

**Российская академия наук
Дальневосточное отделение
Институт водных и экологических проблем**

**Russian Academy of Sciences
Far Eastern Branch
Institute for Aquatic and Ecological Problems**

**РЕГИОНЫ НОВОГО ОСВОЕНИЯ
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ
ПУТИ РЕШЕНИЯ**

*Материалы межрегиональной научно-практической конференции
Хабаровск, 10 – 12 октября 2008 г.*

В 2 книгах

Книга 2

**NEW DEVELOPING REGIONS
ECOLOGICAL PROBLEMS
AND SOLUTION POSSIBILITIES**

*Proceeding of the Inter-Regional Research-to-Practice Conference
Khabarovsk, October, 10–12, 2008*

In 2 books

Book 2

**Хабаровск * Khabarovsk
2008**

УДК 911 (571.5/6)

Регионы нового освоения : экологические проблемы, пути решения: материалы межрегион. науч.-практ. конф., Хабаровск, 10–12 окт. 2008 г. : в 2 кн. – Хабаровск : ДВО РАН, 2008. – Кн. 2. – С. 283–683.
ISBN 978-5-7442-1445-6

В сборнике изложены современные сведения по теоретическим и практическим аспектам оценки состояния природной среды и ресурсов в регионах нового освоения. Раскрыты важнейшие экологические проблемы современного природопользования, выявлены зоны высокого экологического риска, представлены теоретические и методологические разработки для совершенствования региональной экологической политики, рационального природопользования.

Для широкого круга специалистов в области изучения и использования природно-ресурсного потенциала, охраны окружающей среды, экологического планирования и управления природными и антропогенными ландшафтами.

Ключевые слова: регион нового освоения, экологические проблемы, состояние природной среды, экологическая политика, охрана окружающей среды, рациональное природопользование.

Печатается по решению организационного комитета конференции

New Developing Regions: Ecological Problems and Solution Possibilities: Proc. of the Inter-Regional Res.-to-Pract. Conf., Khabarovsk, October 10–12, 2008 : in 2 books. – Khabarovsk : FEB RAS, 2008. – Book 2. – P. 283- 683.

Modern data on theoretical and applied aspects to assess natural environment and resource state in new developing regions are presented with the focus on important ecological problems of modern nature resource use and management, high ecologic risk zone identification, theoretical and methodological innovations to improve regional ecological policy and rational nature resource use.

For a wide range of specialists in natural resource potential studies and use, environment protection, ecological planning and management of natural and anthropogenic landscapes.

Key words: new developing region, ecological problems, state of environment, ecological policy, nature conservation, rational nature resource use.

Printed according to decision of organizing committee of the conference

ISBN 978-5-7442-1445-6

© Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, 2008

ПРИРОДНЫЕ ПОПУЛЯЦИИ ИСЧЕЗАЮЩЕГО ВИДА *ARISTOLOCHIA MANSHURIENSIS* В НАРУШЕННЫХ И НЕНАРУШЕННЫХ МЕСТООБИТАНИЯХ

Наконечная О.В., Корень О.Г., Журавлев Ю.Н.
Биолого-почвенный институт ДВО РАН, г. Владивосток

THE NATURE POPULATIONS OF ENDANGERED SPECIES OF *ARISTOLOCHIA MANSHURIENSIS* IN HABITATS WITH DIFFERENT ANTROPOGENIC INFLUENCE

Nakonechnaya O.V., Koren O.G., Zhuravlev Yu.N.
Institute of Biology and Soil Science FEB RAS, Vladivostok

Род *Aristolochia* L. принадлежит к одному из самых древних семейств покрытосеменных растений – *Aristolochiaceae* Juss. Более половины представителей рода являются эндемичными и реликтовыми видами, многие из которых обладают уникальными лекарственными свойствами. На Дальнем Востоке России встречается один из представителей рода – кирказон маньчжурский, *A. manshuriensis* Kom., – реликтовая древесная лиана, эндемик Маньчжурского флористического района [3]. Ареал вида ограничен территорией Северной Кореи, северо-востока Китая и юго-запада Приморского края, но в настоящее время растение почти исчезло из природных местообитаний. В России вид *A. manshuriensis* занесен в Красную книгу РСФСР как "исчезающий" [2]. Проблема сохранения и восстановления природных популяций кирказона маньчжурского стоит очень остро, особенно в связи с неконтролируемым сбором лианы на лекарственное сырье – ветви лианы применяют как высокоэффективное кардиотоническое средство [1]. Для решения этой проблемы необходимо изучить состояние генофонда вида, генетическую структуру его природных популяций. Ранее мы выбрали маркеры и определили основные параметры генетической изменчивости кирказона маньчжурского [4]. Цель настоящей работы состояла в описании меж- и внутри- популяционной дифференциации *A. manshuriensis* с использованием аллозимных маркеров, а также выявления влияния отдельных популяционно-генетических процессов на структуру популяций.

Сбор растений *A. manshuriensis* для электрофоретического анализа производили в 2002–2007 гг. Были собраны образцы листьев растений в 16 выборках из четырех природных популяций, приуроченных к бассейнам рек Нежинка (61 растений – 5 выборок), Ананьевка (45 растений – 3 выборки), Малая Борисовка (109 растений – 5 выборок) и Малая Ананьевка (58 растений – 3 выборки) (Приморский край). Генетическую структуру популяций проанализировали при помощи аллозимных маркеров: *Gpt* (глутаматпируваттрансаминаза), *Gpi-2* (глюкозофосфатизомераза), *Acp-2* (кислая фосфатаза), *Fe-2* (флюоресцентная эстераза), *Pgm* (фосфоглюкомутаза). Для выявления отклонения от состояния равновесия в популяции была использована программа "Bottleneck" [5].

Изученные выборки *A. manshuriensis* отличаются по частотам встречаемости аллелей. При суммировании статистик по всем пяти локусам достоверные различия в аллельных частотах выявлены между выборками во всех популяциях, кроме популяции Малая Ананьевка.

С помощью показателей F-статистик Райта была проанализирована популяционно-генетическая структура кирказона маньчжурского (табл. 1). Среднее по всем локусам значение коэффициентов инбридинга особи относительно выборки (F_{IS}) и относительно популяции (F_{IT}) отражают избыток гетерозигот внутри выборок и внутри популяций. Усредненный по всем локусам показатель относительной генетической дифференциации между выборками внутри популяций, F_{ST} , показывает, что большую часть генетического разнообразия во всех популяциях составляет изменчивость внутри выборок (субпопуляционная изменчивость). Наиболее высокая степень подразделенности выборок наблюдается в популяции Нежинка. Наименее гетерогенна популяция Малая Ананьевка. Средняя по всем локусам оценка относительного генетического разнообразия между популяциями составила 0.0650.

Результаты тестов на смещение популяционного равновесия с использованием программы "Bottleneck" приведены в табл. 2. Из трех используемых тестов, в популяциях Нежинка и Ананьевка избыток генного разнообразия достоверно показали два теста, в популяциях Ма-

лая Борисовка и Малая Ананьевка – только один тест. Кроме того, качественный индикатор ("mode-shift" indicator), который позволяет отличать популяции, прошедшие через "бутылочное горлышко", от стабильных популяций, указывает на смещение равновесия в трех популяциях: Нежинка, Ананьевка и Малая Ананьевка. Таким образом, результаты анализа позволяют говорить о равновесном состоянии только популяции Малая Борисовка, а в остальных популяциях показывают смещение популяционного равновесия в сторону дрейфа генов, связанным с недавним сокращением численности.

Таблица 1

Анализ субпопуляционной структуры *Aristolochia manshuriensis* с использованием F-статистик Райта

| Популяции | Локусы | F _{IS} | F _{IT} | F _{ST} |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Нежинка | <i>Gpi-2</i> | 0.0609 | 0.1740 | 0.1204 |
| | <i>Pgm</i> | -0.3125 | -0.2016 | 0.0845 |
| | <i>Fe-2</i> | 0.2072 | 0.2805 | 0.0924 |
| | <i>Gpt</i> | 0.3452 | 0.5438 | 0.3033 |
| | <i>Acp-2</i> | -0.9431 | -0.9354 | 0.0039 |
| | По всем локусам | -0.1284 | -0.0277 | 0.1209 |
| Ананьевка | <i>Gpi-2</i> | 0.2595 | 0.3281 | 0.0925 |
| | <i>Pgm</i> | -0.0223 | 0.0068 | 0.0285 |
| | <i>Fe-2</i> | -0.1101 | 0.0693 | 0.1618 |
| | <i>Gpt</i> | 0.0832 | 0.0851 | 0.0021 |
| | <i>Acp-2</i> | -0.9218 | -0.9108 | 0.0032 |
| | По всем локусам | -0.1424 | -0.0842 | 0.0576 |
| Малая Борисовка | <i>Gpi-2</i> | 0.1259 | 0.2293 | 0.1183 |
| | <i>Pgm</i> | -0.0443 | -0.0265 | 0.0170 |
| | <i>Fe-2</i> | 0.1937 | 0.2169 | 0.0287 |
| | <i>Gpt</i> | 0.1498 | 0.1745 | 0.0291 |
| | <i>Acp-2</i> | -0.9114 | -0.9047 | 0.0035 |
| | По всем локусам | -0.0972 | -0.0620 | 0.0393 |
| Малая Ананьевка | <i>Gpi-2</i> | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| | <i>Pgm</i> | -0.8134 | -0.8123 | 0.0006 |
| | <i>Fe-2</i> | 0.2399 | 0.2472 | 0.0098 |
| | <i>Gpt</i> | 0.4781 | 0.5091 | 0.0595 |
| | <i>Acp-2</i> | -0.8354 | -0.7576 | 0.0424 |
| | По всем локусам | -0.1862 | -0.1627 | 0.0224 |

Примечание: F_{IS} – коэффициент инбридинга особи относительно выборки; F_{IT} – коэффициент инбридинга особи относительно популяций; F_{ST} – показатель подразделенности выборок внутри популяций.

Таким образом, популяции *A. manshuriensis* на территории России характеризуются выраженной внутренней подразделенностью. Основной вклад в формирование популяционно-генетической структуры вида в настоящее время вносит генетический дрейф, связанный с сокращением репродуктивного и эффективного размера популяций. Влияние антропогенных факторов хорошо видно при сравнении изученных популяций, которые различаются по степени хозяйственной нагрузки. Так, в популяциях Нежинка и Ананьевка, которые подвергаются наиболее сильному антропогенному влиянию, был выявлен повышенный уровень подразделенности, отражающий снижение интенсивности потока генов между выборками. Третья популяция, Малая Ананьевка, – испытывает более слабую антропогенную нагрузку, но находится в нарушенных местообитаниях, где ранее проходили интенсивные рубки. Отсутствие подразделенности в этой популяции может объясняться двумя причинами: либо до вырубок эта популяция была непрерывна, либо после вырубок популяция восстанавливалась из немногих сохранившихся репро-

дуктивных особей. В любом случае, эта популяция в недавнем прошлом прошла через "бутылочное горлышко", о чем свидетельствуют результаты анализа "Bottleneck" (табл. 2).

Таблица 2

Достоверность избытка (+) или недостатка (-) генного разнообразия в популяциях *Aristolochia manshuriensis* по трем тестам на основе множественной аллельной модели IAM (Maruyama, Fuerst, 1985)

| Популяции | Sign test (Cornuet, Luikart, 1996) | Standardized differences test (Cornuet, Luikart, 1996) | Wilcoxon sign-rank test (Luikart et al., 1997) | "mode-shift" indicator |
|-----------------|------------------------------------|--|--|------------------------|
| Нежинка | + 0.010* | + 0.005* | + 0.016 | наличие отклонения |
| Ананьевка | + 0.010* | + 0.004* | + 0.016 | наличие отклонения |
| Малая Борисовка | + 0.284 | + 0.008* | + 0.078 | равновесие |
| Малая Ананьевка | +0.031 | +0.003* | +0.031 | наличие отклонения |

Примечание: * – достоверность $p > 0.010$.

Четвертая популяция, Малая Борисовка, – практически не затронута антропогенными воздействиями. Уровень подразделенности этой популяции существенно ниже, чем в популяциях Нежинка и Ананьевка, а интенсивность потока генов достаточно высока. Популяция Малая Борисовка представляет собой систему субпопуляций, связанных потоком генов, что позволяет ей оставаться генетически устойчивой в последовательных поколениях. Очевидно, только в этой популяции кирказона маньчжурского на российской части ареала сохранилась естественная популяционно-генетическая структура, благодаря которой поток генов противостоит неблагоприятным последствиям дрейфа генов и инбридинга. Можно предположить, что остальные популяции, до вмешательства хозяйственной деятельности, обладали подобной структурой, что позволило этому реликтовому виду сохраниться до настоящего времени. Однако при наличии такой структуры исчезновение даже одной субпопуляции может драматически сказаться на генетическом разнообразии и выживании всей популяции, как это произошло, вероятно, с популяцией Малая Ананьевка. В подразделенных популяциях Нежинка и Ананьевка в каждой локальности действуют разрозненные микроэволюционные процессы: усиливается влияние дрейфа генов и инбридинга, а поток генов между субпопуляциями все более ослабевает.

Литература

1. Булгаков В.П., Журавлев Ю.Н. Получение каллусных культур ткани *Aristolochia manshuriensis* Kom. // Раст. ресурсы. 1989. Т. 25, вып. 2. С. 266-270.
2. Красная книга РСФСР. Растения. М.: Росагропромиздат, 1988. 590 с.
3. Куренцова Г.Э. Реликтовые растения Приморья. Л.: Наука, 1968. 72 с.
4. Наконечная О.В., Корень О.Г., Журавлев Ю.Н. Аллозимная изменчивость реликтового растения *Aristolochia manshuriensis* Kom. (*Aristolochiaceae*) // Генетика. 2007. Т. 43. № 2. С. 217-226.
5. Maruyama T., Fuerst P.A. Population bottlenecks and non equilibrium models in population genetics. II. Number of alleles in a small population that was formed by a recent bottleneck // Genetics. 1985. V. 111. P. 675-689.