.....	147
Chepic F.A. Stages of ontogenesis in wood plants and their use for diagnostic purposes...	147
Chernodubov A.I. <i>Pinus cretacea</i> in the East European Plain.....	148
Chubugina I.V., Ibe A.A., Shilkina E.A. Redefining of clones archives schemes of coniferous species in Krasnoyarsk territory and Khakasia Republic using RAPD-method of	

DNA analysis.....	149
Danchenko M.A., Myasnikov A.G. The regulation of recreational use of urban forests.....	41
Demkovich A.E., Korshikov I.I., Politov D.V., Mudrik E.A. Variability of two micro-satellite loci in Scots pine plus trees in the South-East of Ukraine.....	42
Dragavtsev V.A., Dragavtseva E.V. Ecological genetic organization of annual growth increments of monopodial conifers.....	43
Evstugin A.S. Variability of anatomo-morphological traits of needles, seeds and seedlings of <i>Pinus sylvestris</i> in provenance trials in Central Urals.....	44
Farukschina G.G., Putenikhin V.P. Gene pool structure of <i>Juniperus communis</i> L. in the South Urals.....	142
Golikov A.M. Use of ecological dissymmetrical approach in selection for genetic improvement of conifer forests.....	33
Gorbunov I.V. Ecology of Siberian stone pine in East Baikal (watershed of River Ingoda)	34
Goroshkevich S.N. Development of T.P.Nekrasova's ideas in researches of Laboratory of Dendroecology of Institute for monitoring of climatic and ecological systems SB RAS.....	35
Goroshkevich S.N. Populations and ecotype: areal units or structural organization of genetic diversity?.....	36
Grekh V.S., Nechaev A.A., Morin V.A. Kategenskiy <i>Pinus sibirica</i> stand – genetic forestry reserve of Khabarovsk territory.....	37
Grodnitskaya I.D., Kuznetsova G.V. Diseases of <i>Pinus sylvestris</i> L. and <i>P. sibirica</i> Du Tour in the provenance trials and forest nurseries of Krasnoyarsk Territory.....	38
Guryanova A.Yu., Burgutin A.B. Alongation of <i>Larix sibirica</i> shoots <i>in vitro</i>	39
Guskov A.E., Molodtsov Yu.I. Problems of information support of forestry management	40
Hantemirova E.V., Berkutenko V.L. Distinctive feature of genetic diversity of <i>Juniperus communis</i> L. on North-East Asia.....	143
Heinze B. <i>Populus tremula</i> in Siberia: a continental divide along Lake Baikal.....	154
Hristovski N., Blazekovich D., Nastevska I., Kuznetsova G.V. Protection of Macedonian pine <i>Pinus peuce</i> Griseb. in Macedonia.....	155
Ibe A.A., Chubugina I.V., Lozitskaya G.M., Dygalo I.P., Shaprun E.N., Belyaev V.V. Evaluation of Siberian pine clone archive in West Sayan experimental forestry.....	54
Ilyichev Yu.N. Genetic and breeding objects of <i>Pinus sibirica</i> in Altai republic: structure, strategy of improvement and practical usage.....	58
Ilyinov A.A., Topchieva L.V., Raevsky B.V. Study of <i>Picea x fennica</i> Regel Kom. gene-pool using SSR markers.....	57
Isakov I.Yu. Interspecific and intersection hybridization in genus <i>Betula</i> : growth, morphology and survival of hybrids.....	59
Isakov Yu.N. Variability of linear growth of Scots pine in ontogenesis: development in populations, families and clones.....	60
Isakov Yu.N., Ievlev V.V., Semerikov V.L., Samsonova A.E., Mashkina O.S., Soustova N.M., Isakov I.Yu. The effect of self-pollination of Scots pine on variability of progeny traits.....	61
Ivanova Yu.Yu., Trubina L.K., Tarakanov V.V. Variability of annual incremental axial growth in a clonal pine plantation.....	55
Ivanovskaya S.I. Assessment of efficiency of seed production of plantations based on molecular and genetic analysis.....	56

Jamiyansuren C., Milyutin L.I. Variability of seed quality in the Mongolian populations of <i>Larix sibirica</i> and <i>Pinus sylvestris</i>	45
Kabanova S.A., Stihareva T.N., Danchenko M.A. Conservation of biodiversity in forest genetic reserves of Northern Kazakhstan.....	62
Kahan D.I. The genetic and spatial structures of Pedunculate oak stands in Belarus.....	63
Kalchenko L.I., Bondarev A.Ya., Galetskaya G.A. The history of the united genetics and breeding complex (UGBC) objects in Altai Region.....	64
Kalchenko L.I., Bondarev A.Ya., Ilyichev Yu.N. Conditions and dynamics of objects of the united genetics and breeding complex (UGBC) of conifer forest-forming tree species in Altai republic.....	65
Kanash E.V., Osipov Yu.A., Dragavtsev V.A., Tarakanov V.V., Kalchenko L.I., Kuzmina T.V. Ecological genetic variability of optical characteristics of pine needles.....	66
Karpechenko K.A., Semenova V.A., Zemlyanuchina O.A., Karpechenko N.A. PCR based molecular genetic method for analysis of specific forms of oak (<i>Quercus robur</i>)....	68
Karpjuk T.V., Muratova E.N. Karyotype analysis of <i>Picea omorika</i> (Panč.) Purkine.....	70
Karpuk A.I. Economic incentives to enhance the gene pool of forest resources in forest Regions: the experience of the experimental production in “Boyarsky forest experiment station” in Ukraine.....	69
Khihlova O.V., Goroshkevich S.N. Vegetative progeny of “witch's broom” and normal crowns of the same trees: comparative analysis of growth and development.....	144
Kholina A.B., Nakonechnaya O.V., Koren O.G., Zhuravlev Yu.N. Genetic structure of populations of <i>Oplopanax elatus</i> (Nakai) Nakai (<i>Araliaceae</i>).....	145
Knyazeva S.G. Anatomical and morphological characters of <i>Juniperus communis</i> var. <i>saxatilis</i> Pall.....	72
Komarova A.F. Rare plant communities within area of fir forests in North-West Caucasus.....	74
Komarova T.A. Specifics of ecology and age development of the <i>Pinus koraiensis</i> Siebold et Zucc. populations in the Russian Far East.....	75
Korshikov I.I., Gorlova E.M., Podgorny D.Y. Genetic polymorphism of pines in Crimea Mountains.....	76
Korshikov I.I., Kalafat L.A., Pirko Ya.V. Population genetic variability within the Scots pine area in Ukraine.....	77
Kovalevich O.A. Forest seed zoning refinement on the basis of molecular genetic analysis.....	73
Kravchenko A.N., Ekart A.K., Larionova A.Ya. Genetic variability and differentiation of <i>Picea obovata</i> Ledeb. populations.....	79
Krutovsky K.V. Climate change, bioenergy and population ecogenomics of conifer boreal forests.....	156
Kulagin D.N. Biotechnological aspects of rational genetic resources management of oak pedunculate in Belarus.....	84
Kuzmin S.R. Characteristics of morpho-anatomical needle traits in Scots pine in provenance trials.....	82
Kuzmina N.A., Kuzmin S.R. Analysis of forest seed zoning of Scots pine in Central Siberia.....	83
Kuznetsova G.V., Karbainov Yu.M. Rare <i>Pinus sibirica</i> forms in refuge of Tertiary flora.....	80
Kuznetsova N.F. Role of plasticity of seed reproduction systems for <i>Pinus sylvestris</i> L. adaptation to drought.....	81
Kvitko O.V., Badaeva E.D., Muratova E.N. Application of molecular cytogenetic markers to study conifer karyotypes.....	71

Laur N. V., Tsarev A. P. “Relic” stands of curly birch in Karelia Republic.....	156
Lebedev A.G. Natural pine regeneration in genetic reserves of coniferous and broadleaf forests in Kirov Region.....	85
Lebedev V.G., Shestibratov K.A. Organogenesis of Scots pine (<i>Pinus sylvestris</i> L.) in culture <i>in vitro</i>	86
Lickl E. Siberian Forests in the English Literature 2000 – 2010.....	157
Lozitskaya G.M., Dygalo I.P., Shaprun E.N. Objects of united genetics and breeding complex in Krasnoyarsk Territory and Khakassia Republic.....	87
Maaten T. Conservation and management of forest genetic resources in Estonia.....	158
Makarov V.P. Condition and possible measures of protection of the relic elm groves in Transbaikalian Territory.....	88
Makhnev A.K. Assessment of population cultures as one of the basic methods of forest species genetic resources conservation: study case of white birches (<i>Betula pendula</i> Roth, <i>Betula pubescens</i> Erhr.).....	91
Makhneva N.E., Makhnev A.K. Prospective of disturbed lands (big ash-disposal areas of TPS) for creation of gene reserve plantations of main forest-forming species.....	92
Mashkina O.S., Tikhonova I.V., Evdokimova E.A. Cytogenetic characteristics of dwarf pine seed progeny in the south of Central Siberia.....	93
Matsiushevskaya E.V., Kisieliou V.N., Jarotou A.E., Mitrachovich P.A. Isolated spruce stands in Belorussian Polesie under current climatic conditions.....	90
Matveeva R.N., Butorova O.F. The growth and seed formation in clones and half-sibs of <i>Pinus sibirica</i> plus trees on objects of SibSTU in Western Sayansk experimental forest.....	89
Mátyás C. Challenges of gene conservations in a changing climate, with special regard to the forest-steppe zone.....	159
Milyutin L.I. Some problems of forest genetic resources conservation in Siberia.....	94
Minlebaev G.V. Conservation, introduction and selection of exotic and relics in private lands of introduction and forest stands of high conservation value.....	95
Molorodov Yu.I., Fedotov A.M. Information systems for forest ecosystems.....	96
Muratova E.N., Zhuravlev Yu.N., Milyutin L.I., Isaev A.P., Zyryanova O.A., Reunova G.D., Prokushkin S.G., Sedel'nikova T.S., Oreshkova N.V., Larionova A.Ya., Kvitko O.V., Kozyrenko M.M., Artyukova E.V., Adrianova I.Yu., Vasyutkina E.A. The study of genetical and ecosystem larch diversity in Siberia and the Russian Far East...	97
Nakvasina E.N. Siberian races of Scots pine in provenance trials of the European North of Russia.....	98
Nechaev A.A., Grek V.S., Morin V.A. Conservation genetics of bilberry in Khabarovsk Territory.....	99
Nikitenko E.A., Gul L.P. Growth and condition of <i>Pinus koraiensis</i> and <i>P. sibirica</i> provenance trials in Khabarovsk Territory.....	100
Nikolaeva A.V., Ivanichko T.A., Egorova A.V., Kalafat L.Yu., Korshikov I.I. Genetic diversity of <i>Juniperus</i> in Crimea Mountains.....	102
Novikova T.N. Differentiation of pine climatotypes according to height growth and colour of male generative structures.....	103
Orekhova T.P., Man'ko Yu.I., Kazantsev S.V., Yudin V.V. Characteristics of <i>Pinus koraiensis</i> Sieb. et Zucc. gene pool and its preservation in Primorye.....	105
Oreshkova N.V., Belokon M.M. Genetic differentiation of Siberian larch (<i>Larix sibirica</i> Ledeb.) on microsatellite loci.....	106
Orlova L.V., Egorov A.A. Problems of systematics, nomenclature and phylogeny of Far	

East representatives of family <i>Pinaceae</i> Spreng. ex F. Rudolphi.....	107
Orlova L.V., Potokina E.K., Potokin A.F., Egorov A.A., Vishnevskaya M.S., Kopylova T.A., Belyaev D.Yu., Ivanov S.A. Systematics and geographic distribution of <i>Picea fennica</i> (Regel) Kom.....	109
Ovchinnikova N.F. Effect of stand species composition on regeneration of <i>Pinus sibirica</i> Du Tour and <i>Abies sibirica</i> Ledeb.....	104
P	
Padutov V.E., Baranov O.Yu., Ivanovskaya S.I., Kahan D.I., Kovalevich O.A., Panteleev S.V. The state and prospects of molecular genetics in Belarus as the base of forest genetic resources conservation.....	110
Palenova M.M. International tools of forest policy for assessment and management of forest genetic resources.....	111
Pautova N.V. Intraspecific variability of <i>Larix sibirica</i> Ledeb. in European North-East populations.....	112
Petrova E.A., Goroshkevich S.N., Popov A.G., Belokon M.M., Belokon Yu.S., Politov D.V. Genetic processes in zone of hybridization between <i>Pinus sibirica</i> Du Tour and <i>Pinus pumila</i> Pall. (Regel).....	113
Pimenov A.V., Sedel'nikova T.S. Evolutionary genetics of polymorphism in Scots pine bog populations.....	114
Pleshanov A.S., Shamanova S.I., Chernysheva O.A. The relict species in the dendroflora of the Baikal Natural Territory.....	115
Pogiba S.P. Conservation of gene pool of rare forest species introduced in Moscow Region (study case of Karelian birch).....	117
Politov D.V., Kravchenko A.N., Belokon M.M., Belokon Yu.S., Larionova A.Ya., Ekart A.K. Genetic differentiation of Siberian spruce (<i>Picea obovata</i> Ledeb.) on allozyme loci.....	118
Popov A.G. Stone pines of Old World: variation in stem structure morphology, some aspects of natural interspecific hybridization, and introduction in West Siberia.....	119
Privalihin S.N., Makagon I.V., Korshikov I.I. Genetic variation of Norway spruce [<i>Picea abies</i> (L.) Karst.] in the Ukrainian Carpathians and Polesie.....	120
R	
Raevsky B.V. Meteorological method of seed yield forecasting in Scotch pine seed orchards.....	121
Rogovtsev R.V. Phytomass variability of Scots pine climatotypes in provenance trials in Novosibirsk Region.....	122
Rogozin M.V. Breeding of Siberian spruce based on indirect traits and natural selection trends.....	123
Rogozin M.V., Beltukova N.N. The study of conifers in Perm krai: competition in parental populations of Siberian spruce and progeny growth.....	124
S	
Salmova M.A., Shadrina T.A., Schestibratov K.A. Growth rate and herbicide resistance of <i>gs1</i> and <i>bar</i> transgenic birch.....	125
Sedaeva M.I. <i>Rhododendron dahuricum</i> L. in arboretum of V.N. Sukachev Institute of Forest SB RAS.....	128
Sedel'nikova T.S., Muratova E.N., Pimenov A.V., Padutov V.E., Ivanovskaya S.I. Chromosome mutations in Scots pine in swap and dry valley populations of West Siberia and Belarus.....	129
Sedel'nikova T.S., Pimenov A.V., Efremov S.P., Petrova I.V., Sannikov S.N. Morphological features and pollen viability of Scots pine forms with red and yellow microstrobiles on swamps and dry valleys of West Siberia.....	130
Semerikov V.L., Polezhaeva M.A., Semerikova S.A. Phylogeography of Siberian larch based on cytoplasmic DNA markers.....	131

Semerikova S.A., Semerikov V.L. Cytoplasmic and nuclear genetic markers variation and biogeography of <i>Abies semenovii</i> B. Fedtch. – endemic fir species of Western Tian-Shan Mts.....	132
Sheykina O.V., T.N. Milutina, Novikov P.S. Molecular-genetic research of <i>Picea abies</i> plus trees in clone archives in Marii El Republic.....	150
Shishkina O.K., Zavistjaeva M.A. Application of molecular genetic methods in seed production.....	151
Sivolapov A.I. Structure of clonal <i>Populus alba</i> micropopulations in floodplains of Kholpyor and Don rivers.....	160
Sivolapov V.A., Blagodarova T.A. The best Russian alder groves and their propagation...	161
Svetlakova T.N., Boronnikova S.V., Boboshina I.V. Genetic structure of <i>Populus tremula</i> populations in Perm Territory.....	126
Svintsova V.S. Functioning of male reproductive structures of Siberian stone pines in experimental objects in Klin-Dmitov ridge.....	127
Tarakanov V.V. Prospective for Siberia methods of forest genetic resources conservation.....	133
Tatarintseva I.I., Goroshkevich S.N., Khutornoy O.V. Joint analysis of annual and individual variability of seed reproduction in suburban Siberian stone pine forests; principles of source material selection for breeding on seed production.....	134
Tikhonova I.V. Morphological structure of stem and crown of undersized <i>Pinus sylvestris</i> L. trees in conditions of insufficient moistening.....	135
Tkacheva Yu.A., Korshikov I.I. Cytogenetic parameters of Norway spruce in natural populations and introduced plantation.....	136
Tollesfrud M.M., Sperisen Ch. Paternal introgression from Siberian spruce (<i>Picea obovata</i>) to Norway spruce (<i>P. abies</i>): tracing pollen and seed flow with chloroplast and mitochondrial DNA.....	162
Tretyakova I.N., Noskova N.E., Voroshilova E.S., Shuvaev D.N. The prospects of conifers microclonal propagation in culture <i>in vitro</i> by somatic embryogenesis.....	137
Tretyakova I.N., Savelyev S.S., Lukina A.V., Chereposky Yu.A. Sex reproduction of <i>Pinus sibirica</i> under controlled pollination and its regeneration potential in culture <i>in vitro</i>	138
Tsarev A.P., Tsarev V.A., Tsareva R.P. Aspen – a forest weed or source of valuable raw materials.....	162
Turkin A.A. Larch in Komi Republic.....	139
Urusov V.M., Petropavlovskiy B.S., Varchenko L.I. Characteristics of speciation, dispersal and macrorefugia of the Russian Far East vascular plants in megamorphostructures of the central type.....	141
Urusov V.M., Varchenko L.I., Petropavlovskiy B.S. Association of conifers with zone landscapes of the Russian Far East.....	140
Vasiliev S.V., Chepik F.A. Characteristics of seed reproduction of wood plants in the conditions of the urbanized territories.....	24
Vasilieva G.V., Goroshkevich S.N. Seed formation and growth of progeny from interspecific hybrids between <i>Pinus sibirica</i> and <i>Pinus pumila</i>	25
Velisevich S.N., Bender O.G., Chitorkina O.Yu., Chernova N.A. Morphological differentiation of <i>Pinus sibirica</i> (<i>Pinaceae</i>) populations at southern limit of West Siberian part of area.....	26
Vetrova V.P., Savenkova Yu.V. Phenotypic diversity of <i>Pinus pumila</i> in Kamchatka.....	27
Vidyakin A.I. Population-chorologic structure of species as an evolutionary genetic basis of reforestation and conservation of genetic resources (study case of <i>Pinus sylvestris</i> in	

North-East of the Russian Plain).....	28
Vidyakin A.I. Interfamily variation of the number of cotyledons in <i>Pinus sylvestris</i> in relation with selection for growth rate.....	30
Vorobyev R.A. Search for the introduced spruce species and forms (<i>Picea</i> A. Dietr.) in Nizhniy Novgorod Region.....	31
Vyvodtsev N.V., Kobayashi R., Yakimov D.S. Introduction of <i>Pinus sibirica</i> in Khabarovsk.....	32
Yakovlev I., Fossdal C.G., Skrøppa T., H. Kvaalen H., Olsen J., Johnsen Ø. An adaptive epigenetic memory in Norway spruce.....	164
Yanbaev Yu.A., Bushbom J., Degen B., Gabitova A.A., Redkina N.N. Genetic diversity of populations of the pedunculate oak and its pest on their eastern species distribution range.....	152
You G.-ch., Song X.-d., Meng P., Bai X.-f., Wang M. Selection of good clones of <i>Pinus sylvestris</i> var. <i>mongolica</i>	165
Zakharov A.A. Analysis of <i>Pinus sibirica</i> Du Tour population variability in Transbaikalian Territory.....	48
Zatsepina K.G., Tikhonova I.V., Tarakanov V.V., Kalchenko L.I. Genotyping of trees in clone plantations of forest forming conifer species in Western Siberia.....	49
Zemlyanoy A.I. Development of seed production in Siberia (Dedicated to the 100 th anniversary of Prof. T.P. Nekrasova).....	50
Zemlyanoy A.I., Ilyichev Yu.N., Tarakanov V.V. Effect of meteorological and genetic factors on variability of seed productivity of Siberian stone pine trees in clone plantations..	51
Zenkova E.L. Cluster division of Siberian spruce populations according to the shapes of seed scale and the length of cones in the area of fading genetic influence of European spruce.....	52
Zhelibo T.V., Park L.N., Bobrinev V.P. The quality of Scotch pine seeds in seed plantation in Zabaikalsk Territory.....	46
Zhuk E.A., Goroshkevich S.N. Factors of Siberian stone differentiation along latitudinal and altitudinal transects.....	47
Zibtseva O.V. Technology of growing genetically improved forest planting material.....	53

Научное издание

СОХРАНЕНИЕ ЛЕСНЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ СИБИРИ

Материалы 3-го Международного совещания

Редакторы:

Е. Н. Муратова

Л. И. Милютин

К.В. Крутовский

Ответственная за выпуск Е.Н. Муратова

Подписано в печать 14.07.2011

Бумага тип. 80 г/м²

Отпечатано на ризографе

Тираж 200 экз.

Формат А4

Уч.-изд. 14,97

Заказ № 347

Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН

660036 Красноярск, Академгородок, 50, строение 28

Типография ООО «Дарма»