



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
Биолого-почвенный институт

РУССКОЕ БОТАНИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО
ПРИМОРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

ВЛАДИВОСТОК 2012

V Всероссийская конференция

ЛЕСА РОССИЙСКОГО ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА:

**"МОНИТОРИНГ ДИНАМИКИ ЛЕСОВ РОССИЙСКОГО
ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА"**

18–20 сентября 2012 г., Владивосток

Спонсоры конференции:

ОАО "ПРИМОРСКИЕ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННИКИ"

ЗАО "ЛЕС ЭКСПОРТ"

*ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК*

Владивосток
ЛАИНС
2012 г.

УДК 630(571.6)

Леса российского Дальнего Востока: **Мониторинг динамики лесов российского Дальнего Востока**: Материалы V Всероссийской конференции – Владивосток : ЛАИНС, 2012. – 234 с.

Биолого-почвенный институт с 1999 г. проводит раз в 3 года конференции:

I. Международная конференция, посвященная 90-летию со дня рождения члена-корреспондента РАН Б.П. Колесникова, "Леса и лесообразовательный процесс на Дальнем Востоке". БПИ ДВО РАН, 23–25 августа, 1999.

II. Международная конференция "Классификация и динамика лесов Дальнего Востока" БПИ ДВО РАН, БПИ ДВО РАН, 5–7 сентября 2001 г.

III. Международная конференция "Лесные экосистемы Северо-восточной Азии и их динамика". БПИ ДВО РАН, 22–26 августа, 2006.

IV. Всероссийская конференция с международным участием, посвященная 100-летию со дня рождения члена-корреспондента РАН Б.П. Колесникова, "Леса российского Дальнего Востока: 150 лет изучения". БПИ ДВО РАН, 8–10 сентября 2009 г.

В сборнике материалов отражены основные итоги изучения лесов российского Дальнего Востока, а также широкий круг вопросов, касающихся мониторинга динамики, классификации, структурно-функциональной организации лесных экосистем, естественной и антропогенной их динамики, генетики популяций и сохранения биоразнообразия, биологии и экологии лесообразователей, научных основ устойчивого природопользования

Сборник представляет интерес для лесоведов, ботаников, экологов и других специалистов, работающих в области изучения лесов.

Ключевые слова: классификация лесов, лесообразовательный процесс, динамика лесов, биоразнообразие, антропогенное влияние, компоненты биогеоценоза, генетика популяций.

Редакционная коллегия: Ю.И. Манько (отв. ред.),
Г.А. Гладкова, Е.В. Жабыко

Издано по решению Ученого совета Биолого-почвенного института ДВО РАН

Издание материалов осуществлено при финансовой поддержке Дальневосточного отделения РАН и ЗАО "ЛЕС ЭКСПОРТ"

Материалы публикуются в основном в представленном авторами виде

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ ТРЕХ ВИДОВ АРАЛИЕВЫХ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ

О.В. НАКОНЕЧНАЯ, О.Г. КОРЕНЬ, А.Б. ХОЛИНА

690022 ВЛАДИВОСТОК, просп. 100-летия Владивостока, 159
Биолого-почвенный институт ДВО РАН

Исследована генетическая структура популяций трех реликтовых видов сем. *Araliaceae* на российской части их ареалов. Уровень генетического разнообразия и характер его распределения внутри и между популяциями отражают взаимодействие нескольких факторов. Среди них наиболее важными являются эволюционная история вида, дрейф генов и система размножения вида. Полученные данные могут служить основой для сохранения генетических ресурсов дальневосточных видов аралиевых.

Уникальная флора Дальнего Востока России включает представителей как северных, так и южных флористических провинций. На юге региона, благодаря отсутствию сплошного оледенения во время плейстоцен-голоценового похолодания, сохранились в рефугиумах многие теплолюбивые виды – остатки древних флор, – которые в настоящее время существуют на пределе климатического оптимума. К этим видам относятся представители сем. *Araliaceae* – реликты третичной флоры, ценные лекарственные растения. Вследствие сверхэксплуатации природных ресурсов в Китае и Корее, где находятся климатические оптимумы этих видов, краевые популяции аралиевых российского Дальнего Востока остались изолированными, а для некоторых видов (в частности, *Panax ginseng*) – даже единственными, где вид сохранился. В таких условиях, в отсутствие существующего потока генов, с нарастанием антропогенного воздействия, в изолированных популяциях наблюдается снижение их численности, и проявляются негативные последствия генетического дрейфа, сопровождающиеся потерей гетерозиготности, фиксацией неблагоприятных генов, общим падением уровня изменчивости. Вопросы микроэволюции в центральных и периферических популяциях являются предметом многолетних дискуссий; в последнее время наблюдается растущий интерес к этой проблеме, связанный с оценкой значимости краевых популяций для программ сохранения видов [4]. Это привело нас к задаче сосредоточить исследования на генетических процессах в изолированных популяциях аралиевых на краю ареала в отсутствие существующего потока генов. Цель настоящей работы – изучение генетической структуры популяций трех видов аралиевых Дальнего Востока России (*Acanthopanax sessiliflorus*, *Oplopanax elatus*, *Panax ginseng*).

Акантопанакс сидячецветковый *A. sessiliflorus* – многолетний кустарник до 4 м высотой, в природе размножается семенами и вегетативно [1], есть указание о наличии апомиксиса у данного вида. Растение широко применяется в китайской и корейской медицине в качестве тонизирующего, стимулирующего и болеутоляющего средства [1]. *A. sessiliflorus* в Приморье не является редким растением, тем не менее, его состояние нельзя назвать благополучным. Лесозаготовки, пожары, сбор лекарственного сырья приводит к сокращению его популяций [1]. Редкий вид заманиха высокая *O. elatus*, занесенный в Красную книгу РСФСР (1988) [3] и Красную книгу Приморского края (2008) [2], – листопадный кустарник с шиповатым стволиком до 1 м высотой, размножается в основном вегетативно. Биологически активные вещества *O. elatus* по действию подобны препаратам женьшеня, различные части растений заманихи широко используются в медицине Японии, Кореи и Китая, настой корней разрешен для медицинского применения в России [1]. При этом промышленное разведение заманихи с целью получения лекарственного сырья не освоено. Основной угрозой существованию вида является разрушение мест обитания из-за хозяйственной деятельности и ежегодных лесных пожаров, а также неконтролируемый сбор растений. Женьшень настоящий *P. ginseng* – травянистый многолетник, размножается семенами, которые формируются разными способами – путем автогамии, перекрестного опыления и агамоспермии без опыления. Вид занесен в Красную книгу РСФСР (1988) [3]; в Красной книге Приморского края (2008) [2] ему присвоен статус "на грани исчезновения". Вследствие неумеренных и бесконтрольных сборов запасы дикорастущего женьшеня катастрофически истощаются. Российское Приморье является единственным местом, где женьшень настоящий сохранился в естественных местообитаниях в количестве, достаточном для сохранения его как вида. Принято считать, что на территории Российского Дальнего Востока расположены три популяции *P. ginseng*: сихотэ-алинская, расположенная в южной части Сихотэ-Алиня, хасанская (Хасанский, Уссурийский, Надеждинский районы Приморского края) и синегорская, расположенная в Спасском районе.

Материал для исследований был собран в 10 природных популяциях с 322 растений *A. sessiliflorus*, *O. elatus* и *P. ginseng*. Генетическую структуру популяций изучали по общепринятым методикам с

использованием в качестве маркеров полиморфных ферментных систем. Значения основных показателей генетической изменчивости представлены в таблице.

Среди изученных видов аралиевых минимальный уровень генетического разнообразия выявлен у *P. ginseng*. Показатели полиморфизма существенно ниже величин, установленных для редких видов растений (таблица). Низкий уровень генетической изменчивости у реликтовых видов растений может быть обусловлен историческим прошлым конкретного вида, генетическими процессами в популяциях и биологическими особенностями вида. Крайне низкий уровень разнообразия у *P. ginseng* указывает, что вид перенес в прошлом резкое сокращение численности. В частности, отсутствие изменчивости в сихотэ-алинской популяции может быть следствием эффекта основателя при заселении северных территорий растениями из южных рефугиумов. Допустимо предположить, что центр генетического разнообразия, и, вероятно центр происхождения вида, был расположен южнее ныне существующих популяций – там, где сейчас находятся промышленно развитые районы Китая. Кроме того, в настоящее время при антропогенном воздействии снижается численность существующих популяций и происходит утрата разнообразия как следствие дрейфа генов. Однако установленный уровень полиморфизма не препятствует выживанию вида, распространенному в виде малых популяций (субпопуляций) на довольно обширной территории. Выживанию способствуют адаптивные свойства вида – экологическая пластичность, способность переживать неблагоприятные условия в состоянии покоя, особенности биологии размножения. Оценка степени подразделенности популяций на основе коэффициентов инбридинга Райта свидетельствует, что на межпопуляционную изменчивость у *P. ginseng* приходится 20.4% от выявленной генетической изменчивости (таблица). Достаточно высокий уровень подразделенности близок к таковому у редких видов, и указывает на слабый обмен генами между популяциями. Учитывая особенности биологии женьшеня – значительную продолжительность жизни растений (до 100 лет, в отдельных случаях – до 300 лет [1]), и его способность к апогамному размножению, можно предположить, что в каждой популяции существуют и воспроизводятся адаптированные к конкретным условиям генотипы. Это приводит, при общем невысоком уровне изменчивости, к возникновению выраженных генетических отличий между популяциями. В результате каждая из них характеризуется генетическим своеобразием и несет уникальную часть генофонда вида. Изученные популяции остро нуждаются в сохранении и представляют интерес как источник материала для реинтродукции.

Уровень аллозимного полиморфизма в двух реликтовых популяциях *O. elatus* оказался выше установленного для редких видов растений. С учетом способности вида к вегетативному размножению, был определен показатель клонального разнообразия – отношение числа выявленных генотипов к объему выборки (G/N), среднее значение которого в популяциях ($G/N = 0.85$) было весьма высоким. Такой уровень генетической и генотипической изменчивости является не совсем обычным для редкого вида с фрагментированным ареалом. Поддержание разнообразия может быть обусловлено действием комплекса факторов. Величина наблюдаемой гетерозиготности в популяциях выше по сравнению с теоретически рассчитанной из соотношения Харди-Вайнберга (таблица), что позволяет предположить направленное действие отбора на северной границе ареала в пользу гетерозиготных генотипов. Кроме того, вероятно, исходным материалом при возникновении изученных популяций *O. elatus* послужили гетерозиготные растения, особенно если они обладали повышенной жизнеспособностью. При вегетативном размножении происходило возобновление наиболее приспособленных гетерозиготных растений. С учетом того, что продолжительность жизни клонов достигает 300 лет [1], отчасти за счет этого поддерживается уровень гетерозиготности. Наличие большого числа разнообразных генотипов свидетельствует о происходящей в популяциях *O. elatus* периодической половой репродукции, что вносит свой вклад в поддержание генетического полиморфизма. Кроме того, как установлено для ряда

Таблица. Параметры генетической изменчивости в популяциях трех видов аралиевых

Вид	N_p	N_i	N_l	A	P_{95}	P_{99}	H_o	H_e	F_{ST}
<i>Acanthopanax sessiliflorus</i>	5	72	17	1.55	42.4	43.5	0.211	0.168	0.180
<i>Oplopanax elatus</i>	2	44	21	1.58	34.6	38.5	0.171	0.155	0.173
<i>Panax ginseng</i>	3	206	39	1.08	7.6	7.6	0.018	0.022	0.204
<i>A. sessiliflorus</i> *	2	15	23	1.55		47.8	0.122	0.155	
Редкие**				1.53	29.9			0.095	0.206

Примечание: N_p , N_i , N_l – число исследованных популяций (p), растений (i), локусов (l), A – число аллелей на локус, P_{95} , P_{99} , % – полиморфность по 95 и 99 %-го критерию, H_o и H_e – наблюдаемая и ожидаемая гетерозиготность, F_{ST} – доля межпопуляционной изменчивости, рассчитанная на основе F-статистик Райта; *, ** – средние значения показателей генетической изменчивости на популяционном уровне, установленные для *A. sessiliflorus* [6] и 54 редких видов растений [5].

монообразующих видов, долговечность клонов допускает возможность накопления соматических мутаций и сохранение возникающих изменений путем вегетативного размножения. В случае с *O. elatus*, это также может способствовать формированию обнаруженного уровня генетического разнообразия. Географическая изолированность двух изученных местообитаний заманихи отразилась на степени их подразделенности (таблица). Значение F_{ST} указывает, что на межпопуляционную составляющую изменчивости приходится 17.3%. Обнаруженный уровень межпопуляционной дифференциации связан как с современной фрагментацией ареала, сопровождающейся процессами генетического дрейфа, так и с особенностями размножения вида. Преимущественно вегетативное размножение, недостаточное количество опылителей, плохая выполненность семян, слабая выживаемость проростков – все это ограничивает обмен генами и приводит к генетической дивергенции популяций.

Максимальный уровень полиморфизма обнаружен в популяциях *A. sessiliflorus*. Показатели изменчивости близки к таковым, установленным в двух популяциях данного вида в Корее (таблица), [6]. Относительно благополучное состояние генофонда *A. sessiliflorus* может быть связано с его достаточно широким распространением и более высокой численностью популяций. Выявленный избыток гетерозигот (превышение наблюдаемой гетерозиготности над ожидаемой) отчасти объясняется большими возможностями для перекрестного опыления в популяциях с высокой эффективной численностью. В случае неблагоприятных условий, при отсутствии или недостаточном количестве опылителей можно допустить, что вид использует способность к апомиксису, и при этом происходит воспроизводство существующих гетерозиготных генотипов. В то же время нельзя исключать и действие отбора в пользу гетерозигот в крайних популяциях. Степень подразделенности популяций *A. sessiliflorus* сопоставима с величинами, полученными для двух изученных аралиевых и для редких видов (таблица). На долю межпопуляционной изменчивости приходится 18% общей изменчивости. Очевидно, что и в этом случае удаленность популяций друг от друга, особенности биологии вида и определенные трудности при размножении создают препятствия для интенсивного обмена генами. В то же время частично поток генов поддерживается за счет распространения семян птицами.

Таким образом, в изученных популяциях трех видов аралиевых уровень полиморфизма и характер распределения изменчивости варьирует в зависимости от редкости вида, его численности, распространения и особенностей размножения вида. Тем не менее, все три вида нуждаются в сохранении и поддержании существующего уровня генетического разнообразия как ценные источники лекарственных средств и неотъемлемые компоненты лесных биоценозов. Полученные данные необходимы как научная основа мероприятий по восстановлению генофонда дальневосточных аралиевых.

Авторы выражают искреннюю благодарность сотруднику лаб. биотехнологии БПИ ДВО РАН Ирине Леонидовне Кац за сбор материала в популяциях *O. elatus*.

ЛИТЕРАТУРА

1. Журавлев Ю.Н., Коляда А.С. Araliaceae: женьшень и другие. Владивосток: Дальнаука, 1996. 280 с.
2. Красная книга Приморского края: Растения. Владивосток: АВК "Апельсин", 2008. 688 с.
3. Красная книга РСФСР. Т. 2. Растения. М.: Росагропромиздат, 1988. 590 с.
4. Artyukova E.V., Kozyrenko M.M., Koren O.G., Kholina A.B., Nakonechnaya O.V., Zhuravlev Yu.N. Living on the edge: various modes of persistence at the range margins of some Far Eastern species // Genetic diversity in plant. Croatia: InTech, 2012. P. 349–374.
5. Gitzendanner M.A., Soltis P.S. Pattern of genetic variation in rare and widespread plant congeners // Amer. J. Bot. 2000. V. 87. P. 783–792.
6. Huh M.K., Huh H.W. Classification of genus *Acanthopanax* in Korea and genetic diversity using allozymes // Silvae Genetica. 2005. V. 54. No 4-5. P. 206–210.

THE GENETIC STRUCTURE OF POPULATIONS OF THREE ARALIACEAE SPECIES FROM THE RUSSIAN FAR EAST

O.V. NAKONECHNAYA, O.G. KOREN, A.B. KHOLINA

Institute of Biology and Soil Science, FEB RAS
159, Prospect Stoletiya, VLADIVOSTOK, Russia, 690022

The genetic structure of populations and intra-species differentiation for three relic species from the family Araliaceae were investigated in the Russian part of their ranges. The level of genetic diversity and its distribution within and between populations reflect the interaction of several factors. Among them the evolutionary history of species, genetic drift, and mating system of the species are the most important. The obtained data can be basis for the conservation of genetic resources of the Far Eastern Araliaceae species.