

Способность к натурализации видов коллекции «Редкие и исчезающие виды растений Сибири»

The ability to naturalize of the species from the collection “Rare and endangered plant species of Siberia”

Елисафенко Т. В., Якк В. Н., Андрейчук Д. Д.

Elisafenko T. V., Yakk V. N., Andreychuk D. D.

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, г. Новосибирск, Россия. E-mails: tveli@ngs.ru, victoriyabalackina@yandex.ru, d.andreichuk@ngs.ru
Central Siberian Botanical Garden, SB RAS, Novosibirsk, Russia

Реферат. Фитоинвазии могут значительным образом влиять на функционирование естественных экосистем. При интродукции растений возможна натурализация выращиваемых видов. Это может являться первым этапом инвазий и потенциальной угрозой для естественных экосистем. Интродукция растений редких и исчезающих видов призвана решать задачу по сохранению биоразнообразия флоры и отличается от культивирования полезных растений. Цель данного исследования – определить видовой состав растений на территории коллекционного участка «Редкие и исчезающие виды растений Сибири», на котором в течение 20 лет не проводились агротехнические мероприятия. В результате установлена мозаичность растительного покрова с внедрением аборигенных видов. Выявлено 193 вида, из них 55 видов интродуцентов. Отмечено восстановление популяций 11 видов, отсутствующих в коллекции в 2000 г. Разработана 6-балльная шкала оценки способности к натурализации интродуцентов. Анализ современного видового состава показал, что 37 видов интродуцентов (46 %) исчезли с данной территории с 2000 г. Из выявленных видов интродуцентов 12 % уменьшают свою численность, 19 % занимают площади в пределах культивирования в 2000 г., 23 % видов распространяются по территории в разной степени. При этом способность к натурализации оказалось не связана с типом размножения видов-интродуцентов. Половина интродуцентов приспособилась к новым экологическим условиям и закрепилась в новой экологической нише.

Ключевые слова. Инвазия, интродукция, интродуценты, натурализация, редкие и исчезающие виды, размножение.

Summary. Phytoinvasions can significantly affect the functioning of natural ecosystems. Naturalization of species is the first stage of invasions. Plant introduction is a potential threat to natural ecosystems. The introduction of plants of rare and endangered species is aimed at preserving the biodiversity of the flora, and differs from the cultivation of plants having obvious economic value. The purpose of this study is to determine the species composition of plants on the territory of the collection site “Rare and endangered plant species of Siberia”, where agrotechnical measures have not been carried out for 20 years. The mosaic of vegetation cover with the introduction of native species was established. 193 species have been identified, of which 55 species are introduced. The restoration of populations of 11 species missing from the collection in 2000 was noted. A 6-point scale for assessing the ability to naturalize introduced species was developed. The analysis of the current species composition showed that 37 species of introduced species (46 %) have disappeared from this territory since 2000. Of the identified introducers, 12 % species are decreasing their numbers, 19 % occupy within the area of cultivation earlier, 23 % of the species spread throughout the territory to varying degrees. At the same time, the ability to naturalize turned out to be unrelated to the type of reproduction of the introduced species. Half of the introducers have adapted to the new environmental conditions, and have gained a foothold in a new ecological niche.

Key words. Invasion, introduction, introducers, naturalization, rare and endangered species, reproduction.

В XXI в. параллельно с глобальной задачей сохранения биоразнообразия решается проблема фитоинвазии в различных регионах. Фитоинвазии имеют несколько причин, которые объединены процессом глобализации, проявляющейся в разных сферах деятельности человека: политической, экономической, научной и т. д. Увеличение численности и распространение чужеродных видов может носить как случайный характер, так и целенаправленный, в частности связанный с введением в культуру экономически ценных видов или расширением культивируемого ареала редких и исчезающих

видов растений. В связи с этим на многих международных форумах обсуждают инвазионный потенциал растений, в частности интродуцентов. Способность растений к инвазии определяется в первую очередь их способностью к натурализации. Натурализовавшиеся виды в естественных экосистемах могут отрицательно влиять на их функционирование. Такие виды являются инвазионными и потенциальной угрозой для изменения экологических ниш аборигенных видов. Подсчитанный ущерб мировой экономике от инвазионных видов колоссальный (Pimental et al., 2001). Интродукционные пункты, в частности ботанические сады, являются ядром целенаправленной интродукции. Однако, как доказано на примере ГБС РАН, только 1 % интродуцентов смогли преодолеть фитоценотический барьер и внедриться в окружающие экосистемы (Соколова и др., 2022). Большинство фитоинвазий связано с видами, имеющими декоративное и сельскохозяйственное значение, и основным источником инвазий являются неорганизованные интродукционные пункты (дачные общества). Интродукция редких и исчезающих видов растений начала развиваться в связи с международной концепцией сохранения биоразнообразия и имеет отличия от выращивания полезных растений (источник и количество исходного материала, цель интродукции, изученность интродуцентов) (Елисафенко, Дорогина, 2021). Натурализация и инвазия таких видов будет определяться их экологической толерантностью, которая не всегда соответствует экологической нише, занимаемой ими в естественных условиях. Подобное несоответствие связано с формированием естественно-исторического ареала и биологическими особенностями видов, например, их низкой конкурентной способностью. В 2021 г. нами начато исследование, связанное с определением способности к натурализации видов коллекции «Редкие и исчезающие виды растений Сибири» Центрального сибирского ботанического сада (ЦСБС СО РАН) на заброшенном старом коллекционном участке, на котором более 20 лет не велись агротехнические мероприятия. Цель данной работы – провести анализ видового состава старого коллекционного участка и оценить их способность к натурализации в лесостепной зоне.

Старая коллекция создана в 1967 г. и находилась в отдалении от административного здания, в 2000 г. часть растений перенесли на новое место. Участок старой коллекции был заброшен более 20 лет и может служить моделью для изучения способности редких и исчезающих видов к натурализации и инвазии. Коллекционный участок состоял из трех зон соответственно экологическим группам видов: «ксерофиты», «психрофиты», «мезофиты». Деление на зоны по экологическим группам на площади 0,5 га достаточно условно. Кроме указанных участков, был сформирован участок размножения, где выращивались растения разных экологических групп.

Для анализа видового состава проводили оценку обилия видов на каждой экологической зоне по шкале Друде–Уранова (Беляева и др., 2009). Названия таксонов даны в соответствие Plant of the World Online (URL: <https://powo.science.kew.org>). Анализ трансформации видового состава коллекции проводили, используя данные Г. П. Семеновой по испытанным видам (Семенова, 2001), флористические сводки территории ЦСБС СО РАН (Растительное многообразие ..., 2014) и Новосибирской области (Определитель растений ..., 2000). Для оценки способности к натурализации разработали 6-балльную шкалу (табл. 1).

Таблица 1

Критерии способности к натурализации интродуцентов коллекции
«Редкие и исчезающие виды растений Сибири»

Категория видов	БСН	Число видов
Исчезнувшие после 2000 г. (отсутствие агротехники)	0	37
Уменьшающиеся в численности в пределах основной делянки	1	10
Занимающие размеры делянки, самоподдерживающиеся	2	15
Распространились за пределы делянки, но в пределах «экологической зоны»	3	4
Распространились за пределы «экологической зоны»	4	15
Восстановились после 2000 г.	5	11

Примеч.: БСН – балл способности к натурализации.

При создании коллекции «Редкие и исчезающие виды растений Сибири» в 1960–1970-ые гг. руководствовались списками «Редкие и исчезающие растения Сибири» (Редкие ..., 1980) и региональными Красными книгами Сибири. В результате в коллекции выращивались некоторые виды из местной флоры. Некоторые из них, позже, были ликвидированы из-за низкого статуса категории редкости (например, *Pulmonaria mollis* J. F. Wulfen ex Hornem). В течение 30 лет на данном участке было интродуцировано 228 видов (табл. 2).

Таблица 2

Таксономический объем коллекции на старом участке

Показатели	Число, шт.		
	семейства	роды	виды
Интродуцировались с 1967–2000 гг.	48	135	228
Присутствовали в 2000 г.	31	58	83
Из них найдены в 2023 г.	27	36	44
Всего таксонов на участке	54	139	193
Из них: интродуценты	31	44	55
аборигенные виды	35	93	130
Интродуценты местной флоры	8	10	12

Территория ЦСБС расположена в умеренно прохладном, умеренно увлажненном агроклиматическом районе, в лесостепной зоне на юго-востоке Западно-Сибирской равнины, в террасово-боровая правобережной зоне Приобья, вблизи Новосибирского водохранилища, что создает более влажные условия, чем в других районах лесостепной зоны. Климат резко континентальный, что отражается в холодной зиме и умеренно теплом лете. Лимитирующим фактором является влажность. Такой климат не подходит видам из засушливых и сухих районов, но для мезофитных растений благоприятен. Изучаемый участок расположен на территории с дерново-подзолистыми и серыми лесными почвами, на которых произрастают березовые и сосново-березовые леса с преобладанием мезофитов в травостое.

В 2000 г. в коллекции выращивали 83 вида. После 20-летнего отсутствия агротехнических мероприятий (прополка, полив, удобрения) на данной территории найдено 193 видов, из них 68 % аборигенной флоры, 28 % интродуцентов. Почти половина (46 %) интродуцентов 2000 г. исчезли из коллекции. Нами установлено, что 11 видов интродуцентов вновь появились на данной территории, вероятно, за счет банка семян в почве. Однако три вида из них (*Astragalus glycyphyllos* L., *Bupleurum aureum* Fisch. ex Hoffm., *Lathyrus vernus* (L.) Bernh.) являются видами местной флоры и были ликвидированы из коллекции до 2000 г., их появление может быть связано не только с банком семян в почве, но и с внедрением из окружающих сообществ вместе с другими аборигенными видами. Яркий пример способности к восстановлению отмечен у *Sanicula europaea* L., растения которого в течение 6 лет не отрастали на участке (1994–2000 гг.), в настоящее время образовалась популяция на площади 2 м².

В результате сформировавшейся мозаичности растительного покрова невозможно определить тип сообщества в целом. Так «мезофиты» можно условно разделить на три зоны: нижняя с эдификатором – ели голубой, центральная с эдификатором – липы сибирской, и верхняя – разнотравный луг. В нижней и центральной зонах обладающими достаточным увлажнением произрастают мезофиты, виды бореальных лесов. Верхняя зона характеризуется отсутствием древесных пород и средним уровнем увлажнения. Таким образом, «мезофиты» – мелколиственный разнотравный лес с группами хвойных и широколиственных деревьев, и небольшими высокотравными открытыми пространствами. Остальные зоны – разнотравный луг с подростом мелколиственных деревьев.

Мы предполагаем, что наибольшую способность к натурализации проявили виды, восстановившие популяцию (5 баллов), «*» отмечены виды местной флоры: *Actaea spicata* L., *Asparagus officinalis* L., *Astragalus glycyphyllos**, *Bupleurum aureum**, *Clematis acapulcensis* Hook. et Arn., *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soó, *Hypericum ascyron* L., *Lathyrus vernus**, *Primula pallasii* Lehm., *Pulmonaria mollis*, *Sanicula europaea*. Целесообразность оценивать способность к натурализации представителей местной флоры является спорным. Однако аборигенный вид *Lilium martagon* незначительно распространился по данной территории, т. е. проявилась низкая способность к натурализации.

Распределение присутствующих в 2023 г. видов по БСН (1–5 баллов) без учета видов местной флоры (рис.) показало, что большинство интродуцентов (51 %) не имеют значительного распространения по данной территории, и только четверть интродуцентов найдена в других «экологических зонах». Однако это распространение носит незначительный характер, обилие видов на таких участках определено как «sol» и «un» (способность к натурализации – 4 балла): *Aconitum septentrionale* Koelle*, *Alfredia cernua* (L.) Cass., *Allium microdictyon* Prokh., *Arsenjevia baicalensis* (Turcz.) Starod., *Asarum europaeum* L., *Brunnera sibirica* Steven*, *Campanula trachelium* L.*, *Convallaria keiskei* Miq., *Festuca gigantea* (L.) Vill.*, *Iris pseudacorus* L., *Paeonia anomala* L., *Primula macrocalyx* Bunge, *Tilia sibirica* Fisch. ex Bayer, *Viola irinae* Zolot. Незначительное число интродуцентов распространялись в пределах своей «экологической зоны» (3 балла): *Brachypodium sylvaticum* (Huds.) P. Beauv., *Hemerocallis minor* Mill., *Paeonia lactiflora* Pall., *Trollius asiaticus* L.* Намного большее число видов не имело значительного распространения по территории, даже в пределах своей зоны (2 балла): *Aconitum altaicum* Steinb., *Aconitum volubile* Pall. ex Koelle*, *Anemone altaica* Fisch. ex C. A. Mey., *A. caerulea* DC., *Cruciata krylovii* (Iljin) Pobed., *Hippophae rhamnoides* L., *Lathyrus gmelinii* Fritsch*, *Malus baccata* (L.) Borkh., *Lychnis chalconica* L., *Menispermum dauricum* DC., *Padus avium* Mill., *Picea obovata* Ledeb., *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin., *R. chamarense* Peschkova, *Waldsteinia ternata* (Stephan) Fritsch.

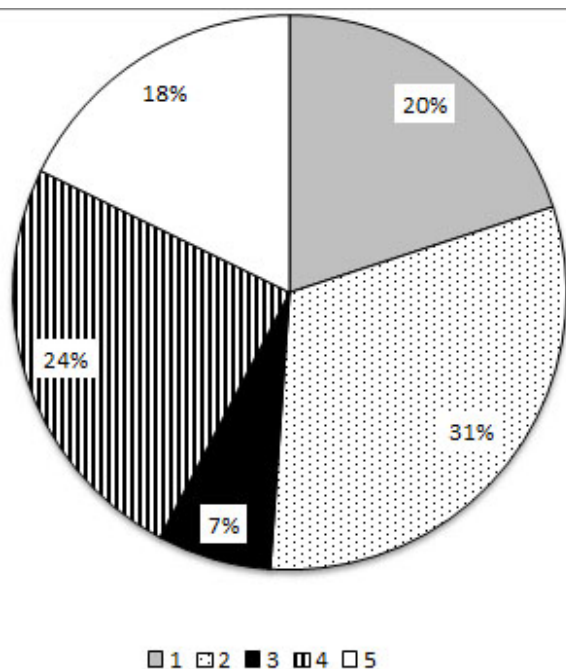


Рис. Способность к натурализации видов коллекции «Редкие и исчезающие виды растений» (виды местной флоры исключены). 1–5 – балл способности к натурализации, пояснение в тексте.

Пятая часть интродуцентов были представлены незначительно, и есть вероятность, что со временем они могут исчезнуть с данной территории (1 балл): *Adonis vernalis* L., *Allium altaicum* Pall., *Chosenia arbutifolia* (Pall.) A. Skvortsov, *Corydalis bracteata* (Stephan ex Willd.) Pers., *Epilobium montanum* L., *Glycyrrhiza uralensis* Fisch. ex DC., *Lilium martagon**, *L. pensylvanicum* Ker Gawl., *Rheum altaicum* Losinsk., *Viburnum opulus* L.*, *Viola acuminata* Ledeb.

37 видов интродуцентов не были нами найдены в период исследования (0 баллов): *Aconitum anthoroideum* DC., *Aconitum krylovii* Steinb., *Acorus calamus* L., *Allium montibaicalense* N. Friesen, *A. neriniflorum* (Herb.) G. Don, *Armeria scabra* Pall. ex Schult., *Astragalus olchonensis* Gontsch., *Caragana jubata* (Pall.) Poir., *Coluria geoides* (Pall.) Bunge, *Comarum salesowianum* (Stephan) Ledeb., *Cotoneaster lucidus* Schldtl., *Delphinium grandiflorum* L., *Enneapogon borealis* (Griseb.) Honda, *Erythronium sibiricum* (Fisch. et C. A. Mey.) Krylov, *Iris bloudowii* Ledeb., *I. laevigata* Fisch., *I. ludwigii* Maxim., *Lespedeza juncea* (L. f.) Pers., *Lilium pumilum* Redouté, *Melica virgata* Turcz. ex Trin., *Paeonia hybrida* Pall., *Pardanthopsis dichotoma* (Pall.) L. W. Lenz, *Peganum nigellastrum*

Bunge, *Pinus sibirica* Du Tour, *Platycodon grandiflorus* (Jacq.) A. DC., *Potentilla tergemina* Sojk, *Rhaponticum serratuloides* (Georgi) Bobrov, *Rhodiola rosea* L., *Saussurea chamarense* Peschkova, *Tridactylina kirilowii* Sch. Bip., *Vicia tsydenii* Malyshev, *Viola alexandrowiana* (W. Becker) Juz., *V. dactyloides* Schult., *V. dissecta* Ledeb., *V. ingolensis* Elisafenko, *V. ircutiana* Turcz., *V. variegata* Fisch. ex Link.

На старом участке в течение 20 лет не проводилось никаких уходовых работ, произошло внедрение аборигенных видов и древесных растений, выращиваемых в посадках, а также незначительный занос видов с других коллекционных участков. В результате изменились микроэкологические условия. Так как данная территория окружена березовыми и сосново-березовыми лесами с преобладанием мезофитов в травостое, заселение произошло в основном мезофитными растениями, которые образовали фон или находятся в обилии на территории участка, например, *Leucanthemum vulgare* Lam., *Prunella vulgaris* L. В связи с мозаичностью участка и выращиванием неаборигенных видов продолжительное

время, нами выявлены следующие этапы вторичной сукцессии: первый этап – адаптация интродуцентов к новым условиям (отсутствие полива, увеличение сомкнутости травостоя), второй этап – конкуренция между аборигенными видами и интродуцентами, третий этап – восстановление сообщества мелколиственного разнотравного леса с примесью хвойных пород, и в связи с этим адаптация растений к уменьшению освещенности. Более динамично это проявилось в зоне «ксерофитов» и «психрофитов». В центральной части зоны «мезафиты» древесные интродуценты являются эдификаторами формирующегося сообщества, и содоминанты травянного яруса – лесные виды, требовательные к умеренному количеству влажности, такие как *Brunnera sibirica*, *Waldsteinia ternata*, *Convallaria keiskei*.

Анализ связи способности к натурализации с типом размножения видов и их ареалом показал, что для изучаемых видов это не имело значения: 25 % обнаруженных видов являются эндемиками, 23 % имеют достаточно широкий ареал. Среди видов с БСН «4» и «2», 1/3 видов – вегетативно подвижные, а 2/3 имели хорошее семенное размножение и самосев при выращивании в монокультуре. Группа видов с БСН «3» – короткокорневищные, с незначительной вегетативной подвижностью, но с образованием самосева в монокультуре. Половина видов с БСН «1», 50 %, размножаются семенами с образованием самосева.

Таким образом, в результате исследования трансформации видового состава участка при отсутствии положительного влияния антропогенного фактора нами было установлено: половина интродуцентов способны приспособиться к новым экологическим условиям, большинство из них могут закрепиться в новой экологической нише; способность к натурализации у интродуцентов не связана с реализацией типа размножения в монокультуре; четверть интродуцентов проявила способность к конкуренции с аборигенными видами; выявлена способность восстановления популяции благодаря банку семян в почве у 11 видов-интродуцентов.

Благодарности. Авторы благодарят Е. А. Королюк, к. б. н., старшего научного сотрудника ЦСБС СО РАН, за консультации в определении растений. Работа выполнена в рамках государственного задания Центрального сибирского ботанического сада СО РАН АААА-А21-121011290025-2 «Анализ биоразнообразия, сохранение и восстановление редких и ресурсных видов растений с использованием экспериментальных методов» с использованием материала УНУ № USU 440534 «Коллекции живых растений в открытом и закрытом грунте» ЦСБС СО РАН.

ЛИТЕРАТУРА

- Беляева Н. В., Григорьева О. И., Гуталь М. М.** Обилие и константность как показатели участия вида в сложности растительной ассоциации // Актуальные проблемы лесного комплекса, 2009. – Вып. 22. – С. 68–75.
- Елисафенко Т. В., Дорогина О. В.** Методические рекомендации по интродукции и восстановлению природных популяций редких и исчезающих видов растений. – Кемерово: Примула, 2021. – 48 с.
- Определитель растений Новосибирской области.* – Новосибирск: Наука, 2000. – 492 с.
- Растительное многообразие Центрального сибирского ботанического сада СО РАН.* – Новосибирск: Академическое из-во «Гео», 2014. – 492 с.
- Редкие и исчезающие растения Сибири.* – Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1980. – 223 с.
- Семенова Г. П.** Интродукция редких и исчезающих растений Сибири. – Новосибирск: Наука, 2001. – 132 с.
- Соколова В. В., Хомутовский М. И., Виноградова Ю. К.** Инвазионный потенциал растений экспозиции флоры Кавказа в Главном ботаническом саду им. Н. В. Цицина РАН // Российский Журнал Биологических Инвазий, 2022. – Т. 15, № 4. – С. 55–68. DOI: 10.35885/1996-1499-15-4-55-68
- Pimental D., McNair S., Janecka J., Wightman J., Simmonds C., O'Connell C., Wong E., Russel L., Zern J., Aquino T., Tsomondo T.** Economic and environmental threats of alien plant, animal, and microbe invasions // Agriculture, Ecosystems and Environment, 2001. – Vol. 84, Iss. 1. – P. 1–20. DOI: 10.1016/S0167-8809(00)00178-X
- Plants of the World Online.* URL: <https://powo.science.kew.org> (Accessed 4 May 2023).