

РЕДКИЕ РАСТЕНИЯ СИБИРИ В КУЛЬТУРЕ: ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ, ИНТРОДУКЦИОННАЯ ОЦЕНКА

© 2020 г. А. С. Прокопьев¹, *, О. Д. Чернова¹, Т. Н. Беляева¹, Т. Н. Катаева¹

¹Томский государственный университет, г. Томск, Россия

*e-mail: rareplants@list.ru

Поступила в редакцию 12.05.2020 г.

После доработки 07.07.2020 г.

Принята к публикации 10.09.2020 г.

В статье обобщена информация о некоторых ботанических учреждениях Сибири, осуществляющих работу с редкими растениями природной флоры. Анализ их коллекционных фондов показал, что в ботанических садах накоплен значительный генофонд редких и исчезающих видов растений сибирской флоры, занесенных в региональные Красные книги. Самые крупные коллекции редких видов Сибири сосредоточены в ЦСБС, СибБС ТГУ, ЯБС ИБПК, КузБС. Наиболее изучены и поддерживаются в культуре хозяйственно-ценные виды, либо виды, представляющие особый научный интерес. По литературным данным проанализировано разнообразие редких видов в коллекциях ботанических садов, оценена успешность их культивирования и проведена оценка перспективности в условиях *ex situ*. На сегодняшний день имеются сведения по интродукции 581 редкого вида, что составляет около 40% от общего числа таксонов, нуждающихся в охране. Установлено, что значительное количество культивируемых редких видов являются устойчивыми и высокоустойчивыми. На основе комплексного анализа редких видов в коллекции СибБС ТГУ и оценки их интродукционной устойчивости дан прогноз перспективности интродуцентов в условиях лесной зоны Западной Сибири.

Ключевые слова: редкие растения, ботанические сады, интродукционная оценка, сохранение биоразнообразия, Красные книги, Сибирь

DOI: 10.31857/S003399462004007X

Растения – неотъемлемая часть мирового биологического разнообразия и важнейший ресурс человеческого благосостояния. В условиях постоянно возрастающего техногенного воздействия на окружающую среду происходит не только массовое сокращение запасов многих полезных растений, уничтожение отдельных видов, но и разрушение целых экосистем растительного покрова Земли. Нарушение растительного покрова как важнейшего звена биосферы влечет за собой глубокие последствия и является проблемой большой научной и социальной значимости [1, 2]. Сохранение биоразнообразия растительного мира признано мировой общественностью одной из ключевых проблем в области охраны природы. С 2002 г. эта проблема становится важнейшей частью Глобальной стратегии сохранения растений, принятой на VI Международной Конференции стран-участниц Конвенции по биологическому разнообразию [3]. Большое значение в области охраны растительного мира отводится ботаническим садам. Начиная со второй половины XX в., их важнейшей задачей становится выявление и привлечение в культуру редких и исчезающих видов как наиболее уязвимо

го компонента естественных растительных сообществ. Опыт работы этих крупнейших специализированных центров по культивированию растений показал, что интродукция является эффективным, а зачастую и единственным возможным методом сохранения отдельных видов. Культивируемые образцы многих редких видов, не обеспеченных мерами охраны в природе, представляют собой страховой фонд этих таксонов. Кроме того, введение в широкую культуру редких и исчезающих видов, имеющих важное практическое значение (лекарственных, декоративных, пищевых и др.) может существенно снизить антропогенное давление на их природные популяции [4].

В настоящее время ботанические сады России включены в крупнейшую мировую сеть по сохранению биоразнообразия растительного мира BGCI (Botanic Gardens Conservation International). За длительный период своей деятельности они сформировали богатейшие коллекции растений, в которых сосредоточено около 1/3 флоры страны. Особую ценность в них составляет генофонд редких и исчезающих растений [5]. С 2002 г. ведутся работы по составлению единой базы редких видов флоры России, выращиваемых в ботаниче-

ских садах РФ. Собранные сведения послужили основой для издания сводки по видам растений Красной книги РФ [6], сохраняемым в живых коллекциях ботанических садов [7].

На сегодняшний день накоплено немало сведений по сохранению редких растений в коллекционных фондах ботанических садов Сибири [8–12]. Однако обобщающих материалов, позволяющих оценить состояние проблемы интродукции редких видов сибирской флоры, практически нет. В связи с этим целью данной работы является обзор сведений по опыту культивирования редких растений природной флоры в ботанических садах Сибири. По литературным источникам проанализировано разнообразие редких видов в коллекциях ботанических садов, оценена успешность их выращивания и степень изученности в природе и условиях интродукции.

ОБЗОР КОЛЛЕКЦИЙ БОТАНИЧЕСКИХ САДОВ СИБИРИ

Флора Сибири характеризуется значительным видовым разнообразием, насчитывающим более 4.5 тыс. видов высших сосудистых растений [13], и является богатым источником полезных растений. В ее составе выявлено огромное количество ценных лекарственных, технических, кормовых, медоносных и декоративных видов, также отмечается высокий уровень эндемизма и реликтовости флоры [14].

В настоящее время, в связи с длительной нерациональной эксплуатацией растительных ресурсов Сибири, многие ценные и уникальные растения сибирской флоры становятся редкими или исчезают из природных мест обитания. Масштабы урона, нанесенного растительному миру Сибири, особенно очевидны после публикации целой серии региональных сводок – списков редких растений, нуждающихся в охране. На сегодняшний день (по состоянию на 2019 г.) в Сибири издано 17 региональных Красных книг: Алтайского края [15], Забайкальского края [16], Красноярского края [17], Республики Алтай [18], Республики Бурятия [19], Республики Саха (Якутия) [20], Республики Тыва [21], Республики Хакасии [22], Иркутской области [23], Кемеровской области [24], Курганской области [25], Новосибирской области [26], Омской области [27], Томской области [28], Тюменской области [29], Ханты-Мансийского автономного округа [30], Ямало-Ненецкого автономного округа [31]. В результате анализа региональных Красных книг установлено, что в целом по региону нуждаются в охране 1454 таксона, т. е. примерно третья часть всего состава флоры цветковых и сосудистых споровых растений Сибири. Из них 117 видов подлежат охране на общегосударственном уровне и занесены в Красную книгу РФ [6]. Наибольшее число охраняемых ви-

дов относятся к семействам: Fabaceae (170 видов), Asteraceae (139), Ranunculaceae (97), Poaceae (96), Rosaceae (68), Brassicaceae (52), Orchidaceae (48) и др. Основная часть семейств представлена 1–4 видами (83 семейства).

По количеству редких видов сибирской флоры, требующих к себе особого внимания, лидирует Красноярский край – 330, наименьшее число редких растений представлено в Красной книге Ямало-Ненецкого автономного округа – 61. При этом из общего списка редких и исчезающих видов только 11.5% подлежат охране более чем в трех регионах Сибири, большая часть видов (около 80%) охраняется на территории всего одного–двух регионов. Как правило, они входят в группу эндемичных и реликтовых видов, имеющих ограниченный ареал или произрастающих в специфических условиях высокогорий (*Astragalus olchonensis* Gontsch., *Gueldenstaedtia monophylla* Fisch., *Potentilla tollii* Trautv.) и др.

Одним из наиболее эффективных методов сохранения редких и исчезающих видов природной флоры является интродукция растений.

На сегодняшний день на территории Сибири насчитывается 23 ботанических сада и других родственных им ботанических учреждений [5, 32], деятельность которых осуществляется согласно “Стратегии ботанических садов России по сохранению биоразнообразия растений” [33] и координируется Советом ботанических садов России.

Во многих ботанических садах Сибири проводится разноплановая научная работа с целью изучения редких и исчезающих растений природной флоры, которая отражена в различных публикациях, монографиях и диссертационных исследованиях.

Опираясь на доступные источники информации, приводим сведения о некоторых ботанических учреждениях Сибири, осуществляющих работу с редкими растениями природной флоры.

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН (ЦСБС), г. Новосибирск. Целенаправленные исследования редких и исчезающих растений Сибири в ЦСБС проводятся, начиная с 60-х гг. прошлого столетия, по трем основным направлениям: сохранение в естественных условиях (*in situ*), в искусственных резерватах (*ex situ*) и реконструкция природных популяций [34, 35]. Значительное внимание уделяется исследованию биологии и разработке научно-обоснованных мероприятий по сохранению генофонда редких хозяйственно-ценных видов растений: *Hedysarum theinum* Krasnob., *Paeonia anomala* L., *Primula macrocalyx* Bunge, *Erythronium sibiricum* (Fisch. et C.A. Mey.) Kryl., виды рода *Iris*, *Viola* и др. [36–41]. Разработаны методы размножения (в том числе *in vitro*) и создания устойчивых популяций редких и исчезающих видов растений в культуре [42–44]. Большое вни-

мание уделяется изучению природных популяций редких видов растений, в том числе эндемиков и реликтов: *Coluria geoides* (Pall.) Ledeb., *Gueldenstaedtia monophylla*, *Iris humilis* Georgi и др. [45–47]. Обобщены исследования по биоморфологии и структуре ценопопуляций некоторых редких и эндемичных видов семейств Lamiaceae и Apiaceae на территории Сибири [48, 49]. С 2009 г. важным направлением работы с редкими и исчезающими растениями сибирской флоры становится реконструкция природных популяций *Allium eduardii* Stearn, *Brachanthemum krylovii* Serg., *Hedysarum theinum*, *Viola dactyloides* Schult., *V. incisa* Turcz., *V. taynensis* T. Elisafenko et Ovczinnikova [35]. Результаты многолетних исследований видов природной флоры Сибири, в том числе редких и исчезающих, отражены в ряде монографий [9, 50, 51]. Разрабатывается методология охраны редких растений [41].

Алтайский филиал ЦСБС СО РАН Горно-Алтайский ботанический сад (АЛТФ ЦСБС), с. Камлак, Республика Алтай. В природе и в условиях интродукции совместно с сотрудниками ЦСБС проводятся исследования редких и исчезающих видов растений Республики Алтай. Особое внимание уделяется популяционным исследованиям, мониторингу и выявлению адаптационных возможностей редких хозяйственно-ценных растений, таких как *Caragana jubata* (Pall.) Poiret, *Brachanthemum krylovii*, *Hedysarum theinum*, видов рода *Rhodiola* и др. [52, 53]. В ботаническом саду создаются питомники и коллекции экономически важных видов растений (пищевых, кормовых, лекарственных, декоративных и др.). Особое внимание уделяется представителям местной флоры, малоизученным и наиболее значимым при восстановлении деградированных растительных сообществ [54].

Сибирский ботанический сад Томского государственного университета (СибБС ТГУ), г. Томск. Привлечение в интродукцию растений природной флоры Сибири началось еще на рубеже XIX–XX вв., с момента основания ботанического сада при Томском университете. Однако целенаправленное изучение и введение в культуру редких и исчезающих растений было начато значительно позже, в 1974 г. С этой целью были организованы экспозиции с наиболее ценными и уязвимыми в природе видами местной флоры. За более чем 40-летний период развития этого направления в Сибирском ботаническом саду через интродукционный эксперимент прошло около 400 видов. Особое внимание в научном эксперименте было уделено родам, содержащим большое количество ценных хозяйственно-полезных видов (лекарственных, декоративных, пищевых) — *Artemisia*, *Allium*, *Dasystephana*, *Potentilla*, *Rhodiola*, *Primula*, *Paeonia*, *Spiraea* и др. Проведены многолетние исследования биологии редких реликтовых видов

природной флоры Сибири *Alfredia cernua* (L.) Cass., *Brunnera sibirica* Stev., *Primula macrocalyx* [55–57]. Сотрудниками ботанического сада разработаны приемы выращивания и способы воспроизводства таких ценных лекарственных растений как *Hedysarum alpinum* L. и *H. theinum* [58], *Rhodiola rosea* L. [59], *Scutellaria baicalensis* (Adams) Robins. [60], *Fornicium carthamoides* (Willd.) R. Kam. [61], *Dasystephana septemfida* (Pall.) Zuev [62]. С 1985 г. развивалось цитогенетическое направление, связанное с изучением кариотипов и генетических основ адаптации редких растений Томской обл. в современных условиях обитания [63]. Значительным итогом изучения способов сохранения и размножения наиболее ценных видов растений томской флоры в Сибирском ботаническом саду стала монография В.П. Амельченко [10]. Обобщенные материалы многолетних интродукционных исследований использованы при написании коллективной монографии [11]. Параллельно с интродукционными исследованиями проводятся реинтродукционные испытания с редкими лесными и степными видами: *Erythronium sibiricum*, *Hypericum ascyron* L., *Lilium pilosiusculum* (Frey) Misch., *Allium nutans* L., *Aizopsis aizoon* (L.) Grulich и др. [64]. Также в течение длительного времени осуществляются исследования состояния редких и исчезающих видов растений в природных популяциях на территории Томской обл., Республик Хакасия и Алтай [10, 65, 66].

Кузбасский ботанический сад Федерального исследовательского центра угля и углехимии СО РАН (КузБС), г. Кемерово. Важнейшими задачами ботанического сада, начиная со дня его основания (1991 г.), являются сохранение генофонда растительного мира Западной Сибири, выявление редких и исчезающих видов растений, разработка путей их охраны и воспроизводства [67]. В условиях культуры изучены биологические особенности некоторых редких и эндемичных видов сибирской флоры: *Aconitum pascoi* Worsch., *Aquilegia sibirica* Lam., *Dracocephalum grandiflorum* L., *Fritillaria meleagroides* Patr. ex Schult. et Schult., *Leibnitzia anandria* (L.) Turcz., *Lilium pumilum* Delile, *Linum perenne* L., *Physochlaina physaloides* (L.) G. Don fil., *Thalictrum petaloideum* L. и др.; подведены итоги их интродукции [68, 69]. Одним из ключевых направлений деятельности ботанического сада является технология восстановления биоразнообразия на нарушенных угледобычей территориях Кемеровской обл. [70], которая предусматривает сохранение популяций растений, занесенных в Красные книги различного ранга, методами *ex situ* и *in situ* [67].

Изучением редких растений на территории Восточной Сибири, успешно занимаются в **Якутском ботаническом саду Института биологических проблем криолитозоны СО РАН** (ЯБС ИБПК) и **Ботаническом саду Северо-Восточного федераль-**

ного университета имени М.К. Аммосова (БС СВФУ), г. Якутск. Привлечение редких растений в культуру было начато в 60-х гг. прошлого столетия. В настоящее время особое внимание уделяется изучению интродукционной устойчивости редких и эндемичных видов флоры Якутии из семейств Orchidaceae, Iridaceae, Ranunculaceae, Rosaceae, Nemerocallidaceae, Liliaceae, Fabaceae, Brassicaceae и др., что позволяет разработать наиболее оптимальные пути их охраны *in situ* и *ex situ* [71–74]. Разработаны методы семенного размножения и созданы семенные фонды *Aquilegia sibirica* Lam., *Delphinium grandiflorum* L., *Redowskia sophiifolia* Cham. et Schldtl., × *Sorbocotoneaster pozdnjakovii* Pobjark., *Pulsatilla turczaninowii* Krylov et Serg. [75, 73]. Созданные экспозиции редких видов являются резервным источником растительного материала для реинтродукционных мероприятий по восстановлению нарушенных природных ценопопуляций [74]. Проводится долговременный мониторинг ценопопуляций редких видов в природных условиях [76]. Проведена ревизия редких, исчезающих и эндемичных видов растений реликтовых степных сообществ Якутии, выявлено их критическое экологическое состояние, установлено, что степная региональная флора включает 22 узколокальных эндемика [77]. Разрабатываются методологические аспекты реинтродукции редких растений [78]. В Ботаническом саду СВФУ объектами реинтродукционных работ стали 5 видов: *Delphinium grandiflorum*, *Lilium pensylvanicum* Ker.-Gawl., *Iris laevigata* Fisch. et C.A. Mey., *Adonis sibirica* Patr. et Schldtl., *Gagea pauciflora* (Turcz. ex Trautv.) Ledeb. [73]. По итогам проведенных исследований подготовлены монографии [79, 80].

Хакасский национальный ботанический сад НИИ аграрных проблем Хакасии СО РАСХН (ХНБС), г. Абакан. Формирование коллекции редких растений начато в 1993 г. В коллекции сада сохраняются редкие травянистые виды местной флоры, в том числе эндемики Хакасии и реликтовые виды. Сотрудниками ботанического сада обобщены результаты 14-летнего интродукционного испытания 74 редких и уязвимых травянистых видов флоры Республики Хакасия [81]. Проведено комплексное изучение биологических особенностей некоторых хозяйственно-ценных редких видов растений флоры Республики Хакасия, включая эндемичные и реликтовые. Разработаны технологии возделывания лекарственного растения *Panzerina argyracea* (Kuprian.) V. Dagonkin и декоративных видов *Clauasia aprica* (Steph.) Korn.-Tr., *Phlox sibirica* L., *Matthiola suberba* Conti. Полученные научные данные, в том числе результаты интродукционного испытания, использованы при подготовке научных статей и нескольких монографий [81–83].

Южно-Сибирский ботанический сад Алтайского государственного университета (ЮСБС АГУ), г. Барнаул. Сотрудниками ботанического сада

особое внимание уделяется исследованию флоры и растительного покрова Алтая, в том числе вопросам охраны растительного мира [84, 85]. Создана и поддерживается коллекция видов природной флоры Алтайского края и Республики Алтай, разрабатываются меры по охране и реинтродукции редких и исчезающих видов флоры Алтая [86]. В отделе биотехнологии Южно-Сибирского ботанического сада создана коллекция редких видов растений, сохраняемых в культуре *in vitro*. Разработаны элементы биотехнологии для сохранения и размножения ценного декоративного растения *Iris sibirica* L., занесенного в некоторые региональные Красные книги Сибири [87].

Научно-исследовательский институт садоводства Сибири имени М.А. Лисавенко (НИИСС), г. Барнаул. В условиях интродукции изучены биологические особенности некоторых редких видов рода *Primula* сибирской флоры [88]. Проводится селекционная работа с *Iris sibirica* [89], разработана методика его микроклонального размножения *in vitro* [90]. По итогам многолетних исследований подготовлена монография “Биология и интродукция цветочно-декоративных корневищных многолетников в Западной Сибири” [88].

Ботанический сад Иркутского государственного университета (БС ИГУ), г. Иркутск. В ботаническом саду создана крупнейшая в Байкальской Сибири коллекция растений. В ее составе сохраняется 13 видов, занесенных в Красную Книгу РФ [6], в том числе представители региональной флоры *Arsenjevia baicalensis* (Turcz.) Starodub., *Cypripedium calceolus* L., *Cypripedium macranthos* Sw., *Rhodiola rosea*, и 24 вида из Красной Книги Иркутской обл. [23]. Коллекция включает 2 эндемичных вида Алтае-Саянской горной области: *Hylotelephium populifolium* (Pall.) H. Ohba, *Galium glabra* ssp. *krylovii* (Ijii) Naumova [91]. На экспозициях ботанического сада проводится изучение эколого-биологических особенностей редких видов растений с целью реинтродукции их в природу. Коллекция редких растений рассматривается как генетический резерват для возможного восстановления видов в природных популяциях. На примере *Allium altaicum* Pall. обсуждается проблема реинтродукции видов в природу [92].

Забайкальский ботанический сад (ЗБС), г. Чита. Сотрудники сада занимаются интродукцией растений местной флоры и флоры других регионов с 90-х гг. прошлого столетия. В экспозициях ботанического сада культивируются виды растений, занесенные в Красную книгу РФ [6] и региональные Красные книги Сибири: *Armeniac sibirica* (L.) Lam., *Delphinium grandiflorum*, *Berberis sibirica* Pall., *Bupleurum scorzoniferifolium* Willd., *Cotoneaster lucidus* Schlecht., *Ephedra dahurica* Turcz., *Paeonia lactiflora* Pall., *Paeonia anomala*, *Platycodon grandiflorus* (Jacq.) A. DC., *Veronicastrum sibiricum* (L.) Pennell и др.

Большое внимание в условиях интродукции уделено изучению биологии хозяйственно-ценных и редких растений забайкальской флоры, а также видов, представляющих значительный научный интерес (эндемики и реликты): *Armeniaca sibirica*, *Quercus mongolica* Fisch. ex Ledeb., *Iris ivanovae* Doronkin, *I. laevigata*, *I. sanguinea* Donn, редких видов рода *Viola*. Определены возможности их воспроизводства и практического использования [93–96].

Ботанический сад Омского государственного аграрного университета (БС ОмГАУ), г. Омск. В ботаническом саду создается уникальная “живая” Красная книга Омской обл. [97]. В коллекционных фондах сохраняется 32 редких вида растений, среди них – 29 видов занесенных в Красную книгу Омской обл. [27], 7 – из Красной книги РФ [6].

Ботанический сад Курганского государственного университета (БС КГУ), г. Курган. Интродукционные работы проводятся с 2011 г. На территории ботанического сада произрастает 28 редких видов растений, внесенных в Красную книгу Курганской обл. [25], а 5 видов занесены также в Красную книгу РФ [6]. Из них 12 редких видов (*Cypripedium calceolus*, *Orchis militaris* L., *Stipa pennata* L. и др.) произрастают естественно, 15 интродуцировано (*Cypripedium ventricosum* Sw., *C. macranthon*, *Iris humilis* и др.), и один вид отмечен близ границы ботанического сада [98]. Проводятся полевые исследования редких видов растений, имеющих научную или практическую значимость [99].

Ботанический сад Тувинского государственного университета (БС ТувГУ), г. Кызыл. Организован на базе агробиостанции ТувГУ в 2010 г. как центр сохранения и изучения флоры Республики Тыва. В ботаническом саду создаются зоны со степными и высокогорными сообществами, на которых представлены местные редкие, исчезающие виды растений, а также типичные представители настоящих, луговых и высокогорных степей. В экспозициях выращиваются ценнейшие редкие и исчезающие растения Сибири: *Rhodiola rosea*, *Fornicium carthamoides*, *Allium altaicum*, *Allium tuvanicum* (N. Friesen) N. Friesen, *Aquilegia sibirica*, *Berberis sibirica*, *Caragana jubata* и др. [100].

В целом, в ботанических садах Сибири накоплен значительный генофонд редких и исчезающих растений сибирской флоры, проводятся многоплановые исследования, осуществляются реинтродукционные мероприятия. Советом ботанических садов Сибири и Дальнего Востока начата работа по обобщению многолетнего опыта интродукции редких видов природной флоры в коллекциях региональных ботанических садов. Наиболее крупными центрами интродукционных исследований редких видов на территории Сибири являются Центральный сибирский ботанический сад, Сибирский ботанический сад ТГУ, Кузбас-

ский ботанический сад, Хакасский национальный ботанический сад, Якутский ботанический сад, Ботанический сад СВФУ.

Исследования в ботанических садах направлены на изучение устойчивости видов и их образцов в условиях интродукционного эксперимента. Результаты интродукционной оценки могут быть положены в основу интродукционного прогноза, основным принципом которого является системный подход.

Методики интродукционной оценки видов растений базируются на комплексе признаков, отражающих жизнеспособность, репродуктивные характеристики, полноту сезонного развития, продолжительность общего жизненного цикла и темп онтогенеза, долговечность вида в культуре, его устойчивость к биотическим и абиотическим факторам [101–103].

Каждым автором для подведения итогов интродукционного эксперимента используется определенный набор критериев. Так, Р.А. Карпинова [101] разработала интегральную шкалу оценки малораспространенных многолетников, используя 5 признаков (семенное и вегетативное размножение, сохранение габитуса в культуре, повреждаемость болезнями и вредителями, холодостойкость), каждый из которых оценивается по 3-х балльной системе. Данная шкала является одной из наиболее востребованных: она нередко используется интродукторами, иногда с некоторыми модификациями, состоящими в добавлении отдельных показателей [104–106].

Одной из наиболее информативных, рациональных и лаконичных методик интродукционной оценки видов растений является шкала, разработанная Н.В. Трулевич [102]. Автор выделяет несколько ведущих критериев интродукционной устойчивости видов растений природной флоры в новых для них агроклиматических условиях: ритмику сезонного развития (пластичность феноритма), способность к прохождению полного цикла развития побегов, особенности побегообразования и жизненного состояния особи по сравнению с природными местообитаниями, темпы и тип онтогенеза, способность вида к размножению, в том числе образованию самосева. Шкала интродукционной устойчивости включает 4 градации: неустойчивые, слабоустойчивые, устойчивые, высокоустойчивые растения, и удобна для анализа большого числа данных.

Рядом исследователей предложены методики оценки интродукционной устойчивости редких и исчезающих видов растений в условиях Сибири. Так, К.А. Соболевская [107] разработала шкалу успешности интродукции редких и исчезающих видов растений, используя в качестве критериев устойчивость в грунте, наличие плодоношения и самосева.

Г.П. Семенова [103] подразделила редкие растения Сибири на 4 группы: неперспективные, малоперспективные, среднеперспективные и перспективные для интродукции в лесостепной зоне Западной Сибири. Основными критериями успешной интродукции она считала высокую жизнеспособность, устойчивость к абиотическим факторам, наличие устойчивого феноритмотипа, регулярного цветения и плодоношения, продолжительного онтогенеза, активного естественного семенного и вегетативного размножения.

В.П. Амельченко [10] предложила собственную шкалу оценки устойчивости редких видов растений при интродукции в Томске. Оценка видов проводится по сумме баллов с учетом 12 ступеней (показателей): развитие генеративных и вегетативных органов, семенное и вегетативное размножение, характер цветения и плодоношения, а также всхожесть семян, теневыносливость, светолюбивость, зимостойкость, засухоустойчивость, устойчивость к вредителям и болезням, длительность существования в интродукции. По сумме баллов выделяются 5 уровней адаптации видов в культуре: неустойчивый, слабый, средний, высокий и наивысший уровень.

Т.В. Елисафенко [41] оценку акклиматизации предлагает проводить в первые годы интродукции растений, а оценку адаптации – после длительного их культивирования, на растениях последующих репродукций. Для оценки акклиматизации ею выделено 13 критериев, которые оцениваются по трехбалльной шкале и объединены в 3 группы: характеристика феноритма, размножение и жизнеспособность в культуре. При оценке акклиматизации выделены перспективные, среднеперспективные, малоперспективные и неперспективные виды. Для оценки адаптации использованы 27 критериев. Изученные виды подразделены ею на 4 группы: устойчивые, среднеустойчивые, слабоустойчивые и неустойчивые.

На основе обобщения собственных результатов многолетних исследований и анализа литературных данных авторами данной статьи разработана методика интродукционной оценки редких и исчезающих видов растений на территории Томской обл. [108]. Она включает шесть основных показателей: прохождение основных этапов онтогенеза; семенное и вегетативное размножение; повреждение болезнями и вредителями; выпревание/вымокание в зимне-весенний период; требовательность к условиям выращивания. Каждый показатель оценивается по четырем баллам (максимальный балл – 4, минимальный – 1). Суммирование баллов по всем показателям позволяет отнести вид к одной из групп по устойчивости в условиях интродукции: высокоустойчивые (В), устойчивые (У), среднеустойчивые (С), малоустойчивые (М), неустойчивые (Н). Данная

шкала позволяет детально оценить состояние редких видов в коллекции с учетом особенностей региона. Шкала была апробирована на экспозиции лаборатории редких растений, и сейчас проводится работа по мониторингу всей коллекции редких видов СибБС ТГУ.

Обширная территория Сибири характеризуется разнообразными природно-климатическими условиями, и поэтому сложно создать унифицированную интродукционную шкалу. В связи с этим, на сегодняшний день существуют различные методики оценки интродукционной устойчивости редких и исчезающих видов растений в условиях Сибири. Все они могут быть использованы при подведении итогов интродукционного эксперимента. Но чаще всего для анализа больших коллекций используют экспресс методы интродукционной оценки, разработанные Р.А. Карпионовой [101] и Н.В. Трулевич [102].

В силу отсутствия в свободном доступе списков редких и уязвимых растений, культивируемых в ботанических садах Сибири, невозможно объективно оценить, насколько полно они представлены в культуре. Важнейшим изданием по итогам интродукции растений природной флоры Сибири в региональных ботанических садах стала коллективная монография, данные для которой представили только 8 ботанических садов [12]. В результате проведенного анализа авторами данной статьи установлено, что в 8 ботанических садах и институтах Сибири сосредоточен 581 вид растений, относящихся к редким и исчезающим, что составляет около 40% от общего числа охраняемых видов. Семейства, которые представлены наибольшим числом редких культивируемых видов – Ranunculaceae (50 видов), Fabaceae (48), Asteraceae (45), Rosaceae (33), Alliaceae (28), Poaceae (28), Orchidaceae (20), 64 семейства представлены 1–4 видами.

Самые крупные коллекции редких видов Сибири представлены в ЦСБС (438 видов), СибБС ТГУ (298 видов), ЯБС ИБПК (196 видов) и КузБС (159 видов) (табл. 1).

В целом стоит отметить, что ботанические сады Сибири, как основные центры сохранения биоразнообразия региона, не в полной мере реализуют свой потенциал, так как согласно Глобальной стратегии [7] ставится цель обеспечить сохранение *ex situ* не менее 75% редких и исчезающих видов растений.

При анализе направлений интродукционных исследований в ботанических садах выявлено, что наиболее изучены и поддерживаются в культуре хозяйственно-ценные виды, либо виды, представляющие особый научный интерес. Так, например, максимально представлены в коллекциях редкие виды семейств: Alliaceae (82.4% от общего числа представителей семейства, охраня-

Таблица 1. Редкие виды растений в коллекциях ботанических садов Сибири
Table 1. Rare plant species in the collections of the botanical gardens of Siberia

Название учреждения Institution	Число редких видов Сибири в коллекции Number of Siberian rare plants species in the collection	Общее число видов растений в Красной книге региона Total number of plant species listed in the regional Red Data Book	Число видов Красной книги региона в коллекции сада/% от общего числа видов Красной книги региона Number of the regional Red Data Book species in the garden collection/% of the total number of plant species listed in the regional Red Data Book
ЦСБС CSBG	438	115	41/35.7
СибБС ТГУ SibBG TSU	298	105	58/55.2
ЯБС ИБПК YaBG IBPC	196	266	7/26.3
КузБС KuzBG	159	128	38/29.7
АЛТФ ЦСБС AB CSBG	109	127	13/10.2
БС СВФУ BG NEFU	115	266	44/16.5
ХНБС KhNBG	81	143	13/9.1
НИИСС SRIHS	77	158	12/7.6

Примечание. ЦСБС – Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, СибБС ТГУ – Сибирский ботанический сад Томского государственного университета, КузБС – Кузбасский ботанический сад Федерального исследовательского центра угля и углехимии СО РАН, АЛТФ ЦСБС – Алтайский филиал ЦСБС СО РАН Горно-Алтайский ботанический сад, БС СВФУ – Ботанический сад Северо-Восточного федерального университета, ЯБС ИБПК – Якутский ботанический сад Института биологических проблем криолитозоны СО РАН, ХНБС – Хакасский национальный ботанический сад НИИ аграрных проблем Хакасии СО РАСХН, НИИСС – Научно-исследовательский институт садоводства Сибири имени М.А. Лисавенко (НИИСС).
 Note. CSBG – Central Siberian Botanic Garden, SibBG TSU – Siberian Botanical Garden of Tomsk State University, KuzBG – Kuzbass Botanical Garden, AB CSBG – Altai branch of Central Siberian Botanic Garden, BG NEFU – Botanical Garden of North-Eastern Federal University, YaBG – Yakut Botanical Garden of the Institute for Biological Problems of Cryolithozone, KhNBG – National Botanical Garden of Khakassia, SRIHS – M.A. Lisavenko Scientific-Research Institute of Horticulture of Siberia.

емых на территории Сибири), Violaceae (76.5%), Crassulaceae (69.2%). Семейства Saprotiaceae, Cupressaceae, Paeoniaceae, Pinaceae с небольшим количеством редких видов полностью представлены в культуре, что связано с их высокими хозяйственными качествами (декоративные, лекарственные и др.) и относительной неприхотливостью. Полностью отсутствуют в коллекциях ботанических садов редкие виды из семейств Equisetaceae, Lycopodiaceae, Najadaceae, Portulacaceae и некоторых других.

Исследования показали, что 38.7% из интродуцированных видов выращиваются только в каком-либо одном ботаническом саду, в двух садах культивируется – 22.7%, а в трех и более садах – 38.5% видов. Стоит отметить, что не более 1.0% видов представлено во всех ботанических учреждениях Сибири. Это такие неприхотливые виды, как *Lonicera tatarica* L., *Paeonia anomala*, *Dasiphora fruticosa* (L.) Rydb., *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce, *Sorbus sibirica* Hedl., *Veronica incana* L.

Имеющиеся данные об успешности интродукции 210 редких видов, представленных в трех и более ботанических садах, позволили провести дополнительный анализ перспективности их выращивания в условиях *ex situ*. Установлено, что в коллекциях преобладают устойчивые и высокоустойчивые виды – 93.3% (196 видов), слабоустойчивые и неустойчивые представлены незначительно – 6.7% (14 видов). Можно предположить, что неустойчивые и слабоустойчивые виды после испытания обычно выводятся из коллекции, так как их поддержание крайне затруднено. Это виды с узкой экологической амплитудой, либо обладающие ритмом развития, который не свойственен той климатической зоне, в которой располагается ботанический сад. В связи с этим, одной из приоритетных задач ботанических садов является сохранение редких видов местной региональной флоры.

Анализ коллекций ботанических садов Сибири показал, что редкие виды местной флоры

представлены в коллекционных фондах ботанических садов далеко не полностью (табл. 1). Так, наиболее полно редкие виды местной флоры представлены в коллекции СибБС ТГУ – 55.2% от общего числа видов, занесенных в Красную книгу Томской обл. [28]; а также в ЦСБС – 35.7% и КузБС – 29.7% от общего числа видов, занесенных в Красные книги Новосибирской [26] и Кемеровской обл. [24] соответственно. Не менее важным аспектом является сохранение в коллекции природного генофонда местной флоры, а не привлечение материала из других интродукционных центров. Следует отметить, что во многих ботанических садах Сибирского региона преобладают образцы, собранные в природных местообитаниях. Они являются резервным фондом для реинтродукционных работ при сокращении численности редких видов в природных ценопопуляциях.

Анализ коллекционных фондов растений природной флоры предполагает комплексный подход. Так, например, показательными могут быть результаты сопоставления таксономического, эколого-географического и биоморфологического анализа исследованных видов и их интродукционной устойчивости. Комплексный анализ редких видов растений проведен на примере коллекционных фондов Сибирского ботанического сада ТГУ.

АНАЛИЗ КОЛЛЕКЦИИ СИБИРСКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА ТОМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Сибирский ботанический сад ТГУ является старейшим в азиатской части России исследовательским и образовательным учреждением, включающим уникальный для северных широт оранжерейно-тепличный комплекс, Заповедный парк и Экосистемную дендрологическую территорию. Ботанический сад занимает площадь 117 гектаров, в коллекциях открытого и закрытого грунта представлено более 9 тыс. видов, форм и сортов. Привлечение растений в коллекционные фонды ботанического сада осуществляется как из природных местообитаний, так и путем обмена с ботаническими учреждениями России и стран зарубежья. Структура сада включает 9 лабораторий, основной задачей которых является разработка научных основ интродукции хозяйственно-ценных и редких растений мировой флоры [109, 110].

Редкие и исчезающие растения Сибири в СибБС ТГУ представлены в коллекциях нескольких лабораторий, направление деятельности которых связано с исследованием лекарственных, декоративных и сельскохозяйственных растений. Однако большая часть охраняемых видов сосредоточена в коллекции Лаборатории редких растений.

Основной способ размещения растений в коллекции – мелкоделяночный, однако часть видов представлена в различных тематических экспозициях, которые рассредоточены на Экосистемной дендрологической территории и в Заповедном парке. Редкие виды степных и высокогорных сообществ представлены в демонстрационной экспозиции “Каменистая горка”. Виды лесных и лугово-лесных сообществ высажены под пологом древесного яруса в Заповедном парке, в котором смоделированы различные варианты растительных сообществ: черневая тайга, смешанный лес, кедрач, липовый остров и др. Особый интерес в коллекции представляют реликты (*Scrophularia umbrosa* Dumort., *Waldsteinia ternata* (Stephan) Fritsch) и виды с узким ареалом (*Gymnospermium altaicum* (Pall.) Spach, *Iris ludwigii* Maxim., *Mertensia pallasii* (L.) G. Don и др.).

По результатам многолетнего исследования редких видов природной флоры Сибири в условиях интродукции подготовлена коллективная монография “Редкие растения природной флоры Сибири в Сибирском ботаническом саду” [11]. В монографии приводятся сведения о происхождении интродукционного материала и обобщены данные о сезонном ритме развития, репродуктивной биологии и устойчивости редких видов в культуре в подзоне южной тайги Западной Сибири.

За основу при анализе коллекционных фондов взята шкала интродукционной оценки Н.В. Трулевич [102]. Оценка устойчивости проводилась для каждого вида, а также по различным группам растений в целом. Устойчивые и высокоустойчивые виды в дальнейшем были объединены нами в группу перспективных видов, а неустойчивые и слабоустойчивые – в группу неперспективных или требующих дополнительных исследований. Коллекция редких растений СибБС ТГУ насчитывает 298 таксонов из 68 семейств и 175 родов. Систематика таксонов принята нами в соответствии со сводкой “Конспект флоры Азиатской России” [13]. В коллекции преобладают покрытосеменные двудольные растения. Доля перспективных устойчивых и высокоустойчивых редких видов растений составляет 78.5% (234 вида). При этом лидирующие по числу видов семейства и роды вносят существенный вклад в долю перспективных видов. Наибольшую долю перспективных видов имеют семейства Ranunculaceae (8.4%), Asteraceae (5.7%) и Poaceae (4.4%), характерные для Северной Евразии. Среди лидирующих родов по числу видов с высокой перспективностью в коллекции выделяются роды *Campanula*, *Artemisia*, *Aquilegia*, *Dianthus*, *Spiraea*, *Stipa*, которые включают только устойчивые и высокоустойчивые виды. Низко- и слабоустойчивые виды значительно преобладают в семействе Orchidaceae – 67% видов семейства, что обусловлено сложной биологией их развития, а также в семействах Lamiaceae и

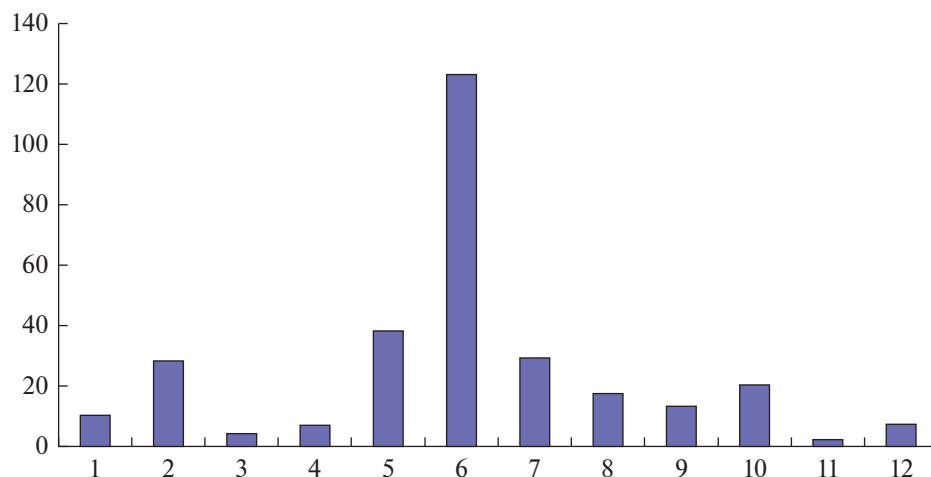


Рис. 1. Спектр жизненных форм редких растений коллекции СибБС ТГУ.

Древесные: 1 – деревья, 2 – кустарники, 3 – кустарнички, 4 – полукустарники и полукустарнички; травянистые поликарпики: 5 – стержнекорневые, 6 – кистекокорневые и короткокорневищные, 7 – длиннокорневищные, 8 – дерновинные, 9 – клубнеобразующие, 10 – луковичные, 11 – лианы; 12 – травянистые монокарпики.

Fig. 1. Spectrum of the life forms of rare plants in the SibBS TSU collection.

Woody: 1 – tree, 2 – shrub, 3 – underhrub, 4 – semishrub/dwarf semishrub; grassy polycarpic: 5 – taproot, 6 – shot-creeping rhizome/fibrous root, 7 – long-creeping rhizome, 8 – cespitose, 9 – tuberous, 10 – bulbous, 11 – liana; 12 – grassy monocarpic.

Fabaceae – по 50% от общего числа исследованных видов.

За основу выделения жизненных форм взята классификация И.Г. Серебрякова [111]. При отнесении растения к той или иной жизненной форме учитывались данные сводки “Флора Сибири” [14] и результаты собственных исследований. В коллекции редких видов растений СибБС ТГУ присутствуют древесные виды, травянистые поликарпики и монокарпики. Спектр жизненных форм приведен на рис. 1. Преобладающее число видов относится к поликарпикам. На долю поликарпических травянистых растений приходится 81% (242 вида), травянистых монокарпиков – 2.3% (7 видов), древесных растений – 16.4% (49 видов). В спектре жизненных форм значительно доминирует биоморфа кистекокорневых/короткокорневищных поликарпиков – 41.3% (123 вида). Среди древесных растений преобладают кустарники, составляющие 9.4% от общей численности коллекции (28 видов). Оценка показателей устойчивости растений различных жизненных форм (табл. 2) позволила установить, что основу коллекции составляют устойчивые и высокоустойчивые кистекокорневые/короткокорневищные поликарпики, на долю которых приходится 31.9% от общего числа видов коллекции. Вклад перспективных видов других биоморф существенно ниже, по каждой из них он составляет менее 10%. Наибольший вес имеют стержнекорневые поликарпики – 8.7%, кустарники – 8.4%, длиннокорневищные поликарпики – 7.4%.

При анализе состава коллекции использована экологическая модификация ботанико-геогра-

фического метода, опирающаяся на выделение флористических комплексов с эколого-ценотическими группами [112]. Виды коллекции по преимущественному произрастанию на территории Сибири были разделены на 4 группы:

1. Аркто-монтанный комплекс объединяет виды, характерные для высокогорий и безлесных участков среднегорий, а также встречающиеся в нижних поясах гор при наличии каменистых обнажений в сочетании с жесткими климатическими факторами.

2. Лесной комплекс объединяет виды, относящиеся к растительной зоне, в которой древесные растения играют роль эдификаторов.

3. Степной комплекс объединяет виды, сформировавшиеся в степной зоне.

4. Лугово-пойменный комплекс объединяет виды азональных местообитаний.

При выделении типов ареалов опирались на флористическое районирование, предложенное А.Л. Тахтаджяном [113], и подходы, описанные в ряде флористических работ [112, 114].

Анализ показал, что в коллекции редких видов СибБС ТГУ преобладают растения, приуроченные преимущественно к зоне степей и остепненным местообитаниям – 106 видов (35.6% общей численности коллекции) (табл. 3). Группа степных видов немного превышает по численности лесные, т.к. они чаще включаются в региональные Красные книги и представляют больший интерес для интродукции. Из степных растений преобладают виды горно-степной поясной-зональной группы – 44 вида (14.8%). Чуть меньше

Таблица 2. Перспективность редких видов коллекции СиБГС ТГУ по жизненным формам
Table 2. The prospects of rare species in the collection of the SibBG TSU according to their life forms

Жизненная форма Life form	Число перспективных видов The number of promising species		Доля в коллекции, % Share in the collection, %	Число перспективных видов The number of promising species		Доля в коллекции, % Share in the collection, %	Всего Total	Доля от общего числа видов в коллекции, % Share of the total number of species in the collection, %
	неустойчивые unstable	слабо устойчивые semistable		устойчивые resistant	высоко-устойчивые highly resistant			
			Число неперспективных видов The number of unpromising species			Доля в коллекции, % Share in the collection, %		
Древесные Woody								
Деревья Trees	0	0	0	8	2	3.4	10	3.4
Кустарники Shrubs	0	3	1.0	20	5	8.4	28	9.4
Кустарнички Undershubs	0	2	0.7	1	1	0.7	4	1.4
Полукустарники/полукустарнички Semishrubs/dwarf semishrubs	1	1	0.7	5	0	1.7	7	2.4
Травянистые поликарпики Grassy polycarpic								
Стержнекорневые Taproot	2	10	4.0	23	3	8.7	38	12.7
Короткокорневищные/кистекоорневые Short-creeping rhizome/fibrous root	5	23	9.4	72	23	31.9	123	41.3
Длиннокорневищные Long-creeping rhizome	3	4	2.3	14	8	7.4	29	9.7
Дерновинные Cespitose	1	2	1.0	12	2	4.7	17	5.7
Клубневые Tuberous	0	1	0.3	7	5	4.0	13	4.3
Луковичные Bulbous	0	2	0.7	14	4	6.0	20	6.7
Лианы Lianas	0	0	0	2	0	0.7	2	0.7
Травянистые монокарпики Grassy monocarpic								
Монокарпики Monocarpic	1	2	1.0	3	1	1.3	7	2.3

Таблица 3. Эколого-географический спектр редких видов коллекции СибБС ТГУ
 Table 3. Ecological and geographical spectrum of rare species of the SibBG TGU collection

Типы ареалов Types of habitats	Флористические комплексы и поясно-зональные группы Floristic complexes and belt and zonal groups																	Всего видов Total of species	Доля от общего числа видов % of the total number of species, %	
	лесной комплекс forest complex				степной комплекс steppe complex				аркто-монтанный комплекс arctic montane complex				лугово-пойменный комплекс meadow-floodplain complex							
	ЛЕ FG	ТХ DC	СХ LC	ПБ PB	Всего Total	ЛС FS	ГС MS	СС ST	Всего Total	ВВ AL	ТВ TH	ММ MM	ГМ GM	Всего Total	ЛГ ME	ВВ WE	ПР RI			Всего Total
ЦП	1	4	2	2	9	0	2	0	2	3	2	6	1	12	0	2	0	2	25	8.4
СР	14	6	5	4	29	19	11	11	41	0	1	3	3	7	13	3	2	18	95	31.9
ЕА	1	1	1	0	3	0	1	1	2	0	0	0	2	2	3	0	0	3	10	3.4
ЕЕ	2	1	3	9	15	3	8	1	12	0	0	0	0	0	8	1	1	10	37	12.4
АА	1	2	6	0	9	1	1	0	2	0	0	2	1	3	1	0	0	1	15	5.0
АА	1	0	0	0	1	2	4	2	8	3	0	2	0	5	1	0	0	1	15	5.0
ВА	1	2	0	0	3	1	7	3	11	4	1	3	3	11	0	0	0	25	8.4	
ЕА	1	0	2	1	6	4	5	2	11	0	0	0	0	0	2	0	0	19	6.4	
СА	1	2	2	1	6	4	5	2	11	0	0	0	0	0	0	0	2	19	6.4	
НА	5	3	3	3	14	4	2	3	9	1	0	2	0	3	4	1	1	6	32	10.7
ЦА	3	2	2	1	8	3	3	2	8	0	0	5	1	6	0	1	2	3	25	8.4
СА	30	23	24	20	97	37	44	25	106	11	4	23	11	49	32	8	6	46	298	
ЮС	10.2	7.7	8.0	6.7	32.6	12.4	14.8	8.4	35.6	3.7	1.3	7.7	3.7	16.4	10.7	2.7	2.0	15.4		100
SS																				
ES																				
ЭН																				
EN																				

Примечание. Поясно-зональные группы лесного комплекса: ЛЕ – группа лесных растений без четко выраженной приуроченности, ТХ – темнохвойно-лесная, СХ – светлохвойно-лесная, ПБ – пребореальная; поясно-зональные группы степного комплекса: ЛС – лесостепная, ГС – горностепная, СС – собственно степная группа; поясно-зональные группы аркто-монтанного комплекса: ВВ – собственно высокогорная, ТВ – тундрово-высокогорная, ММ – горная, ГМ – гиларкто-монтанная; поясно-зональные группы лугово-пойменного комплекса: ЛГ – луговая, ВВ – водно-болотная, ПР – прирусловая. Типы ареалов: ЦП – циркумполярный или борсальный голарктический; ЕА – евразийский (внетропический) элемент; АА – азиатско-американский элемент; ВА – восточно-азиатский элемент; СА – северо-азиатский элемент; ЦА – центрально-азиатский элемент; ЮС – южно-сибирский элемент; ОА – общеазиатский элемент; ЕС – евросибирский элемент; ЭН – эндемичный элемент. Note. Belt and zonal groups of the forest complex: FG – group of forest plants with no distinct confinement, DC – dark coniferous forest, LC – light coniferous forest, PB – preboreal; belt and zonal groups of the steppe complex: FS – forest-steppe, MS – mountain-steppe, ST – steppe group; belt and zonal groups of arctomontane complex: AL – alpine, TH – tundra-highland, MM – mountainous, GM – hyper-arctomontane; belt and zonal groups of meadow-floodplain complex: ME – meadow, WE – wetland, RI – riparian. Types of habitats: CP – circumpolar or boreal holarctic; EA – Eurasian (extratropical) element; AA – Asian-American element; VA – East Asian element; NA – North Asian element; CA – Central Asian element; SS – South Siberian element; AW – all-Asian element; ES – Euro-Siberian element; EN – endemic element.

Таблица 4. Перспективность редких видов коллекции СиББС ТГУ по флористическим комплексам
Table 4. The prospects of rare species in the collection of SibBG TSU according to the floristic complexes

Флористический комплекс Floristic complex	Неперспективные Unpromising		Всего Total	% от общего числа видов % of the total number of species	Перспективные Promising		Всего Total	Доля от общего числа видов, % Share of the total number of species, %
	неустойчивые unstable	слабо устойчивые semistable			устойчивые stable	высокоустойчивые highly stable		
Лесной Forest	2	11	13	4.4	52	32	84	28.2
Степной Steppe	9	22	31	10.3	67	8	75	25.2
Аркто-монтанный Arctic montane	1	8	9	3.0	35	5	40	13.4
Лугово-пойменный Meadow-floodplain	1	9	10	3.4	27	9	36	12.1
Всего Total	13	50	63	21.1	181	54	235	78.9
% от общего числа видов % of the total number of species	4.4	16.8			60.7	18.1		100

лесостепных – 37 видов (12.4%) и собственно степных – 25 видов (8.3%). Треть степных видов (41 вид; 38.7% степных видов и 13.7% от всей коллекции) имеют евразийский ареал. Больше всего евразийских степных видов сосредоточено в лесостепной поясно-зональной группе (19 видов; 18% степных; 6.4% всей коллекции) (табл. 3). Кроме того в группе степных видов выделяются по численности восточно-азиатские (12 видов; 11.3% степных растений коллекции), южно-сибирские и общеазиатские (по 11 видов; 10.4% каждая группа).

На втором месте в коллекции находится группа видов лесного комплекса (97 видов; 32.6% коллекции). Здесь преобладают виды с широкой экологией, произрастающие в различных лесных местообитаниях (30 видов; 10.2%). Видов темнохвойных, светлохвойных и пребореальных лесов примерно одинаковое количество: 23, 24 и 20 видов соответственно. Среди видов лесного комплекса большинство, как и в предыдущей группе, составляют евразийские виды (29 видов; 29.9% лесных видов; 9.7 от общей численности коллекции). Из других геоэлементов выделяются виды с восточно-азиатским (15 видов; 15.5% лесных видов) и евросибирским (14 видов; 14.4%) ареалами.

К группе аркто-монтанных видов отнесено 49 видов (16.4% от общего числа видов коллекции), к лугово-пойменным – 46 видов (15.4%). В аркто-монтанном комплексе преобладают виды с циркумполярным и южно-сибирским ареалами, отсутствуют виды, имеющие восточно-азиатский и общеазиатский ареалы. Лугово-пойменный комплекс видов в коллекции представлен, в основном, видами луговой группы. Он на 39% состоит из евразийских видов и на 21.7% – из видов с восточно-азиатским ареалом.

Эндемиков и субэндемиков отдельных районов Сибири в коллекции СиББС ТГУ насчитывается 25 видов (8.4% от общего состава коллекции). Больше всего их в лесной и степной группах (табл. 3).

Распределение растений различных флористических комплексов по устойчивости в культуре представлено в табл. 4.

Анализ коллекции СиББС ТГУ выявил, что на сегодняшний день в ее составе представлены виды, в основном демонстрирующие высокие показатели экологической адаптации, продолжительное время сохраняющиеся в коллекции ботанического сада и составляющие ее основу. Трудно поддающиеся интродукции виды, как правило, узко специализированы, у них зачастую отсут-

Таблица 5. Перспективность редких видов коллекции СибБС ТГУ по эколого-географическим группам
Table 5. The prospects of rare species in the SibBG TSU collection according to the ecological and geographical groups

Флористические комплексы Floristic complex	Типы ареалов Types of habitats									
	ЦП CP	ЕА EE	АА AA	ВА EA	СА NA	ЦА CA	ЮС SS	ОА AW	ЕС ES	ЭН EN
Лесной Forest	7/2 ¹	25/4	3/0	12/3	8/1	1/0	3/0	5/1	13/1	7/1
Степной Steppe	1/1	33/8	0/2	10/2	2/0	5/3	5/6	6/5	6/3	7/1
Аркто-монтанный Arctic montane	10/2	7/0	2/0	0/0	3/0	2/3	9/2	0/0	2/1	5/1
Лугово-пойменный Meadow-floodplain	0/2	15/3	3/0	6/4	1/0	1/0	0/0	2/0	5/1	3/0

Примечание. Обозначения типов ареалов те же, что в табл. 3. ¹В числителе – число перспективных видов, в знаменателе – число неперспективных.

Note. The designations of the types of habitats are the same as in Table 3. ¹The Numerator – the number of promising species, denominator – the number of unpromising species.

ствуют приспособительные признаки к новым условиям произрастания [9]. Такие виды в интродукции неперспективны, в коллекциях практически не представлены, либо постоянно выпадают. Этим можно объяснить незначительную долю неустойчивых видов в коллекции СибБС ТГУ.

Среди устойчивых и высокоустойчивых растений преобладают виды лесной группы (85.6% лесных видов; доля в составе коллекции 28.2%), что вполне закономерно для Томской обл., располагающейся в лесной зоне Западной Сибири. При формировании коллекции, как правило, учитывалась принадлежность вида к лесной группе, как наиболее перспективной для интродукции в данной зоне. Среди высокоустойчивых лесных видов можно отметить *Actaea erythrocarpa* Fisch., *Asarum europaeum* L., *Erythronium sibiricum*, *Waldsteinia ternata* и др.

Интересным фактом оказалась устойчивость степных видов (25.2% от общего состава коллекции; 70.8% от степных видов), хотя ранее существовало предположение, что растения этой группы преимущественно неперспективны в нашем регионе. Этот факт свидетельствует о том, что нельзя отказываться от попыток интродукции редких видов, зачастую их устойчивость связана с микроклиматическими условиями экспериментального участка, с отбором устойчивых образцов, либо историей формирования вида, его биоморфой. К перспективным в коллекции степным видам относятся, например, *Aconitum anthoroides* DC., *Allium nutans*, *Artemisia gmelinii* Weber ex Stechm., *Artemisia laciniata* Willd., *Artemisia latifolia* Ledeb., *Galatella angustissima* (Tausch.) Novopokr., *Hemerocallis minor* Mill., *Lilium pumilum*, *Paeonia lactiflora* и др. Некоторые из этих растений произ-

растают на территории Томской обл. и располагаются на границе ареала. Их привлечение из местной флоры способствовало отбору перспективных образцов для сохранения видов в коллекции СибБС ТГУ, однако те же самые виды, привлеченные из отдаленных регионов, не всегда проявляли высокую степень адаптации к условиям культуры. Не менее устойчивы в коллекции представители аркто-монтанной и лугово-пойменной групп, однако их доля в коллекции намного ниже, чем первых двух групп.

Анализ по эколого-географическим группам позволил оценить перспективность выращивания той или иной группы в условиях интродукции в лесной зоне Западной Сибири (табл. 5). Преобладающая доля перспективных интродуцентов приходится на виды с евразийским ареалом (26.8% от общего числа видов). Самую большую долю перспективных для выращивания в культуре растений составляют широкоареальные евразийские степные виды (13.8% видов; 31.1% от числа степных видов). Возможно, широкоареальные степные растения отличаются большой экологической пластичностью и способны адаптироваться к условиям культуры. Этот показатель мы планируем учитывать в дальнейшем при формировании коллекции редких растений и прогнозировании успешности интродукции.

Существенный вклад в коллекцию вносят евразийские лесные виды (9.7% от общего числа видов в коллекции и 30% от числа лесных видов). Среди перспективных лугово-пойменных видов также преобладают виды с евразийским ареалом (доля в коллекции – 5.0%; 32.6% от числа лугово-пойменных видов).

Аркто-монтанные виды предъявляют особые требования к условиям произрастания, поэтому в коллекции этих видов в 2 раза меньше, чем лесных и степных. В основном это широкоареальные виды. Для перспективных аркто-монтанных видов отмечено преобладание видов с циркумполярным (3.4% от общего числа видов коллекции; 20.4% аркто-монтанных видов) и южно-сибирским (3.0% от общего числа видов коллекции; 18.4% аркто-монтанных видов) ареалами. Перспективность в коллекции демонстрируют и восточно-азиатские лесные (4.0% от общего состава коллекции и 12.4% от числа лесных видов в коллекции) и степные (3.4% и 9.4% соответственно) виды.

Эндемики и субэндемики отдельных районов Сибири, выращиваемые в коллекции СибБС ТГУ, составляют незначительную долю в силу своей малочисленности (25 видов), но характеризуются стабильностью в условиях культуры: 88% растений из этой группы отнесены нами к перспективным видам. Среди перспективных видов стоит выделить *Hylotelephium populifolium*, *Iris ludwigii*, *Sibiraea altaiensis* (Laxm) Schneider, *Gymnospermium altaicum*, *Erythronium sibiricum* и др. Эндемичные виды являются особо ценными объектами коллекций. Однако многие из них имеют специфические требования к условиям выращивания, которые зачастую трудно создать в культуре. Если в результате неоднократных попыток интродукции таких видов не подобраны устойчивые образцы или приемы выращивания растений, то стоит рекомендовать другие способы сохранения видов: создание генетических банков семян и *in vitro*.

Проведенный анализ показал, что при отборе ассортимента для формирования устойчивых коллекций редких видов необходимо учитывать ареал растений, отдавая предпочтение широкоареальным видам, обладающим высокой степенью пластичности при адаптации к изменяющимся условиям. Такие виды должны составлять основу коллекции, но также нельзя отказываться от попыток интродукции и узкоареальных редких видов, которые требуют определенных затрат на создание оптимальных условий культивирования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сохранение биоразнообразия растительного мира признано мировой общественностью одной из ключевых проблем в области охраны природы. По состоянию на 2019 г. примерно третья часть флоры Сибири (1454 таксона) находится в неблагоприятном состоянии и занесена в Красные книги различных регионов Сибири (всего издано 17 региональных Красных книг). Значительная роль в деле сохранения генетических ресурсов растений отводится интродукции растений в ботанических садах.

На территории Сибири насчитывается 23 ботанических сада и родственных им учреждений, в которых на сегодняшний день накоплен значительный генофонд редких и исчезающих растений сибирской флоры. Наиболее крупными центрами интродукционных исследований редких видов на территории Сибири выступают ЦСБС СО РАН (438 редких видов), СибБС ТГУ (298 видов), Якутский ботанический сад СО РАН (196 видов), Кузбасский ботанический сад (159 видов). Важнейшим итогом по интродукции растений в ботанических садах стала коллективная монография “Интродукция растений природной флоры Сибири” (2017). По представленным в ней данным выявлено, что в коллекциях 8 региональных ботанических садов выращивается и сохраняется 581 редкий вид, что составляет примерно 40% от общего числа охраняемых растений. Установлено, что значительное количество культивируемых редких видов (61.4%) выращиваются в коллекциях только одного или двух ботанических садов, т.е. они практически не обеспечены охраной *ex situ*. Самые неприхотливые виды, представленные практически во всех ботанических учреждениях Сибири: *Dasiphora fruticosa*, *Lonicera tatarica*, *Paeonia anomala*, *Polygonatum odoratum*, *Sorbus sibirica*, *Veronica incana*.

Анализ коллекций ботанических садов Сибири показал, что редкие виды местной флоры представлены в их фондах далеко не полностью. Так, наиболее полно редкие растения региона представлены в коллекции СибБС ТГУ – 55.2% от общего числа видов, включенных в Красную книгу Томской обл., а также в ЦСБС СО РАН – 35.7% и КузБС – 29.7% от общего числа видов, включенных в Красные книги Новосибирской и Кемеровской областей соответственно.

Наличие данных об успешности интродукции редких видов в трех и более сибирских садах, позволило провести дополнительный анализ перспективности их выращивания в условиях *ex situ*. Установлено, что в коллекциях присутствуют преимущественно устойчивые и высокоустойчивые виды. Слабоустойчивые и неустойчивые виды представлены незначительно и, вероятно, по итогам интродукционного испытания, выводятся из коллекции, так как их поддержание крайне затруднено. В настоящее время существуют различные методики оценки интродукционной устойчивости редких и исчезающих видов растений в условиях Сибири. Все они могут быть использованы при подведении итогов интродукционного эксперимента.

Комплексная оценка видов позволяет оценить состояние коллекционных фондов и разработать научно-обоснованный подход к их формированию. На основе таксономического, биоморфологического и эколого-географического анализов

редких видов коллекции СибБС ТГУ и сопоставления их интродукционной устойчивости была сделана попытка спрогнозировать перспективность выращивания интродуцентов в условиях лесной зоны Западной Сибири. Таксономический анализ показал, что лидирующие по количеству видов семейства и роды коллекции вносят существенный вклад в долю перспективных видов. Биоморфологический анализ позволил установить, что перспективностью в культуре отличаются кистекорневые/короткокорневищные поликарпики. Эколого-географический анализ выявил преобладание в коллекции перспективных широкоареальных евразийских степных и лесных видов. Интересным результатом оказалась устойчивость

многих степных видов, хотя ранее существовало предположение, что растения этой группы преимущественно неперспективны в лесной зоне Западной Сибири. Этот факт свидетельствует о том, что нельзя останавливаться на попытках интродукции редких видов, так как зачастую их устойчивость связана с формированием благоприятных микроклиматических условий при создании экспозиций и отбором устойчивых образцов.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-14-50338.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Соболевская К.А.* 1991. Интродукция растений в Сибири. Новосибирск. 184 с.
2. *Raven P.H., Chase J.M., Pires J.C.* 2011. Introduction to special issue on biodiversity. – *Amer. J. Bot.* 98(3): 333–335. <https://doi.org/10.3732/ajb.1100055>
3. *Convention on Biological Diversity.* 2012. Global Strategy for Plant Conservation: 2011–2020. Richmond, UK. 36 p. https://www.publicgardens.org/file/377/download?token=9aia_STw
4. *Цицин Н.В.* 1975. Задачи ботанических садов в области охраны растений. – *Бюлл. ГБС.* 95: 11–17.
5. *Горбунов Ю.Н., Демидов А.С.* 2012. Особо охраняемые природные территории Российской Федерации. Ботанические сады и дендрологические парки. М. 358 с.
6. *Красная книга Российской Федерации (растения и грибы).* 2008. М. 855 с. <http://oopt.aari.ru/ref/38>
7. *Генофонд растений Красной книги Российской Федерации, сохраняемый в коллекциях ботанических садов и дендрариев.* 2012. М. 220 с.
8. *Соболевская К.А.* 1984. Исчезающие растения Сибири в интродукции. Новосибирск. 221 с.
9. *Семенова Г.П.* 2007. Редкие и исчезающие виды флоры Сибири: биология, охрана. Новосибирск. 408 с.
10. *Амельченко В.П.* 2010. Редкие и исчезающие растения Томской области (анатомия, биоморфология, интродукция, реинтродукция, кариология, охрана). Томск. 238 с. <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/services/Download/vtls:000406193/SOURCE1>
11. *Редкие растения природной флоры Сибири в Сибирском ботаническом саду.* 2015. Томск. 198 с.
12. *Интродукция растений природной флоры Сибири.* 2017. Новосибирск. 495 с. http://www.kuzbs.ru/images/stories/pdf/izdania/introdukciya_rasteniy.pdf
13. *Конспект флоры Азиатской России: Сосудистые растения.* 2012. Новосибирск. 640 с. http://www.csbg.nsc.ru/uploads/sistematic/Conspect_Flora.pdf
14. *Флора Сибири.* 1987–2003. Т. 1–14. Новосибирск.
15. *Красная книга Алтайского края.* 2016. Том 1. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов. Барнаул. 292 с. <http://oopt.aari.ru/ref/1713>
16. *Красная книга Забайкальского края. Растения.* 2017. Новосибирск. 384 с. <http://oopt.aari.ru/ref/2021>
17. *Красная книга Красноярского края.* 2012. Т. 2. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений и грибов. Красноярск. 572 с. <http://oopt.aari.ru/ref/689>
18. *Красная книга Республики Алтай (растения).* 2017. Горно-Алтайск. 267 с. <http://oopt.aari.ru/ref/2023>
19. *Красная книга Республики Бурятия: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных, растений и грибов.* 2013. Улан-Удэ. 688 с. <http://oopt.aari.ru/ref/803>
20. *Красная книга Республики Саха (Якутия).* 2017. Т. 1. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов. М. 412 с.
21. *Красная книга Республики Тыва (животные, растения и грибы).* 2018. Воронеж. 564 с. <http://oopt.aari.ru/ref/2024>
22. *Красная книга Республики Хакасия: редкие и исчезающие виды растений и грибов.* 2012. Новосибирск. 288 с. <http://oopt.aari.ru/ref/1100>
23. *Красная книга Иркутской области.* 2010. Иркутск. 480 с. <http://oopt.aari.ru/ref/286>
24. *Красная книга Кемеровской области.* 2012. Т. 1. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов. Кемерово. 208 с. <http://oopt.aari.ru/ref/358>
25. *Красная книга Курганской области.* 2012. Курган. 448 с. <http://oopt.aari.ru/ref/687>

26. Красная книга Новосибирской области: Животные, растения и грибы. 2018. Новосибирск. 588 с.
27. Красная книга Омской области. 2015. Омск. 636 с. <http://oort.aari.ru/ref/1716>
28. Красная книга Гомской области. 2013. Гомск. 504 с. http://green.tsu.ru/upload/File/krasnaya_kniga_novaya.pdf
29. Красная книга Тюменской области: животные, растения, грибы. 2004. Екатеринбург. 495 с. <http://oort.aari.ru/ref/304>
30. Красная книга Ханты-Мансийского автономного округа – Югры: животные, растения, грибы. 2013. Екатеринбург. 460 с. <http://oort.aari.ru/ref/736>
31. Красная книга Ямало-Ненецкого автономного округа: животные, растения, грибы. 2010. Екатеринбург. 308 с. <http://oort.aari.ru/ref/99>
32. Информационный портал ботанических садов. <http://garden.karelia.ru/?id=2>
33. Стратегия ботанических садов России по сохранению биоразнообразия растений. 2003. М. 32 с. <http://ibrc.ysn.ru/wp-content/uploads/2017/03/СТРАТЕГИЯ-Ботсадов-России.pdf>
34. Дорогина О.В., Елисафенко Т.В. 2014. Роль Центрального сибирского ботанического сада (г. Новосибирск) в сохранении редких и исчезающих видов растений Азиатской России. – Раст. мир Азиатской России. 1(13): 77–84. <http://izdatgeo.ru/pdf/rast/2014-1/77.pdf>
35. Елисафенко Т.В., Дорогина О.В., Новикова Т.И. 2018. Пути сохранения редких и исчезающих видов растений Сибири в Центральном сибирском ботаническом саду. – В сб.: Ботаника в современном мире: Тр. XIV съезда РБО. Т. 2. Махачкала. С. 257–260. https://www.binran.ru/files/publications/Proceedings/Proceedings_RBO/XIV_RBO_Proceedings_T2.pdf
36. Васильева О.Ю., Фомина Т.И., Шауло Н.Д. 2009. Биологические особенности некоторых представителей подсемейства *Sedoideae* Berger (Crassulaceae) при интродукции в ЦСБС СО РАН. – Раст. мир Азиатской России. 1(3): 100–104. <http://izdatgeo.ru/pdf/rast/2009-1/100.pdf>
37. Буглова Л.В., Кузнецова О.В., Некрашевич Я.Г. 2011. Биологические особенности семян некоторых видов *Trollius* L. и *Raemonia* L. – Уч. зап. ЗабГГПУ им. Н.Г. Чернышевского. Сер. Естеств. науки. 1(36): 151–157.
38. Седельникова Л.Л. 2013. К биологии *Erythronium sibiricum* (Liliaceae). – Вестн. КрасГАУ. 7: 106–114. <http://www.kgau.ru/vestnik/content/2013/7.13.pdf>
39. Комина О.В. 2014. Биологические особенности некоторых видов рода *Raemonia* L. при интродукции в лесостепной зоне Западной Сибири: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск. 19 с.
40. Курочкина Н.Ю. 2014. Онтогенез *Primula macrocalyx* Bunge в агропопуляциях в Центральном сибирском ботаническом саду. – Вестн. АГАУ. 7(117): 96–99. <http://www.asau.ru/vestnik/2014/7/096-099.pdf>
41. Елисафенко Т.В. 2018. Род *Viola* L. в Сибири (биология, сохранение видовой разнообразия): Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Новосибирск. 33 с.
42. Карнаухова Н.А., Сыева С.Я. 2012. Опыт создания искусственных популяций *Hedysarum theinum* (Fabaceae). – Раст. мир Азиатской России. 2(10): 142–149. <http://izdatgeo.ru/pdf/rast/2012-2/142.pdf>
43. Набиева А.Ю., Елисафенко Т.В. 2012. Особенности размножения редких сибирских видов рода *Iris* L. – *I. glaucescens* Bunge и *I. bloudowii* Ledeb. в условиях культуры. – Turczaninowia. 15(1): 80–84.
44. Эрст А.А., Железниченко Т.В., Новикова Т.И., Дорогина О.В., Банаев Е.В. 2014. Эколого-географическая изменчивость копеечника чайного и особенности его размножения в культуре *in vitro*. – Сибирский экологический журнал. 1: 87–92. <https://www.sibran.ru/upload/iblock/312/3123db08ddb308622сеса88e0f34dcb6.pdf>
45. Елисафенко Т.В. 2008. Онтогенез и структура ценопопуляций *Coluria geoides* (Pall.) Ledeb. (*Rosaceae*) в Центральном Алтае. – Бот. журн. 93(8): 1239–1249. http://arch.botjournal.ru/?t=issues&id=20080808&rid=pdf_0004910
46. Елисафенко Т.В. 2010. Особенности онтогенеза *Iris humilis* (Iridaceae) в естественных условиях в Центральном Алтае и в условиях интродукции в г. Новосибирске. – Раст. ресурсы. 46(4): 21–34.
47. Селютин И.Ю., Черкасова Е.С., Карнаухова Н.А. 2008. Структура ценопопуляций редкого вида *Gueldenstaedtia topophylla* (Fabaceae) в Центральном Алтае. – Бот. журн. 93(9): 1414–1423. http://arch.botjournal.ru/?t=issues&id=20080909&rid=pdf_0004911
48. Гусева А.А., Черемушкина В.А. 2017. Морфогенез и состояние ценопопуляций эндемичного вида *Scutellaria tuvensis* (Lamiaceae). – Бюлл. МОИП. Отдел биологический. 122(2): 68–77. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29143687>
49. Денисова Г.Р., Черемушкина В.А., Асташенков А.Ю., Таловская Е.Б. 2018. Онтоморфогенез и оценка состояния ценопопуляций *Dracoscephalum argunense* (Lamiaceae) на границе ареала. – Бот. журн. 103(4): 427–440. <https://doi.org/10.1134/S0006813618040014>
50. Черемушкина В.А. 2004. Биология луков Евразии. Новосибирск. 279 с.
51. Коропачинский И.Ю. 2016. Арборифлора Сибири. Новосибирск. 578 с.
52. Жмудь Е.В., Елисафенко Т.В., Ачимова А.А., Кубан И.Н., Ямтыров М.Б., Дорогина О.В. 2018. Состояние ценопопуляций редкого вида *Brachanthemum krylovii* Serg. (Asteraceae) в Республике Алтай. – Вестн. Том. гос. ун-та. Биология. 41: 53–74. <https://doi.org/10.17223/19988591/41/4>
53. Жмудь Е.В., Ачимова А.А., Ямтыров М.Б. 2019. Уточнение местонахождения редкого вида для Республики Алтай (РА) караганы гривастой (*Caragana jubata* (Pall.) Poiret) с целью проведения ценопопуляционных ис-

- следований, а также мониторинг редких видов рода *Rhodiola* L. в высокогорьях Юго-Восточного и Центрального Алтая. — Полевые исследования в Алтайском биосферном заповеднике. 1: 17–21. <http://www.altzapoved.ru/info/nauka/trudy/sbornik-2019.aspx>
54. Горно-Алтайский ботанический сад. <http://g-abs.ru/science>
55. Игнатенко Н.А. 1995. Биологические основы интродукции и реинтродукции неморального реликта *Brunnera sibirica* Stev. (Voraginaceae) в Томской области: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Томск. 18 с.
56. Амельченко В.П., Шилова И.В., Кувачева Н.В. 2009. Особенности развития и компонентный состав *Alfredia cernua* (Asteraceae) в условиях интродукции (г. Томск). — Раст. ресурсы. 45(2): 23–30.
57. Беляева Т.Н., Бутенкова А.Н., Прокопьев А.С. 2016. Особенности семенного размножения некоторых видов рода *Primula* L. (первоцвет) в связи с перспективами их практического использования. — Современные проблемы науки и образования. 5. <http://www.science-education.ru/pdf/2016/5/25439.pdf>.
58. Зиннер Н.С. 2011. Биологические особенности *Hedysarum alpinum* L. и *Hedysarum theinum* Krasnob. при интродукции в условиях лесной зоны Западной Сибири: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Томск. 19 с.
59. Свиридова Т.П. 1982. Интродукция некоторых видов рода *Rhodiola* в лесную зону Западной Сибири: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Томск. 19 с.
60. Харина Т.Г., Окладникова Н.Н., Лещук Р.И. 2005. Морфобиологические и биохимические особенности шлемника байкальского при интродукции. — В сб.: Ботанические сады как центры сохранения биоразнообразия и рационального использования растительных ресурсов: Материалы Междунар. конф. М. С. 517–519.
61. Свиридова Т.П., Ревина Т.А., Яковлева И.А. 1993. Биологические и химические особенности видов рода *Rhaponticum* Ludw., выращиваемых на юге Томской области. — Раст. ресурсы. 3: 50–57.
62. Катаева Т.Н., Прокопьев А.С. 2017. Биологические особенности представителей рода *Gentiana* (Gentianaceae) в условиях интродукции на юге Томской области. — Вестн. Том. гос. ун-та. Биология. 38: 45–67. <https://doi.org/10.17223/19988591/38/3>
63. Малахова Л.А., Амельченко В.П., Катаева Т.Н. 2008. Цитогенетические исследования редких растений Томской области в СибБС — методическая основа сохранения их биоразнообразия. — Вестн. Том. гос. ун-та. Биология. 2(3): 73–82. http://journals.tsu.ru/biology/&journal_page=archive&id=742&article_id=17196
64. Амельченко В.П. 2009. Принципы и методы реинтродукции редких видов растений в СибБС ТГУ. — В сб.: Проблемы промышленной ботаники: Материалы II Междунар. конф. Кемерово. С. 9–14.
65. Прокопьев А.С., Бытотова С.В. 2014. Структура ценопопуляций видов рода *Sedum* (Crassulaceae) в различных эколого-ценогических условиях на юге Сибири. — Раст. ресурсы. 50(3): 415–430.
66. Прокопьев А.С., Катаева Т.Н. 2017. Состояние ценопопуляций некоторых редких видов растений Томской области. — Раст. ресурсы. 53(2): 220–237.
67. Кузбасский ботанический сад. 2020. <http://kuzbs.ru>
68. Буко Т.Е., Роднова Т.В. 2014. Результаты первичной интродукции видов рода *Allium* L. (Лук) в Кузбасском ботаническом саду. — Вестн. АГАУ. 7(117): 92–96.
69. Вронская О.О., Роднова Т.В. 2019. Интродукция редких и исчезающих видов в Кузбасском ботаническом саду. — Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. 1(18): 566–569. <https://doi.org/10.14258/pbssm.2019119>
70. Курприянов А.Н., Уфимцев В.И., Манаков Ю.А., Стрельникова Т.О., Курприянов О.А. 2017. Методические рекомендации по реставрации лугово-степной растительности на отвалах угольной промышленности в Кузбассе. Кемерово. 28 с.
71. Афанасьева Е.А. 2011. Охрана некоторых редких видов флоры Якутии (*in situ*, *ex situ*): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Якутск. 24 с.
72. Иванова Н.С., Михайлова Т.А. 2012. Некоторые вопросы интродукции *Potentilla tollii* в ботаническом саду СВФУ. — Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. 11: 92–93.
73. Иванова Н.С. 2017. Современное состояние охраны биоразнообразия флоры Якутии. — Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 19(2): 448–452.
74. Данилова Н.С. 2017. Результаты интродукции редких и эндемичных растений Якутии в Якутском ботаническом саду. — Наука и образование. 1(85): 97–104.
75. Данилова Н.С., Романова А.Ю. 2008. Особенности развития интродуцированных растений Алданского флористического района в Центральной Якутии. — Вестник ЯГУ. 5(1): 12–16.
76. Николаева О.А., Андросова Д.Н. 2015. Уязвимые и эндемичные виды флоры Центральной Якутии в природных сообществах Якутского ботанического сада. — Вестник Алтайского гос. аграр. ун-та. 7: 83–89. <http://www.asau.ru/vestnik/2015/7/083-089.pdf>
77. Захарова В.И. 2011. Редкие и эндемичные растения реликтовых степей Якутии. — Вестник СВФУ. 8(3): 16–22. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20399764>
78. Данилова Н.С., Иванова Н.С., Борисова С.З., Афанасьева Е.А. 2013. Сообщества с *Iris laevigata* Fisch. et С.А. Меу. как экологическая модель для создания реинтродукционных популяций. — Науч. журн. КубГАУ. Биологические науки. 93(09): 1–10. <http://ej.kubagro.ru/2013/09/pdf/60.pdf>

79. Данилова Н.С., Борисова С.З., Иванова Н.С. 2005. Биология охраняемых растений Центральной Якутии. Якутск. 112 с.
80. Петрова А.Е., Романова А.Ю., Назарова Е.И. 2000. Интродукция деревьев и кустарников в Центральной Якутии. Якутск. 268 с.
81. Воронина М.К. 2007. Редкие растения Хакасии в культуре. Новосибирск. 52 с.
82. Кравцова Л.П. 2007. Панцерина серебристая *Panzerina lanata* (L.) Sojak subsp. *argyracea* (Kuprian.) Krestovsk.: биоморфологические и биохимические особенности, интродукция в Хакасии. Новосибирск. 128 с.
83. Мартынова М.А. 2007. Клаусия солнцепечная *Clausia aprica* (Steph) Korn.-Тг.: биологические особенности при интродукции в Хакасии. Новосибирск. 140 с.
84. Шмаков А.И. 2011. Папоротники Северной Азии. Барнаул. 209 с.
85. Davydov E.A., Printzen C. 2012. Rare and noteworthy boreal lichens from the Altai Mountains (South Siberia, Russia). — *Bryologist*. 115(1): 61–73. <https://doi.org/10.2307/41486742>
86. Южно-Сибирский ботанический сад. 2020. <http://ssbg.asu.ru/>
87. Тихомирова Л.И. 2013. Биотехнологические аспекты сохранения редких видов на примере *Iris sibirica* L. — Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 15(3): 1686–1689.
88. Долганова З.В. 2002. Биология и интродукция цветочно-декоративных корневищных многолетников в Западной Сибири. Новосибирск. 232 с.
89. НИИСС имени М.А. Лисавенко. 2020. <http://niilisavenko.org>
90. Полковникова Л.А. 2000. Перспективы культивирования ириса в условиях лесостепи Алтайского края: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Барнаул. 18 с.
91. Калинович С.Е., Филлимонова Е.Н., Кузеванов В.Я. 2016. Общий взгляд на тренды формирования живых коллекций университетского ботанического сада в условиях Байкальской Сибири. — В сб.: Актуальные вопросы деятельности академических естественно-научных музеев: Материалы III Всерос. науч.-практ. конф. Иркутск. С. 50–62. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.18287.84648>
92. Кузеванов В.Я., Сизых С.В. 2011. Определение миссии ботанического сада в системе природопользования в Байкальской Сибири. — Известия Иркут. гос. ун-та. Серия Биология. Экология. 4(2): 44–55. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.18287.84648>
93. Филиппов В.Г., Чернова О.Д. 2010. Интродукция редких видов в ГНОУ “Забайкальский ботанический сад” г. Чита. — В сб.: Ботанические сады — центры изучения и сохранения биоразнообразия: Материалы рег. конф. Якутск. С. 212–220.
94. Чернова О.Д. 2012. Анализ флористического состава сообществ с участием *Quercus mongolica* Fisch. ex Ledeb. в Восточном Забайкалье. — Уч. зап. ЗабГГПУ им. Н.Г. Чернышевского. 1(42): 43–50. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17664487>
95. Дудников П.С. 2012. Интродукция видов рода *Viola* L. в Восточном Забайкалье. — Уч. Зап. ЗабГГПУ им. Н.Г. Чернышевского. Естеств. науки. 1(42): 12–17. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17664482>
96. Першина Н.А., Корыткова Е.П. 2013. Виды рода *Iris* L. (Iridaceae) во флоре Восточного Забайкалья. — Уч. зап. ЗабГГПУ им. Н.Г. Чернышевского. Естественные науки. 1(48): 31–36. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18890610>
97. Ботанический сад Омского ГАУ. <https://www.omgau.ru/uchhoz/botsad/>
98. Науменко Н.И. 2019. Дикорастущие сосудистые растения на территории ботанического сада Курганского государственного университета. — Промышленная ботаника. 19(3): 11–16.
99. Науменко Н.И., Васеева М.А., Мочалов А.С. 2011. Материалы Красной книги Курганской области: растения, нуждающиеся в региональной охране. — Вестник Курганского гос. ун-та. Серия: Естественные науки. 2(21): 59–73. <http://vestnik.kgsu.ru/wp-content/uploads/2017/10/%E2%84%962-21-2011.pdf>
100. Ооржак А.В. 2018. Научные направления ботанического сада Тувинского государственного университета. — В сб.: Естественные науки и образование: достижения и перспективы: Материалы Респуб. Науч.-практ. конф. Кызыл. С. 33–34. <http://www.spsl.nsc.ru/FullText/konfe/ЕстНаука-Образ2018.pdf>
101. Карпионов Р.А. 1985. Травянистые растения широколиственных лесов СССР: эколого-флористическая и интродукционная характеристика. М. 205 с.
102. Трулевич Н.В. 1991. Эколого-фитоценологические основы интродукции растений. М. 215 с.
103. Семенова Г.П. 2001. Интродукция редких и исчезающих растений Сибири. Новосибирск. 132 с.
104. Седельникова Л.Л. 2002. Биоморфология геофитов в Западной Сибири. Новосибирск. 308 с.
105. Данилова Н.С., Романова А.Ю., Рогожина Т.Ю. 2006. Методические аспекты подбора интродуцентов для Центральной Якутии. — Вестник ЯГУ. 3(4): 14–21. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=11732604>
106. Фомина Т.И. 2012. Биологические особенности декоративных растений природной флоры в Западной Сибири. Новосибирск. 179 с.

107. *Соболевская К.А.* 1973. Материалы к флорогенезу при интродукции растений природной флоры. — В кн.: Перспективные полезные растения флоры Сибири. Новосибирск. С. 3–18.
108. *Prokopyev A.S., Chernova O.D.* 2020. Assessment of the success of the introduction of some rare plant species in the Siberian Botanical Garden of Tomsk State University. — IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 421: 1–6.
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/421/5/052034>
109. *Морякина В.А., Беляева Т.Н., Баранова А.Л., Прокопьев А.С.* 2008. Интродукция декоративных видов растений из различных флористических областей Земного шара в лесной зоне Западной Сибири. — Вестн. Том. гос. ун-та. 310: 184–187.
110. *Астафурова Т.П., Прокопьев А.С., Беляева Т.Н.* 2015. Сибирский ботанический сад Томского государственного университета: современные направления деятельности. — В сб.: Проблемы изучения растительного покрова Сибири. Томск. С. 12–14.
<http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/services/Download/vtls:000518009/SOURCE1>
111. *Серебряков И.Г.* 1962. Экологическая морфология растений. М. 378 с.
112. *Старченко В.М.* 2008. Флора Амурской области и вопросы ее охраны: Дальний Восток России. 228 с.
113. *Тахтаджян А.Л.* 1978. Флористические области Земли. Л. 248 с.
114. *Мальшев Л.И., Пешкова Г.А.* 1984. Особенности и генезис флоры Сибири: Предбайкалье и Забайкалье. Новосибирск. 264 с.

Rare Siberian Plants in Cultivation: Species Diversity, Cultivation Assessment

A. S. Prokopyev^{a,*}, O. D. Chernova^a, T. N. Belyaeva^a, T. N. Kataeva^a

^aTomsk State University, Tomsk, Russia

*e-mail: rareplants@list.ru

Abstract—The article summarizes the available information on the Siberian botanical institutions working with rare plants of natural flora. An analysis of their collection showed that a significant gene pool of rare and endangered Siberian plants listed in the regional Red Data Books has been accumulated in the botanical gardens. The largest collections of rare Siberian plants are found in the Central Siberian Botanical Garden (CSBG), Siberian Botanical Garden of Tomsk State University (SibBG TSU), Yakut Botanical Garden (YaBG), Kuzbass Botanical Garden (KuzBG). The most studied and cultivated species are the ones of the economic value or of the special scientific interest. Based on the literature data, the diversity of rare species in the collections of botanical gardens was studied, the success of their cultivation was evaluated, and their prospects in *ex situ* conditions were assessed. To date, there is information on the *ex situ* cultivation of 581 rare Siberian species, which is about 40% of the total number of taxa requiring protection. It has been established that a significant number of cultivated rare species are resistant and highly resistant. Based on a comprehensive analysis of the rare species in the collection of SibBG TSU and assessment of their cultivation stability, the prospects of the introduced species in the forest zone of Western Siberia were predicted.

Keywords: rare plants, botanical gardens, introduction assessment, biodiversity conservation, Red Data Books, Siberia

ACKNOWLEDGEMENTS

The study was funded by RFBR grant supporting research project 19-14-50338.

REFERENCES

1. *Sobolevskaya K.A.* 1991. [Plant Introduction in Siberia]. Novosibirsk. 184 p. (In Russian)
2. *Raven P.H., Chase J.M., Pires J.C.* 2011. Introduction to special issue on biodiversity. — Amer. J. Bot. 98(3): 333–335.
<https://doi.org/10.3732/ajb.1100055>
3. *Convention on Biological Diversity.* 2012. Global Strategy for Plant Conservation: 2011–2020. Richmond, UK. 36 p.
https://www.publicgardens.org/file/377/download?token=9aia_STw
4. *Tsitsin N.V.* 1975. [The objectives of Botanical gardens in the field of plant protection]. — Byulleten GBS. 95: 11–17. (In Russian)
5. *Gorbunov Yu.N., Demidov A.S.* 2012. [Protected areas of the Russian Federation. Botanical gardens and dendrological parks]. Moscow. 358 p. (In Russian)
6. [Red Data Book of the Russian Federation (plants and fungi)]. 2008. Moscow. 855 p. <http://oopt.aari.ru/ref/38> (In Russian)

7. [The gene pool of plants of the Red Data Book of the Russian Federation preserved in the collections of botanical gardens and arboreta]. 2012. Moscow. 220 p. (In Russian)
8. *Sobolevskaya K.A.* 1984. [Endangered Siberian plants in introduction]. Novosibirsk. 221 p. (In Russian)
9. *Semenova G.P.* 2007. [Rare and endangered species of Siberian flora: biology, conservation]. Novosibirsk. 408 p. (In Russian)
10. *Amelchenko V.P.* 2010. [Rare and endangered plants of the Tomsk region (anatomy, biomorphology, introduction, re-introduction, karyology, protection)]. Tomsk. 238 p.
<http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/services/Download/vtls:000406193/SOURCE1> (In Russian)
11. [Rare plants of natural Siberian flora in Siberian Botanical Garden]. 2015. Tomsk. 198 p. (In Russian)
12. [Introduction of plants of the natural Siberian flora]. 2017. Novosibirsk. 495 p.
http://www.kuzbs.ru/images/stories/pdf/izdania/introdukciya_rasteniy.pdf (In Russian)
13. [Conspectus florae Rossiae Asiaticae: plantae vasculares]. 2012. Novosibirsk. 640 p.
http://www.csbg.nsc.ru/uploads/sistematic/Conspect_Flora.pdf (In Russian)
14. [Flora of Siberia]. 1987–2003. V. 1–14. Novosibirsk. (In Russian)
15. [Red Data Book of Altai Territory. V. 1. Rare and endangered species of plants and mushrooms]. 2016. Barnaul. 292 p. <http://oopt.aari.ru/ref/1713> (In Russian)
16. [Red Data Book of the Transbaikal territory. Plants]. 2017. Novosibirsk. 384 p. (In Russian)
17. [Red Data Book of the Krasnoyarsk Territory. Vol. 2. Rare and endangered species of wild plants and fungi]. 2012. Krasnoyarsk. 572 p. <http://oopt.aari.ru/ref/689> (In Russian)
18. [Red Data Book of the Republic of Altai (plants)]. 2017. Gorno-Altaysk. 267 p. <http://oopt.aari.ru/ref/2023> (In Russian)
19. [Red Data Book of the Republic of Buryatia: rare and endangered species of animals, plants and mushrooms]. 2013. Ulan-Ude. 688 p. <http://oopt.aari.ru/ref/803> (In Russian)
20. [Red Data Book of the Republic of Sakha (Yakutia). V. 1. Rare and endangered species of plants and fungi]. 2017. Moscow. 412 p. (In Russian)
21. [Red Data Book of the Republic of Tyva (animals, plants and fungi)]. 2018. Voronezh. 564 p.
<http://oopt.aari.ru/ref/2024> (In Russian)
22. [Red Data Book of the Republic of Khakassia: rare and endangered species of plants and fungi]. 2012. Novosibirsk. 288 p. <http://oopt.aari.ru/ref/1100> (In Russian)
23. [Red Data Book of the Irkutsk region]. 2010. Irkutsk. 480 p. <http://oopt.aari.ru/ref/286> (In Russian)
24. [Red Data Book of the Kemerovo region. Vol. 1. Rare and endangered species of plants and fungi]. 2012. Kemerovo. 208 p. <http://oopt.aari.ru/ref/358> (In Russian)
25. [Red Data Book of the Kurgan region]. 2012. Kurgan. 448 p. <http://oopt.aari.ru/ref/687> (In Russian)
26. [Red Data Book of the Novosibirsk Region: Animals, plants and mushrooms]. 2018. Novosibirsk. 588 p. (In Russian)
27. [Red Data Book of the Omsk Region]. 2015. Omsk. 636 p. <http://oopt.aari.ru/ref/1716> (In Russian)
28. [Red Data Book of Tomsk Region]. 2013. Tomsk. 504 p. http://green.tsu.ru/upload/File/krasnaya_kniga_novaya.pdf (In Russian)
29. [Red Data Book of the Tyumen region: animals, plants, fungi]. 2004. Ekaterinburg. 495 p. <http://oopt.aari.ru/ref/304> (In Russian)
30. [Red Data Book of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Ugra: animals, plants, fungi]. 2013. Ekaterinburg. 460 p.
<http://oopt.aari.ru/ref/736> (In Russian)
31. [Red Data Book of the Yamal-Nenets Autonomous Okrug: animals, plants, fungi]. 2010. Ekaterinburg. 308 p.
<http://oopt.aari.ru/ref/99> (In Russian)
32. [Information portal of the botanical gardens]. <http://garden.karelia.ru/?id=2> (In Russian)
33. [Strategy of the Botanical Gardens of Russia for the conservation of plant biodiversity]. 2003. Moscow. 32 p.
<http://ibpc.ysn.ru/wp-content/uploads/2017/03/СТРАТЕГИЯ-Ботсадов-России.pdf> (In Russian)
34. *Dorogina O.V., Elisafenko T.V.* 2014. Role of the Central Siberian Botanical Garden (Novosibirsk) in the conservation of rare and dangerous species of plants of the Asian Russia. – *Rastitelnyi mir Aziatskoy Rossii*. 1(13): 77–84.
<http://izdatgeo.ru/pdf/rast/2014-1/77.pdf> (In Russian)
35. *Elisafenko T.V., Dorogina O.V., Novikova T.I.* 2018. Ways of conservation of rare and disappearing of plants species of Siberia in Central Siberian Botanical Garden. – In: [Botany in modern world. Proceedings of the XIVth Congress of the Russian Botanical Society]. Vol. 2. Makhachkala. P. 257–260.
https://www.binran.ru/files/publications/Proceedings/Proceedings_RBO/XIV_RBO_Proceedings_T2.pdf (In Russian)
36. *Vasileva O.Yu., Fomina T.I., Shaulo N.D.* 2009. Biological peculiarities of some representatives of the subfamily *Seidoideae* Berger (*Crassulaceae*) in Central Siberian Botanical Garden. – *Rastitelnyi mir Aziatskoy Rossii*. 1(3): 100–104.
<http://izdatgeo.ru/pdf/rast/2009-1/100.pdf> (In Russian)

37. Buglova L.V., Kuznetsova O.V., Nekrashevich Ya.G. 2011. Biological Peculiarities of Seeds in Some Species of *Trollius* L. and *Paeonia* L. — Uchenye zapiski ZabGGPU im. N. G. Chernyshevskogo. Seriya Estestvennye nauki. 1(36): 151–157. (In Russian)
38. Sedelnikova L.L. 2013. About Siberian dogtooth violet (*Erythronium sibiricum* (Liliaceae)) biology. — Vestnik KrasGAU. 7: 106–114. <http://www.kgau.ru/vestnik/content/2013/7.13.pdf> (In Russian)
39. Komina O.V. 2014. [Biological features of some species of the genus *Paeonia* L. introduced in the forest-steppe zone of Western Siberia: Abstr. ... Dis. Doct. (Biology) Sci.]. Novosibirsk. 19 p. (In Russian)
40. Kurochkina N.Yu. 2014. Ontogenesis of *Primula macrocalyx* Bunge in agro-populations in the Central Siberian Botanical Garden. — Vestnik AGAU. 7(117): 96–99. <http://www.asau.ru/vestnik/2014/7/096-099.pdf> (In Russian)
41. Elisafenko T.V. 2018. [Genus *Viola* L. in Siberia (biology, conservation of species diversity): Abstr. ... Dis. Doct. (Biology) Sci.]. Novosibirsk. 33 p. (In Russian)
42. Karnaukhova N.A., Syeva S.Ya. 2012. Experience of creation of artificial populations of *Hedysarum theinum* (Fabaceae). — Rastitelnyi mir Aziatskoi Rossii. 2(10): 142–149. <http://izdatgeo.ru/pdf/rast/2012-2/142.pdf> (In Russian)
43. Nabieva A.Yu., Elisafenko T.V. 2012. Peculiarities of reproduction of rare Siberian species of the genus *Iris* L. — *I. glaucescens* Bunge and *I. bloudowii* Ledeb. in culture. — Turczaninowia. 15(1): 80–84. (In Russian)
44. Erst A.A., Zheleznicenko T.V., Novikova T.I., Dorogina O.V., Banaev E.V. 2014. Ecological and geographic variability of *Hedysarum theinum* and characteristics of its propagation *in vitro*. — Sibirskiy ekologicheskiy zhurnal. 1: 87–92. <https://www.sibran.ru/upload/iblock/312/3123db08ddb308622ceca88e0f34dcb6.pdf> (In Russian)
45. Elisafenko T.V. 2008. Ontogenesis and population structure of *Coluria geoides* (Rosaceae) in the Central Altai. — Botanicheskiy zhurnal. 93(8): 1239–1249. http://arch.botjournal.ru/?t=issues&id=20080808&rid=pdf_0004910 (In Russian)
46. Elisafenko T.V. 2010. Ontogenesis of *Iris humilis* (Iridaceae) in natural habitat in the Central Altai and under introduction in Novosibirsk city. — Rastitelnye resursy. 10: 21–34. (In Russian)
47. Selyutina I.Yu., Cherkasova E.S., Karnaukhova N.A. 2008. The structure of coenopopulations of a rare species *Gueldenstaedtia monophylla* (Fabaceae) in the Central Altai. — Botanicheskiy zhurnal. 93(9): 1414–1423. http://arch.botjournal.ru/?t=issues&id=20080909&rid=pdf_0004911 (In Russian)
48. Guseva A.A., Cheremushkina V.A. 2017. Morphogenesis and state of coenopopulations of the endemic species *Scutellaria tuvensis* (Lamiaceae). — Byulleten MOIP. Otdel biologicheskiiy. 122(2): 68–77. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29143687> (In Russian)
49. Denisova G.R., Cheremushkina V.A., Astashenkov A.Yu., Talovskaya E.B. 2018. Ontomorphogenesis and assessment of state of *Dracocephalum argunense* (Lamiaceae) coenopopulation on the border of its range. — Botanicheskiy zhurnal. 103(4): 427–440. <https://doi.org/10.1134/S0006813618040014> (In Russian)
50. Cheremushkina V.A. 2004. [Biology of *Allium* species in Eurasia]. Novosibirsk. 279 p. (In Russian)
51. Koropachinskiy I.Yu. 2016. [Arboriflora of Siberia]. Novosibirsk. 578 p. (In Russian)
52. Zhmud E.V., Elisafenko T.V., Achimova A.A., Kuban I.N., Yamtyrov M.B., Dorogina O.V. 2018. The state of coenopopulations of a rare species *Brachanthemum krylovii* Serg. (Asteraceae) in the Altai Republic. — Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya. 41: 53–74. <https://doi.org/10.17223/19988591/41/4>. (In Russian)
53. Zhmud E.V., Achimova A.A., Yamtyrov M.B. 2019. Specification of the location of a rare species for the Republic of Altai (RA) of *Caragana jubata* (Pall.) Poiret for the purposes of conducting population studies, as well as monitoring of rare species of the genus *Rhodiola* L. in the highlands of Southeast and Central Altai. — Field studies of the Altai Biosphere Reserve. 1: 17–21. <http://www.altzapoved.ru/info/nauka/trudy/sbornik-2019.aspx> (In Russian)
54. [Mountain Altai Botanical Garden]. <http://g-abs.ru/science> (In Russian)
55. Ignatenko N.A. 1995. [Biological basis for the introduction and reintroduction of the nemoral relic *Brunnera sibirica* Stev. (Boraginaceae) in the Tomsk region: Abstr. ... Dis. Doct. (Biology) Sci.]. Tomsk. 18 p. (In Russian)
56. Amelchenko V.P., Shilova I.V., Kuvacheva N.V. 2009. Peculiarities of development and component composition of *Alfredia cernua* (Asteraceae) under introduction (Tomsk). — Rastitelnye resursy. 45(2): 23–30. (In Russian)
57. Belyaeva T.N., Butenkova A.N., Prokopyev A.S. 2016. Characteristics of seed propagation some species of the genus *Primula* L. (Primrose) in connection with the possibility of their practical use. — Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. 5. <http://www.science-education.ru/pdf/2016/5/25439.pdf> (In Russian)
58. Zinner N.S. 2011. [Biological characteristics of *Hedysarum alpinum* L. and *Hedysarum theinum* Krasnob. under introduction in the forest zone of Western Siberia: Abstr. ... Dis. Doct. (Biology) Sci.]. Tomsk. 19 p. (In Russian)
59. Sviridova T.P. 1982. [Introduction of some species of the genus *Rhodiola* into the forest zone of Western Siberia: Abstr. ... Dis. Doct. (Biology) Sci.]. Tomsk. 19 p. (In Russian)
60. Kharina T.G., Okladnikova N.N., Leshchuk R.I. 2005. [Morphobiological and biochemical features of *Scutellaria bicalensis* under introduction]. — In: [Botanical gardens as the centers for the conservation of biodiversity and the rational use of plant resources. Materials of the international conference]. Moscow. P. 517–519. (In Russian)
61. Sviridova T.P., Revina T.A., Yakovleva I.A. 1993. [Biological and chemical characteristics of the species of genus *Rnaponticum* Ludw., grown in the south of the Tomsk region]. — Rastitelnye resursy. 3: 50–57. (In Russian)

62. *Kataeva T.N., Prokopyev A.S.* 2017. Biological features of the genus *Gentiana* (Gentianaceae) representatives when introduced in the south of Tomsk region. — Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya. 38: 45–67. <https://doi.org/10.17223/19988591/38/3>. (In Russian)
63. *Malakhova L.A., Amelchenko V.P., Kataeva T.N.* 2008. Cytogenetic research of the rare plants of Tomsk region in Siberian Botanical Gardens as a basis for their biodiversity conservation. — Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya. 2(3): 73–82. http://journals.tsu.ru/biology/&journal_page=archive&id=742&article_id=17196 (In Russian)
64. *Amelchenko V.P.* 2009. [Principles and methods for the reintroduction of rare plant species in SibBG TSU]. In: Problems of Industrial Botany. Materials of the II international conference]. Kemerovo. P. 9–14. (In Russian)
65. *Prokopyev A.S., Bytotova S.V.* 2014. Structure of coenopopulations of *Sedum* species (Crassulaceae) in different ecocoenotical conditions in the South of Siberia. — Rastitelnye resursy. 50(3): 415–430. (In Russian)
66. *Prokopyev A.S., Kataeva T.N.* 2017. On the state of coenopopulations of some rare plant species in Tomsk region. — Rastitelnye resursy. 53(2): 220–237. (In Russian)
67. [Kuzbass Botanical Garden]. <http://kuzbs.ru> (In Russian)
68. *Buko T.E., Rodnova T.V.* 2014. The results of the initial introduction of the genus *Allium* L. (onion) species in the Kuzbass Botanical Garden. — Vestnik AGAU. 7(117): 92–96. (In Russian)
69. *Vronskaya O.O., Rodnova T.V.* 2019. Introduction of rare and endangered species in the Kuzbass Botanical Garden. — Problemy botaniki Yuzhnoy Sibiri i Mongolii. 1(18): 566–569. <https://doi.org/10.14258/pbssm.2019119>. (In Russian)
70. *Kupriyanov A.N., Ufimtsev V.I., Manakov Yu.A., Strelnikova T.O., Kupriyanov O.A.* 2017. [Guidelines for the restoration of meadow-steppe vegetation on the dumps of the coal industry in Kuzbass]. Kemerovo. 28 p. (In Russian)
71. *Afanaseva E.A.* 2011. [Protection of some rare species of flora of Yakutia: Abstr. ... Dis. PhD (Biology) Sci.]. Yakutsk. 24 p. (In Russian)
72. *Ivanova N.S., Mikhailova T.A.* 2012. Some questions of the introduction of *Potentilla tollii* in Botanical Garden NEFU. — Problemy botaniki Yuzhnoi Sibiri i Mongolii. 11: 92–93. (In Russian)
73. *Ivanova N.S.* 2017. The modern state of flora biodiversity protection in Yakutia. — Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk. 19(2): 448–451. (In Russian)
74. *Danilova N.S.* 2017. The results of the introduction of rare and endemic plants of Yakutia in the Yakutsk Botanical Garden. — Nauka i obrazovanie. 1(85): 97–104. (In Russian)
75. *Danilova N.S., Romanova A.Yu.* 2008. Development peculiarities of introduced plants of Aldan floral district in Central Yakutia. — Vestnik YaGU. 5(1): 12–16. (In Russian)
76. *Nikolaeva O.A., Androsova D.N.* 2015. Vulnerable and Endemic species of the Central Yakutia flora in natural communities of the Yakutsk Botanical Garden. — Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 7: 83–89. <http://www.asau.ru/vestnik/2015/7/083-089.pdf> (In Russian)
77. *Zakharova V.I.* 2011. Rare and endemic plants of relict steppes of Yakutia. — Vestnik SVFU. 8(3): 16–22. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20399764> (In Russian)
78. *Danilova N.S., Ivanova N.S., Borisova S.Z., Afanasyeva E.A.* 2013. Natural plant communities *Iris laevigata* Fisch. et C.A. Mey. as the ecology model for creation of reintroduction population. — Nauchnyi zhurnal KubGAU. 93(09): 1–10. <http://ej.kubagro.ru/2013/09/pdf/60.pdf> (In Russian)
79. *Danilova N.S., Borisova S.Z., Ivanova N.S.* 2005. [Biology of protected plants in Central Yakutia]. Yakutsk. 112 p. (In Russian)
80. *Petrova A.E., Romanova A.Yu., Nazarova E.I.* 2000. [Introduction of trees and bushes in Central Yakutia]. Yakutsk. 268 p. (In Russian)
81. *Voronina M.K.* 2007. [Rare plants of Khakassia in culture]. Novosibirsk. 52 p. (In Russian)
82. *Kravtsova L.P.* 2007. [Silver panzerina *Panzerina lanata* (L.) Sojak subsp. *argyracea* (Kuprian.) Krestovsky: biomorphological and biochemical features, introduction in Khakassia]. Novosibirsk. 128 p. (In Russian)
83. *Martynova M.A.* 2007. [Clausia sunflower *Clausia aprica* (Steph) Korn.-Tr.: biological features during the introduction in Khakassia]. Novosibirsk. 140 p. (In Russian)
84. *Shmakov A.I.* 2011. Ferns of North Asia. Barnaul. 209 p. (In Russian)
85. *Davydov E.A., Printzen C.* 2012. Rare and noteworthy boreal lichens from the Altai Mountains (South Siberia, Russia). — Bryologist. 115(1): 61–73. <https://doi.org/10.2307/41486742>.
86. [South Siberian Botanical Garden]. <http://ssbg.asu.ru/> (In Russian)
87. *Tikhomirova L.I.* 2013. Biotechnological aspects of rare species keeping on the example of *Iris sibirica* L. — Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoy akademii nauk. 15(3): 1686–1689. (In Russian)
88. *Dolganova Z.V.* 2002. [Biology and introduction of flower-decorative rhizome perennials in Western Siberia]. Novosibirsk. 232 p. (In Russian)
89. [Scientific Research institute of Gardening Siberia named after M.A. Lisavenko]. <http://niilisavenko.org> (In Russian)
90. *Polkovnikova L.A.* 2000. [Prospects for the cultivation of iris in the forest-steppe of the Altai Territory: Abstr. ... Dis. PhD (Agriculture) Sci.]. Barnaul. 18 p. (In Russian)

91. *Kalinovich S.E., Filimonova E.N., Kuzevanov V.Ya.* 2016. Overall vision of trends of the specialized living collections development for the University Botanic Garden in Baikalian Siberia. In: [Actual issues of academic natural research museums. Materials of the III All-Russian scientific and practical conference]. Irkutsk. P. 50–62. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.18287.84648> (In Russian)
92. *Kuzevanov V.Ya., Sizykh S.V.* 2011. Defining the mission of botanic gardens in a natural resources management of Baikalian Siberia. — *Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya Biologiya. Ekologiya.* 4(2): 44–55. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.18287.84648> (In Russian)
93. *Filippov V.G., Chernova O.D.* 2010. [The introduction of rare species in the SSEI “Transbaikalian Botanical Garden”, Chita]. In: [Botanical gardens – centers for the study and conservation of biodiversity. Materials of the regional conference]. Yakutsk. P. 212–220. (In Russian)
94. *Chernova O.D.* 2012. Floristic Structure Analysis of Communities with *Quercus mongolica* Fisch. ex Ledeb. in Eastern Zabaikalye. — *Uchenye zapiski ZabGGPU im. N.G. Chernyshevskogo.* 1(42): 43–50. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17664487> (In Russian)
95. *Dudnikov P.S.* 2012. Introduction of species of the genus *Viola* L. in East Transbaikalia. — *Uchenye zapiski ZabGGPU im. N.G. Chernyshevskogo. Seriya Estestvennyye nauki.* 1(42): 12–17. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17664482> (In Russian)
96. *Pershina N.A., Korytkova E.P.* 2013. Species of the genus *Iris* L. (Iridaceae) in the flora of Eastern Transbaikalia. — *Uchenye zapiski ZabGGPU im. N.G. Chernyshevskogo. Estestvennyye nauki.* 1(48): 31–36. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18890610> (In Russian)
97. [Botanical Garden of Omsk State Agrarian University]. <https://www.omgau.ru/uchhoz/botsad/> (In Russian)
98. *Naumenko N.I.* 2019. Wild vascular plants on the territory of the Botanical garden of the Kurgan state university. — *Promyshlennaya botanika.* 19(3): 11–16. (In Russian)
99. *Naumenko N.I., Vaseeva M.A., Mochalov A.S.* 2011. Kurgan region Red Data Book materials: plants that need to be protected. — *Vestnik Kurganskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Estestvennyye nauki.* 2(21): 59–73. <http://vestnik.kgsu.ru/wp-content/uploads/2017/10/%E2%84%962-21-2011.pdf> (In Russian)
100. *Oorzhak A.V.* 2018. [Scientific directions of the Botanical Garden of Tuva State University]. — In: [Natural sciences and education: achievements and prospects. Materials of the Republican scientific and practical conference]. Kyzyl. P. 33–34. <http://www.spsl.nsc.ru/FullText/konfe/EcrHayka-Obpa32018.pdf> (In Russian)
101. *Karpisonova P.A.* 1985. [Grassy plants of broad-leaved forests of the USSR: Ecological, floristic and introduction characteristics]. Moscow. 205 p. (In Russian)
102. *Trulevich N.V.* 1991. [Ecological-phytocenotic basis of plant introduction]. Moscow. 215 p. (In Russian)
103. *Semenova G.P.* 2001. [Introduction of rare and endangered plants of Siberia]. Novosibirsk. 132 p. (In Russian)
104. *Sedelnikova L.L.* 2002. [Biomorphology of geophytes in Western Siberia]. Novosibirsk. 308 p. (In Russian)
105. *Danilova N.S., Romanova A.Yu., Rogozhina T.Yu.* 2006. Methods for selection of introduced species for Central Yakutia. — *Vestnik YaGU.* 3(4): 14–21. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=11732604> (In Russian)
106. *Fomina T.I.* 2012. Biological characteristics of ornamental plants of natural flora in West Siberia. Novosibirsk. 179 p. (In Russian)
107. *Sobolevskaya K.A.* 1973. [Materials for florogenesis during the introduction of plants of natural flora]. In: [Promising beneficial plants of Siberian flora]. Novosibirsk. P. 3–18. (In Russian)
108. *Prokopyev A.S., Chernova O.D.* 2020. Assessment of the success of the introduction of some rare plant species in the Siberian Botanical Garden of Tomsk State University. — *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.* 421: 1–6. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/421/5/052034>
109. *Moryakina V.A., Belyaeva T.N., Baranova A.L., Prokopyev A.S.* 2008. The introduction of decorative species of plants from various floristic areas of Globe in a wood zone of Western Siberia. — *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta.* 310: 184–187. (In Russian)
110. *Astafurova T.P., Prokopyev A.S., Belyaeva T.N.* 2015. [Siberian Botanical Garden of Tomsk State University: current activities]. — In: [Problems of studying the vegetable cover of Siberia. Materials of the V International scientific conference]. Tomsk. P. 12–14. <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/services/Download/vtls:000518009/SOURCE1> (In Russian)
111. *Serebryakov I.G.* 1962. [Ecological morphology of plants]. Moscow. 378 p. (In Russian)
112. *Starchenko V.M.* 2008. Flora of Amur Region and Problems of its Conservation: Far East of Russia. Moscow. 228 p. (In Russian)
113. *Takhtadzhyan A.L.* 1978. The Floristic Regions of the World. Leningrad. 248 p. (In Russian)
114. *Malyshev L.I., Peshkova G.A.* 1984. [Features and genesis of Siberian flora: Prebaikalia and Transbaikalia]. Novosibirsk. 264 p. (In Russian)