НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТОМСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РУССКОГО БОТАНИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА

Проблемы изучения растительного покрова Сибири

Труды VII Международной научной конференции,
посвященной 135-летию Гербария им. П.Н. Крылова
Томского государственного университета
и 170-летию со дня рождения П.Н. Крылова

(Томск, 28–30 сентября 2020 г.)

Томск
Издательство ТГУ
2020

Исследование редких и исчезающих видов растений в ботанических садах: традиционные и современные подходы

А.А. Ачимова¹, Е.В. Жмудь², И.Н. Кубан², М.Б. Ямтыров¹

¹ Алтайский филиал Центрального Сибирского ботанического сада СО РАН «Горно-Алтайский ботанический сад»,
Республика Алтай, Россия; gabs@ngs.ru

² Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, Новосибирск, Россия; elenazhmu@ngs.ru

Аннотация. Рассматриваются вопросы исследования редких и исчезающих видов растений в ботанических садах.

Ключевые слова: ботанические сады, редкие и исчезающие виды растений, охрана, природные популяции, современные методы исследований.

The study of rare and endangered species of plants in the Botanical gardens: traditional and modern approaches

A.A. Achimova¹, E.V. Zhmud², I.N. Kuban², M.B. Yamtyrov¹

¹ Altai branch of the Central Siberian Botanical garden of the Siberian branch of Russian Academy of Sciences
“Gorno-Altay Botanical garden”, Altai Republic, Russia; gabs@ngs.ru

² Central Siberian Botanical garden SB RAS, Novosibirsk, Russia; elenazhmu@ngs.ru

Abstract. The article discusses the study of rare and endangered species of plants in Botanical gardens.

Key words: Botanical gardens, rare and endangered species of plants, protection, natural populations, modern research methods.

Одной из важных задач ботанических садов является сохранение редких и исчезающих видов растений. Для достижения этой цели применяются разные методы исследования.

Классическими методами изучения редких и исчезающих видов растений в ботсадах являются интродукция *in situ*, изучение природных популяций *ex situ*. Все сады имеют коллекции растений, нуждающихся в охране, проводятся работы по интродукции, созданию экспозиций, изучению в природе и культуре редких и исчезающих видов растений.

Самым универсальным методом в деле изучения, сохранения редких и исчезающих видов растений в ботсадах, по мнению Г.П. Семеновой (2007), является интродукционный. В работе «Редкие и исчезающие виды флоры Сибири: биология и охрана» (2007) она обобщает многолетний опыт по изучению биологии, экологии редких и исчезающих видов растений, описаны методы их выращивания в культуре, дана методика изучения. На основе достижений автора проводится дальнейшее исследование устойчивых в интродукции редких видов сибирской флоры в местных ботанических садах.

В задачу исследования входит, в первую очередь, оценка состояния их популяций в природных условиях, для чего используются классические морфометрические методы. Их основное преимущество – быстрота и доступность при выполнении в полевых условиях.

В последние годы, наряду с традиционными, активно используются современные методы оценки разнообразия растений. К ним относится, например, метод ISSR-маркирования особей для проведения сравнительного генетического анализа популяций. Основой метода ISSR является анализ полиморфных участков ДНК между микросателлитами, широко представленными в геномах растений (Zietkiewicz et al., 1994; Gupta et al., 1994; Nybom, 2004). Данный метод хорошо воспроизводим, менее трудоемок и более прост в использовании, по сравнению с другими методами изучения полиморфизма ДНК. ISSR – метод позволяет обнаружить большее число полиморфных локусов и не требует предварительного клонирования и секвенирования фрагментов для подбора праймеров (Esselman et al., 1999). ISSR – маркеры относятся к маркерам доминантного типа наследования, не требуют предварительных данных о последовательности ДНК и, вместе с тем, дают более воспроизводимые результаты, чем RAPD-маркеры (Wolfe et al., 1998).

Во многих странах мира все более актуальной становятся проблемы реинтродукции или возвращения в природу объектов, предварительно размноженных в условиях культуры из экосистем, в которых данные виды были утрачены полностью или стали редкими. В России работы по реинтродукции в природные сообщества редких видов в качестве охраны биологического разнообразия еще недостаточно широко распространены, что связано с их долговременным характером, сложностью формирования и, зачастую, труднодоступностью популяций. Кроме того, в большинстве этих работ растительный материал, привлекаемый для реставрации популяций, оценивается лишь по ряду морфобиологических показателей. Генетический анализ растительного материала не предполагается ни

на одном из этапов проведения работ (Орлов, 2012; Данилова и др., 2012; Мулдашев и др., 2013; Широков и др., 2014). Для разработки стратегии охраны редких видов необходима оценка генетической структуры изучаемых популяций, в частности их генетического полиморфизма в природных условиях. В дальнейшем важнейшей составной частью этих исследований является оценка генетического статуса реинтродуцированных объектов, внедренных в природные условия, откуда когда-то были изъяты семена родительских особей для выращивания в условиях интродукции. Реинтродукция в природные условия может проводиться двумя способами: семенами и рассадой. Наиболее актуально проведение генетического анализа в случае проведения посевов, так как в процессе выращивания растений в культуре, несмотря на проводимую изоляцию, есть риск спонтанного переопыления с особями, интродуцированными из других местообитаний, несущих, возможно, чужеродную генетическую информацию. Это может привести к генетической гомогенизации аборигенной популяции и ослаблению её адаптивных возможностей (Neale, 2012). Генетическая структура у особей в популяциях редких видов исследована недостаточно. Поэтому вопросы о том, насколько велика генотипическая вариабельность между популяциями, произрастающими в различных эколого-географических условиях, отдаленных друг от друга на сотни километров, и внутривидовая изменчивость, весьма актуальны.

Изучение генетического разнообразия играет важную роль для сохранения биологических видов. Международный союз охраны природы и природных ресурсов (МСОП) признал возможность исследования генетической составляющей при планировании и проведения природоохранных мероприятий наряду с изучением видового разнообразия и разнообразия экологических систем (Frankel, 1974). Сохранение биоразнообразия видового состава растительности невозможно представить без комплексных исследований редких видов, и возможностей их сохранения, в том числе в культуре, с использованием методов биотехнологии и реинтродукции в пределах мест их естественного произрастания (Mistretta, White, 2001; Ren et al., 2010; Shaw et al., 2010). В число фундаментальных научных задач входит восполнение популяций редких и полезных растений адекватным генетическим материалом путем реинтродукции в природные условия в пределах естественного ареала вида.

В настоящее время актуальна идея увеличения биоразнообразия за счет сохранения и восполнения природных популяций, в частности аборигенных – редких и исчезающих видов (Guerrant, 2013). Уровень генетического разнообразия редких видов может существенно влиять на способность их популяций адаптироваться к изменениям окружающей среды и, следовательно, на их дальнейшее выживание (Примаков, 2002; Frankham et al., 2002). Без предварительного знания генетической структуры популяций невозможно оценить перспективы дальнейшего существования изучаемого вида (Gordon et al., 2012; Lopes et al., 2014). Согласно некоторым данным итогов реинтродукции, более чем из 700 реинтродукционных проектов (всего 30 %) связано с растениями. В Европе 234 вида высших растений были объектом реинтродукции (Godefroid, 2011). Реконструкция природных популяций редких и исчезающих видов растений проводится следующими методами: транслокации (перенос живых растений или диаспор из другой части ареала) и реинтродукции (использование живого и семенного интродукционного материала) (Елисафенко, Дорогина, 2015). Использование метода реинтродукции для реконструкции (восстановления) природных популяций является одним из эффективных способов поддержания воспроизводства популяций и надежным инструментом для сохранения биоразнообразия (Akeroyd, Jackson, 1995). Это актуально для видов, обладающих широким дизъюнктивным ареалом и хорошо размножающихся семенами или вегетативно (Baskin et al., 2000; Trusty et al., 2009; Choudhury, Khan, 2010). Реконструкция методом реинтродукции рассадой или транслокацией взрослыми растениями у таких видов может в некоторых случаях дать лучшие результаты, чем посев семенами (Jusaitis et al., 2004; Reckinger et al., 2010). Но, как указывают ряд авторов, эти методы по восстановлению природных популяций экономически весьма затратны, и в первоочередную задачу должны входить исследования редких видов для сохранения уже существующих популяций (Maunder, 1992). Выбор методов восстановления природных популяций возможен только после изучения биологии прорастания семян, онтогенеза, состояния природных популяций и их генетического статуса. Это особенно актуально для видов, занимающих сравнительно небольшие территории, имеющих трудности с семенным возобновлением и активно используемых для кормовых, лекарственных целей. К числу таких видов из алтайской флоры следует отнести *Hedysarum theinum*, *Rhodiola rosea*, *Rhaponticum carthamoides* и др.

Таким образом, в вопросе изучения, сохранения редких и исчезающих видов необходимо сочетание классических и современных методов.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Российского фонда фундаментальных исследований и Правительства Республики Алтай, проект №20-44-040003 p_a.

ЛИТЕРАТУРА

- Данилова Н.С., Борисова С.З., Иванова Н.С., Афанасьева Е.А. Редкие растения окрестностей города Якутска. Новосибирск : Наука, 2012. 103 с.
- Елисафенко Т.В., Дорогина О.В. К вопросу о терминологии и восстановлении исчезнувших и исчезающих популяций // Проблемы изучения растительного покрова Сибири: Материалы V научн. конф., посвящ. 130-летию Гербария им. П.Н. Крылова и 135-летию Сибирского ботанического сада ТГУ (Томск, 20–22 октября 2015 г.). Томск : Издательский Дом ТГУ, 2015. С. 283–285.
- Мулдашев А.А., Маслова Н.В., Галеева А.Х., Елизарьева О.А. Опыт реинтродукции редкого реликтового вида *Allium humenorrhizum* Ledeb. (сем. *Alliaceae*) на Южном Урале // Современная ботаника в России. Труды III Съезда Русского ботанического общества и конференции «Научные основы охраны и рационального использования растительного покрова Волжского бассейна». Т. 3: Охрана растительного мира. Ботаническое ресурсосведение. Культурные растения. Ботаническое образование. Тольятти : Кассандра, 2013. С. 149–150.
- Примаков Р. Основы сохранения биоразнообразия / пер. с англ. О.С. Якименко, О.А. Зиновьевой. М. : Изд-во Научного и учебно-методического центра, 2002. 256 с.
- Орлов Ю.Л., Бразин А.О., Медведева И.В. и др. ICGenomics: программный комплекс анализа символьных последовательностей геномики // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2012. Т. 16, № 4/1. С. 732–741.
- Семенова Г.П. Редкие и исчезающие виды флоры Сибири: биология и охрана. Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2007. 406 с.
- Широков А.И., Сырова В.В., Крюков Л.А., Штаркман Н.Н. Искусственное размножение и репатриация в природные местообитания *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soó // Вестник Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского. 2014. № 3 (3). С. 146–149.
- Akeroyd J., Wyse Jackson P. (eds). A handbook for Botanic Gardens for Reintroduction of Plants to the Wild. BGCI, 1995.
- Baskin J.M., Baskin C.C., Li X. Taxonomy, ecology, and evolution of physical dormancy in seeds // Plant Species Biology. 2000. No 15. P. 139–152.
- Esselman E.J., Jiangiang D.J., Crawford J.L., Windus, Wolf A.D. Clonal diversity in the rare *Calamagrostis porteri* ssp. *insperata* (Poaceae): comparative results for allozymes and random amplified polymorphic DNA (RAPD) and intersimple sequence repeat (ISSR) markers // Molecular Ecology. 1999. Vol. 8, No 3. P. 443–451.
- Choudhury B., Khan M.L. Conservation and Management of Endangered Plant Species: a case study from Northeast India // Bioremediation, Biodiversity and Bioavailability. 2010. Vol. 4, No 1. P. 47–53.
- Jusaitis M., Polomka L., Sorensen B. Habitat specificity, seed germination and experimental translocation of the endangered herb *Brachycome muelleri* (Asteraceae) // Biological Conservation. 2004. II 6: 25. 266 с.
- Maunder M., Culham A., Bordeu A., Allainguillaume J., Wilkinson M. Genetic diversity and pedigree for *Sophora toromiro* (Leguminosae): a tree extinct in the wild // Molecular Ecology. 1999. Vol. 8. P. 725–738.
- Mistretta O., White S.D. Introducing two federally listed carbonate-endemic plants onto a disturbed site in the San Bernardino Mountains, California. Southwest Rare and Endangered Plants. Proc. 3rd Conf., Sept. 25–28, 2001. lagstaff, AZ. J. Maschinski and L. Holter. Boulder, CO., USDA Forest Service, RMRS-P-23. P. 20–26.
- Frankham R., Briscoe D.A., Ballou J.D. Introduction to conservation genetics. N.Y. : Cambridge University Press, 2002.
- Frankel O.N. Genetic conservation: Our evolutionary responsibility // Genetics, 1974. No 78. C. 53–65.
- Guerrant E.O. The value and propriety of reintroduction as a conservation tool for rare plants Botany. 2013. No 91 (5).
- Gordon M.B., Thompson E., Gowan T., Mosely D., Small J.A., Barrett D.M.W. 2012. The effects of a soybean and canola diet during pre-pubertal growth on dairy heifer fertility. J. Dairy Sci., 95 (e-suppl. 1): 800.
- Gupta M., Chyi Y-S., Romero-Severson J., Owen J.L. Amplification of DNA markers from evolutionarily diverse genomes using single primers of simple-sequence repeats // Theor Appl Genet. 1994. Vol. 89. P. 998–1006.
- Neale J.R. Genetic considerations in rare plant reintroduction: practical application (or how are we doing?) J. Maschinski, K.E. Haskins (Eds.) // Plant Reintroduction in a Changing Climate: Promises and Perils. Washington : Island Press, 2012. P. 71–88.
- Nybom H. Comparison of different nuclear DNA markers for estimating intraspecific genetic diversity in plants // Mol. Ecol. 2004. Vol. 13. P. 1143–1155.
- Lopes M.S., Mendonça D., Bettencourt S.X., Borba A.R., Melo C., Baptista C., Machado A. Genetic diversity of an Azorean endemic and endangered plant species inferred from inter-simple sequence repeat markers // AoB PLANTS. 2014. 6: plu034.
- Trusty J.L., Miller I., Pence V., Plair B.L., Boyd R.S., Goertzen L.R. Ex situ conservation of the federally endangered plant species *Clematis socialis* Kral (Ranunculaceae) // Nat. Areas J. 2009. Vol. 29. P. 500–508.
- Reckinger C., Colling G., Matthies D. Restoring populations of the endangered plant *Scorzonera humilis*: influence of site conditions, seed source, and plant stage // Restor Ecol. Vol. 18. P. 904–913.
- Wolfe M., Schwarzbach S., Sulaiman R. Effects of mercury on wildlife: a comprehensive review // Environ Toxicol Chem. 1998. Vol. 17. P. 146–160.
- Zietkiewicz E., Rafalski A., Labuda D. Genome fingerprinting by simple sequence repeat (SSR)-anchored polymerase chain reaction amplification // Genomics. 1994. Vol. 20. P. 176–183.