

Т. Бе

Беляева Татьяна Николаевна

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ
ДЕКОРАТИВНЫХ ДВУДОЛЬНЫХ МНОГОЛЕТНИХ РАСТЕНИЙ
ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ
ЮЖНОЙ ТАЙГИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

03.02.01 – Ботаника

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
доктора биологических наук

Томск – 2021

Работа выполнена в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет».

Научный консультант: доктор биологических наук, профессор
Ревушкин Александр Сергеевич

Официальные оппоненты:

Васильева Ольга Юрьевна, доктор биологических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения Российской академии наук», лаборатория интродукции декоративных растений, заведующий лабораторией

Долганова Зоя Владимировна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный Алтайский научный центр агробιοтехнологий», лаборатория селекции декоративных культур Научно-исследовательского института садоводства Сибири имени М. А. Лисавенко, главный научный сотрудник

Куприянов Андрей Николаевич, доктор биологических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук», отдел «Кузбасский ботанический сад», заведующий отделом

Намзалов Бимба-Цырен Батомункуевич, доктор биологических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова», кафедра ботаники, профессор

Защита состоится 13 мая 2021 года в 12 час. 00 мин. на заседании диссертационного совета «НИ ТГУ.03.01», созданного на базе Института биологии, экологии, почвоведения, сельского и лесного хозяйства (Биологического института) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», по адресу: 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36 (Главный корпус, ауд. 224).

С диссертацией можно ознакомиться в Научной библиотеке и на официальном сайте федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» www.tsu.ru.

Материалы по защите диссертации размещены на официальном сайте ТГУ: <https://dissertations.tsu.ru/PublicApplications/Details/5d81275a-820e-487a-a2c4-6b6e90e0e218>

Автореферат разослан « ____ » марта 2021 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор биологических наук, доцент



Симакова
Анастасия Викторовна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Проблема сохранения биоразнообразия и рационального использования биологических ресурсов относится к глобальным проблемам современности. Ключевая роль в сохранении генофонда растений и расширении их культигенного ареала принадлежит ботаническим садам. Выявление закономерностей морфогенетического развития и формообразования растений в зависимости от условий среды, определения степени их экологической пластичности и способности к самовозобновлению в новых условиях произрастания имеет всестороннее значение для решения теоретических вопросов биоморфологии, экологии, эволюции и интродукции растений.

Роль ботанических садов значительно возросла после принятия Федеральной целевой программы «Формирование комфортной городской среды», направленной на устойчивое развитие городов России, среди приоритетных мероприятий которой планируется значительное увеличение площади зеленых зон, выполняющих важные рекреационные, средообразующие, средозащитные, оздоровительные функции.

Орнаментальные растения, улучшая санитарно-гигиенические и эстетические условия, способствуют созданию комфортной среды обитания, снижению психоэмоциональных нагрузок на человека, что особенно актуально в XXI веке, отличающимся постоянным увеличением стрессовых факторов. Многие цветочно-декоративные растения являются ценными лекарственными, медоносными, пищевыми, кормовыми культурами.

Цветоводство как отрасль растениеводства на современном этапе характеризуется возрастанием спроса и непрерывным расширением ассортимента декоративных растений. В озеленении сибирских городов применяются, как правило, однолетние цветочно-декоративные растения, а многолетники, обладающие рядом преимуществ (значительный диапазон экологических свойств, относительная долговечность, разнообразие декоративных возможностей и др.), применяются еще недостаточно.

Степень разработанности темы исследования. В Сибирском ботаническом саду Национального исследовательского Томского государственного университета создана и функционирует одна из старейших в Сибири научных школ интродукции растений. Исследования проводятся на базе уникальных растительных фондов (8000 видов и сортов), современного оранжерейно-тепличного комплекса (6500 м²), экспозиций открытого грунта общей площадью 122 гектара. Изучение орнаментальных травянистых многолетников, зимующих в грунте, проводится в Сибирском ботаническом саду с 40-х годов прошлого столетия, однако отсутствуют обобщающие работы по их комплексной интродукционной оценке и разработке современного регионального ассортимента видов растений природной флоры и сортов. В последние десятилетия в связи со значительными успехами в селекции получено огромное разнообразие высокодекоративных сортов, практически не испытанных в условиях Сибири. Многие ценные декоративные многолетники на территории Сибири изучены недостаточно, кроме того, сама сибирская флора представляет собой оригинальный источник для введения в культуру новых видов растений. Литературные сведения по биологии многолетних декоративных растений

в условиях интродукции в южной тайге Западной Сибири фрагментарные, требуется обобщение накопленного материала.

Настоящая работа является итогом многолетних комплексных исследований декоративных растений из различных флористических областей земного шара, проводимых в 1998–2018 гг. на базе коллекций лаборатории цветоводства Сибирского ботанического сада ТГУ. Более 2/3 коллекции составляют представители класса Двудольные.

Цель и задачи исследования. Цель исследования – выявить адаптационные возможности декоративных многолетних двудольных растений мировой флоры (геофитов, гемикриптофитов, хамефитов) в условиях южной тайги Западной Сибири, а также теоретически и экспериментально обосновать возможность расширения ассортимента декоративных растений.

В связи с этим были поставлены задачи:

- провести интродукционные испытания 567 видов из 44 семейств двудольных растений, 475 гибридов, сортов и форм;

- на примере модельных видов из 9 семейств выявить закономерности сезонного развития, онтогенеза, формирования побеговых систем, оценить возможности семенного и вегетативного размножения декоративных двудольных растений в условиях интродукции в подзоне южной тайги Западной Сибири;

- провести анализ интродуцентов по жизненным формам, экогруппам, феноритмотипам;

- модифицировать систему оценки интродуцированных декоративных двудольных растений применительно к условиям таежных регионов Западной Сибири;

- проанализировать интродукционную устойчивость 567 видов различного географического происхождения и выявить наиболее перспективные регионы для мобилизации интродукционного материала;

- на примере видов родов *Echinacea* Moench, *Phlox* L., *Primula* L. изучить возможность использовать изменчивость анатомических признаков листовых пластинок для оценки экологической пластичности;

- оценить адаптационный потенциал исследованных видов с позиции репродуктивных стратегий и эколого-биологических особенностей;

- разработать адаптированный к условиям южной тайги ассортимент декоративных растений с различной экологической пластичностью для городского и приусадебного озеленения;

- выявить редкие и инвазивные виды и оценить их с позиций концепции сохранения биоразнообразия и биологической безопасности.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Высокоустойчивыми при интродукции в условиях южной тайги Западной Сибири являются виды с широким ареалом, а также северо-, центральноевропейские, восточноевропейские, большинство сибирских и североамериканских видов, геофиты и гемикриптофиты из северных провинций Восточноазиатской флористической области. Наиболее устойчивы мезофиты, ксеромезофиты и мезоксерофиты, по характеру биоморфы – геофиты, большинство гемикриптофитов и некоторые вегетативно подвижные хамефиты.

2. Специфика сезонного развития исследованных видов, отражающая их специализацию к условиям короткого вегетационного периода, проявляется в наличии у видов различных феноритмотипов, ускоренном прохождении фенофаз, коротком префлоральном периоде, связанным с весенним и раннелетним цветением, либо продолжительном летним цветении, наличии сформированных генеративных побегов в почках возобновления в предзимний период и др. Ритм развития интродуцентов обусловлен географическим происхождением видов и историей их формирования, экологическими особенностями, фитоценотической и поясной приуроченностью.

3. Реализация внутривидового адаптационного потенциала в условиях континентального климата таежных регионов Западной Сибири доказывает возможность успешного произрастания и возобновления 473 видов декоративных двудольных растений из 44 семейств. Выявлено более 320 сортов с высокими адаптационными способностями, перспективных для выращивания в Томской области и прилегающих областях со сходными почвенно-климатическими условиями.

4. Сходство в закономерностях побегообразования и адаптивных стратегий видов различных систематических групп подтверждает высокую степень конвергенции в соматической эволюции многолетних двудольных цветковых растений.

5. Основным направлением селекционной работы с сортами различных декоративных культур в условиях южной тайги Западной Сибири является отбор зимостойких образцов, устойчивых к болезням, обладающих высокой семенной и биологической продуктивностью, высокой жизнеспособностью пыльцы, продолжительным периодом цветения.

Научная новизна. Изучено 567 видов из 226 родов, 44 семейств цветковых растений, в том числе впервые в условиях интродукции в Сибирском ботаническом саду 300 видов. Впервые для условий южной тайги Западной Сибири проведен анализ закономерностей развития различных в биоморфологическом и систематическом отношении групп многолетних декоративных двудольных растений. Получены оригинальные данные в области биоморфологии, анатомии растений, репродуктивной биологии, биохимии хозяйственно-ценных растений, позволяющие разработать агротехнические приемы их возделывания. Впервые в условиях южной тайги Западной Сибири исследована фертильность пыльцевых зерен 151 вида из различных семейств двудольных цветковых растений и 98 сортов; установлена сорто- и видоспецифичность показателей фертильности и жизнеспособности пыльцы. Исследована семенная продуктивность 200 видов и всхожесть семян около 250 видов растений.

Предложена модифицированная многофакторная шкала оценки перспективности декоративных многолетников на основе анализа различных критериев интродукционной оценки. Установлена зависимость устойчивости интродуцированных видов от их географического происхождения, жизненной формы, экогруппы.

Выявлены сорта – доноры ценных признаков и перспективные образцы для селекционных программ *Astilbe* Buch.-Ham. ex D. Don, *Echinacea*, *Heuchera* L., *Phlox*, *Primula*.

Теоретическая и практическая значимость. Проанализирована изменчивость ритмов роста и развития декоративных двудольных растений, изучена вариабельность количественных и качественных биоморфологических признаков на примере модельных видов различных семейств в условиях южной тайги Западной Сибири. Выявлены закономерности побегообразования и репродуктивных процессов модельных видов растений различных жизненных форм при адаптации к новым почвенно-климатическим условиям. Установлены особенности генеративной дифференциации монокарпических побегов некоторых модельных видов в условиях южной тайги Западной Сибири. Предложен метод оценки экологической пластичности интродуцентов, основанный на выявлении комплекса структурных параметров анатомического строения листовых пластинок (на примере родов *Echinacea*, *Phlox*, *Primula*). Разработанные методологические подходы к изучению декоративных многолетников могут быть применены в различных регионах России.

Создан генофонд редких и хозяйственно ценных видов растений. Отобраны перспективные виды и образцы *Echinacea*, *Primula*, накапливающие значительное количество биологически активных веществ.

Результаты исследований послужат биологической основой совершенствования методов репродукции, селекции и семеноводства, технологий выращивания хозяйственно-ценных декоративных растений открытого грунта, позволят увеличить генетическое разнообразие коллекций и отобрать наиболее продуктивные и устойчивые к условиям и вредителям образцы с максимальной продуктивностью и высокими декоративными качествами.

Разработан современный ассортимент перспективных видов и сортов для использования в городском и приусадебном озеленении, адаптированных к почвенно-климатическим условиям таежных регионов Западной Сибири. Выявлена возможность распространения полученных данных по разработанному ассортименту растений в ряде сибирских, а также в уральских регионах (после соответствующей корректировки). Разработанные рекомендации по применению видов и сортов в региональном озеленении могут быть использованы цветоводами и ландшафтными дизайнерами, специалистами зеленого строительства в городах и населенных пунктах таежной зоны Западной Сибири.

Сформирован генофонд устойчивых декоративных образцов и гибридов родов *Echinacea*, *Heuchera*, *Phlox*, *Primula*, перспективных для селекционных исследований.

Коллекционные фонды декоративных растений Сибирского ботанического сада за период с 1998 по 2018 гг. пополнены 300 новыми видами двудольных растений, 400 сортами и гибридами.

Результаты исследований служат биологической основой интродукции и внедрения травянистых многолетников в декоративное садоводство Западной Сибири.

Полученные данные позволяют эффективно осуществлять природоохранные мероприятия для некоторых редких и исчезающих видов сибирской флоры, улучшить качественные и продукционные характеристики хозяйственно-ценных растений, учитывать инвазионную активность декоративных травянистых многолетних растений коллекционного фонда, способных нанести потенциальный вред биоразнообразию региона.

Результаты исследований по разработке ассортимента и модулей растений для озеленения отмечены медалями и дипломами российских и международных выставок и форумов.

Полученные результаты использованы при выполнении более 50 курсовых и выпускных работ студентов ТГУ, в учебных курсах по агрономии и интродукции растений Биологического института ТГУ, при проведении учебных и производственных практик студентов, написании 3 учебных пособий.

Методология и методы. Теоретические и экспериментальные исследования проводились с использованием комплекса классических и современных методов: сравнительно-морфологического, анатомического, популяционно-онтогенетического, цитогенетического, биохимического. Полученные результаты обработаны с использованием современных компьютерных программ для статистической обработки данных. Разработана схема исследований изученных семейств. При мобилизации материала и планировании экспериментов использованы интродукционные методы, в первую очередь метод родовых (филогенетических) комплексов (Русанов, 1971).

Степень достоверности результатов. Достоверность результатов, полученных в ходе выполнения диссертационной работы, обеспечивается корректным использованием теоретических и экспериментальных методов исследования, а также статистической обработкой полученных результатов.

Апробация материалов. Основные положения и материалы работы в виде докладов представлены на 17 всероссийских и международных конференциях, совещаниях и на 2 съездах Русского ботанического общества.

Личный вклад автора. В диссертации использованы оригинальные материалы, собранные автором в результате полевых и лабораторных исследований с 1998 по 2018 гг. Автором выполнен основной объем исследований, проведен анализ полученных данных, сформулированы основные положения диссертации.

Публикации. По материалам диссертации опубликована 71 работа, в том числе 22 статьи в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (из них 7 статей в зарубежных научных журналах, входящих в базы данных Scopus и Web of Science), результаты представлены в 3 коллективных монографиях и 3 методических пособиях.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из 2 томов: результаты изложены в первом томе на 706 страницах, который включает введение, 7 разделов, заключение, список условных обозначений и сокращений, список использованной литературы, 88 таблиц и 263 рисунка. Второй том изложен на 253 страницах, содержит 10 приложений, включая 72 таблицы, 393 рисунка. Список литературы насчитывает 877 наименований, из них 162 – на иностранном языке. Большинство иллюстраций оригинальные, выполнены автором, некоторые фотографии – А. Н. Бутенковой, Т. Н. Катаевой, А. Л. Эбелем.

Благодарности. Выражаю глубокую благодарность своему научному консультанту д.б.н., профессору А. С. Ревушкину за неоценимую помощь в осмыслении материала и написании работы. За содействие и поддержку в

проведении настоящих исследований автор выражает искреннюю признательность сотрудникам Сибирского ботанического сада ТГУ, особенно к.б.н. А. Н. Бутенковой и к.б.н. А. С. Прокопьеву, д.г.н., профессору кафедры метеорологии ГГФ ТГУ В. В. Севастьянову, к.б.н., доценту кафедры сельскохозяйственной биологии БИ ТГУ Ю. А. Чикину, сотрудникам Гербария имени П. Н. Крылова и кафедры ботаники ТГУ. За профессиональные консультации и ценные замечания выражаю благодарность сотрудникам СибБС ТГУ д.б.н., профессору Т. П. Астафуровой, д.х.н. Л. Н. Зибаревой; за помощь в определении насекомых – доценту кафедры зоологии беспозвоночных БИ ТГУ О. Л. Конусовой, проведении фитохимических анализов – к.б.н. Р. И. Лещук, В. И. Ереминой, сотруднику лаборатории фитохимии СибБС ТГУ Е. С. Филоненко.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1 ИНТРОДУКЦИЯ ДЕКОРАТИВНЫХ МНОГОЛЕТНИКОВ В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Приводится краткий литературный обзор основных работ по интродукции декоративных многолетних растений, выполненных в Западной Сибири (Лучник, 1951; Зубкус, 1968, 1971; Соболевская, Зубкус, 1972; Верещагина, 1996; Сорокопудова, 1999, 2005; Разумова, 2006; Байкова, 2006; Седельникова, 2002, 2008, 2014, 2019; Долганова, 2002, 2003, 2019; Фомина, 2012; Комина, 2014; Вронская, 2015; Клементьева, Долганова, Синогейкина, 2018; Елисафенко, 2018).

Отражена история изучения декоративных многолетников в Сибирском ботаническом саду ТГУ (Березовская, Чигаева, 1954; Чигаева, 1958; Гудошников, 1965; Флоксы в Сибири, 1969; Малышева, 1971, 1973, 1975, 1980; Морякина, Малышева, 1980). Значение исследований орнаментальных растений особенно возросло в связи с интенсивным развитием во второй половине XX века новых промышленных центров на севере Западной Сибири. В 50–80-е годы XX века основное внимание в Сибирском ботаническом саду ТГУ (СибБС ТГУ) уделялось изучению декоративных видов семейств *Liliaceae*, *Paeoniaceae*, *Polemoniaceae*, *Ranunculaceae*, родовых комплексов *Paeonia* L., *Phlox*, *Trollius* L. и др.

С 1995 г. значительно активизировалась работа по привлечению в коллекцию СибБС ТГУ новых видов и сортов декоративных многолетников из российских и зарубежных ботанических садов, природных местообитаний, садоводческих фирм, от коллекционеров-любителей. За период с 1995 по 2018 гг. в интродукционном эксперименте было испытано более 8500 образцов декоративных растений. На новый уровень выведены научные исследования с привлечением современных популяционно-онтогенетических, анатомических, цитогенетических, фитохимических методов. Проведены совместные с автором настоящей работы комплексные исследования ценнейших в декоративном отношении родовых комплексов *Sedum* L. и *Phlox* (Прокопьев, Беляева, Конусова, 2008; Беляева, Бутенкова, 2011 и др.). Защищены кандидатские диссертации (Прокопьев, 2008; Бутенкова, 2014). Накоплен значительный массив знаний по интродукции многолетних поликарпиков из различных флористических областей земного шара,

позволяющий выявить закономерности адаптации растений в условиях северных регионов. Подобных обобщающих работ на территории южной тайги Западной Сибири до настоящего времени не проводилось.

2 АНАЛИЗ КОЛЛЕКЦИОННЫХ ФОНДОВ ДЕКОРАТИВНЫХ МНОГОЛЕТНИХ РАСТЕНИЙ В СИБИРСКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ

Коллекционный фонд многолетних травянистых декоративных растений, зимующих в грунте, насчитывает в настоящее время 737 видов, 275 родов, относящихся к 62 семействам, 1200 сортов, гибридов и разновидностей растений (рисунок 1), а также более 100 гибридных семян. Наиболее крупными родовыми комплексами коллекции, дополненными сортовым разнообразием, являются: *Astilbe*, *Dianthus* L., *Heimerocallis* L., *Heuchera*, *Iris* L., *Lilium* L., *Narcissus* L., *Paeonia*, *Phlox*, *Primula*.

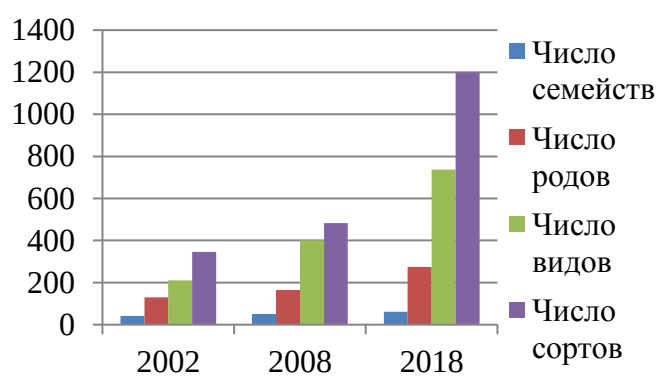


Рисунок 1 – Динамика роста коллекции декоративных многолетников лаборатории цветоводства СибБС ТГУ

Созданный генофонд служит базой для проведения научных исследований, осуществления образовательной и просветительской деятельности. Основу современной коллекции декоративных многолетников СибБС ТГУ составляют виды сибирской флоры и высокоустойчивые и устойчивые интродуценты из различных флористических областей земного шара. Большинство видов коллекции относится к классу Magnoliopsida Brongn. (Двудольные), который отличается значительным разнообразием вегетативных и генеративных структур.

3 ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА ИНТРОДУКЦИИ

3.1 Агроклиматические ресурсы и динамика гидротермического режима района интродукции

Исследования проводились в 1998–2018 гг. на базе коллекционных фондов лаборатории цветоводства Сибирского ботанического сада ТГУ (г. Томск). Климат Томска – резко континентальный с холодной зимой и коротким, относительно теплым летом, со значительной межгодовой изменчивостью условий тепло- и влагообеспеченности (Климат Томска, 1982).

Лимитирующими факторами пункта интродукции являются низкие зимние температуры, резкие колебания температур весной и осенью, весенние и раннеосенние заморозки; сравнительно короткий вегетационный и безморозный периоды, недостаток температурных ресурсов в целом, град, неравномерное выпадение осадков и возможный дефицит почвенной и атмосферной влаги в некоторые месяцы вегетационного периода. Особенно опасны поздневесенние заморозки, совпадающие с периодами активной вегетации растений, а также явление града. Вместе с тем, климат г. Томска имеет и некоторые благоприятные свойства, к

которым можно отнести относительно теплое лето, относительно большую продолжительность солнечного сияния, значительное количество солнечного тепла в виде суммарной радиации, а также высокий снежный покров, предохраняющий почвы возобновления многолетников от вымерзания.

3.2 Динамика агроклиматических условий за годы наблюдений (1998–2018 гг.)

Среднегодовая температура воздуха за период наблюдений (1998–2018 гг.) составила $+1,1^{\circ}\text{C}$. Среднегодовое количество осадков (593,7 мм) близко к среднемноголетнему значению (591 мм), указанному для Томска (Климат Томска, 1982).

Приведены климатограммы вегетационных периодов (рисунок 2).

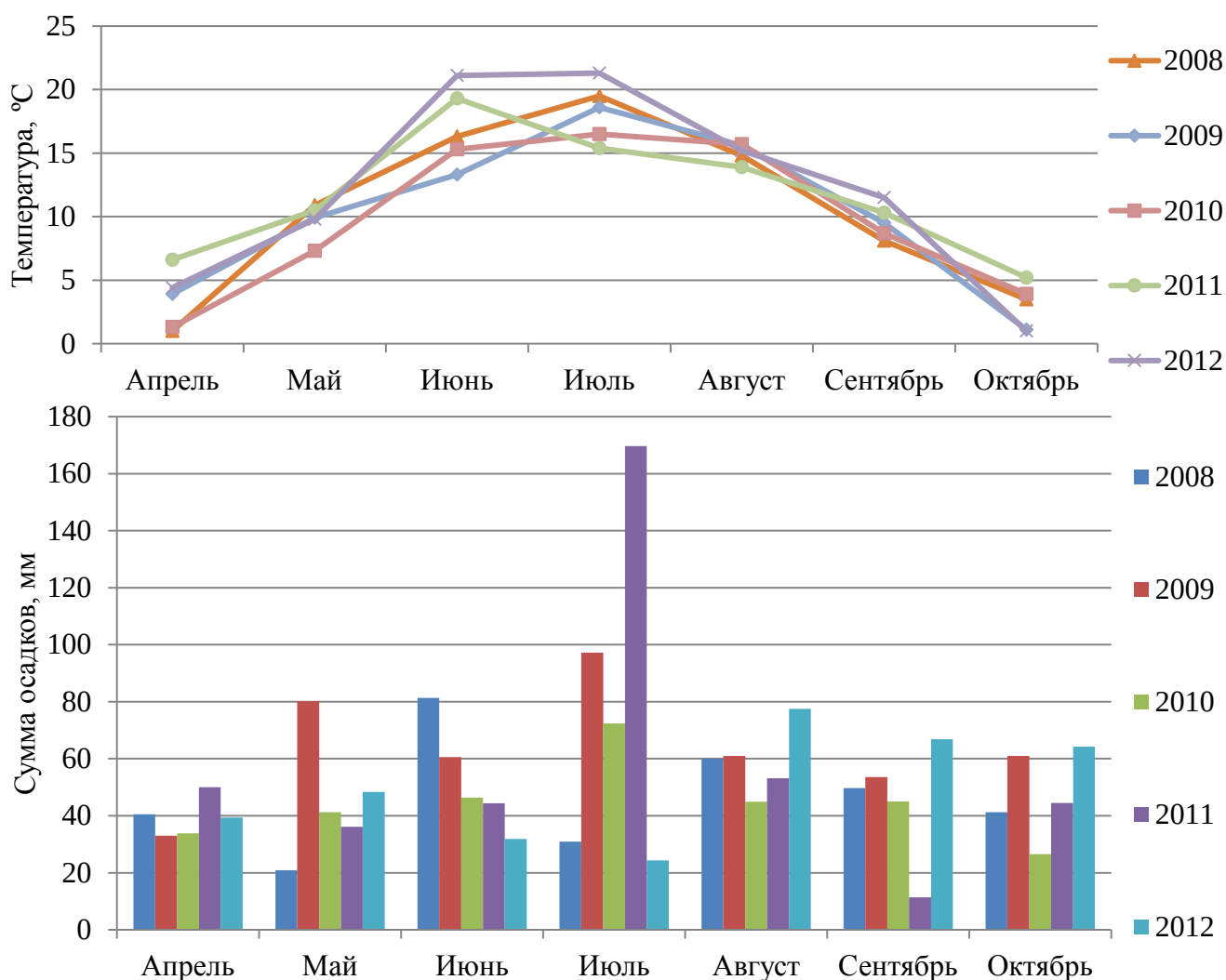


Рисунок 2 – Климатограмма вегетационных периодов 2008–2012 гг.

Зимний период. Выявлена тенденция роста среднемесячных зимних температур в годы наблюдений по сравнению со среднемноголетними значениями, приводимыми для Томска (за исключением января). Максимальная высота снежного покрова в Томске варьировала значительно; в основном, наблюдались норма или превышение среднегодовых значений (60,3–97,7 см), за исключением холодного

периода 2011/2012 гг., который отличался низким снежным покровом с высотой 43,2 см.

В целом, зимний период с 1998 г. по 2018 г. был благоприятным (более теплым) для перезимовки многолетников.

Вегетационный период. Большинство вегетационных периодов в годы исследований были теплыми, достаточно увлажненными или увлажненными, т. е. благоприятными для вегетации растений. Средняя продолжительность безморозного периода в годы исследований составила 125 суток и превосходила среднемноголетние значения, приводимые для Томска (Климат Томска, 1982), на 11 дней.

При сравнении Томска с другими пунктами интродукции в России и Европе, откуда, в основном, привлекался интродукционный материал, климат региона отличается, за исключением Якутска, более суровыми климатическими условиями, особенно обеспеченностью температурными ресурсами.

4 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектами исследования являлись 567 видов из 44 семейств. В связи с большим разнообразием материала объектами детального изучения послужили модельные виды – декоративные многолетние двудольные растения 9 семейств: Asteraceae, Brassicaceae, Caryophyllaceae, Paeoniaceae, Primulaceae, Ranunculaceae, Rosaceae, Saxifragaceae, Polemoniaceae. Наиболее подробно исследованы представители следующих родовых комплексов: *Aquilegia* L., *Arabis* L., *Astilbe*, *Astilboides* L., *Aubrieta* Adans., *Cerastium* L., *Cortusa* L., *Dianthus*, *Dodecatheon* L., *Draba* L., *Echinacea*, *Heuchera*, *Gillenia* L., *Liatris* Gaertn. ex Schreb., *Lysimachia* L., *Paeonia*, *Phlox*, *Potentilla* L., *Primula*, *Trollius* и др. Особенности семенного размножения изучены также у некоторых представителей семейств Apiaceae, Boraginaceae, Campanulaceae, Gentianaceae, Geraniaceae, Globulariaceae, Lamiaceae, Linaceae, Scrophulariaceae и др.

Выбор и мобилизация исходного материала проводилась на основе классических методов, в первую очередь метода филогенетических или родовых комплексов (Русанов, 1971).

Виды инорайонной флоры выращивали из семян, полученных посредством делектусного обмена из 78 ботанических учреждений России, Западной и Восточной Европы, Восточной Азии, Северной Америки. Мобилизация сибирских видов осуществлялась также путем сбора живых растений и семян в природных популяциях. Продолжительность изучения видов в эксперименте составляла от 10 до 20 лет, сортов – от 5 до 20 лет.

При распределении видов по географическим элементам и поясно-зональным группам использовали классические подходы (Малышев, Пешкова, 1984; Положий, 1965; 2002; Ревушкин, 1988). Флористические области и провинции определяли в согласии с А. Л. Тахтаджяном (1978).

Биоморфологические группы выделены в соответствии с общепринятыми подходами и классификациями (Raunkiaer, 1934, 1937; Серебряков, 1964; Серебрякова, 1981; Безделев, Безделева, 2006).

Биометрические характеристики семян, лепестков и диаметр венчика определяли при помощи окуляр-микрометра с использованием стереоскопического микроскопа МБС-10, для анализа отбирали не менее 50 семян, 25 цветков.

Ритм сезонного развития видов и сортов растений изучали в течение вегетационного периода, используя методику фенологических наблюдений, разработанную И. Н. Бейдеман (1974), а также классические работы И. В. Борисовой (1972), Р. А. Карписоной (1985).

В качестве методической основы для выявления антропоэкологических особенностей использовали работы А. Н. Пономарева (1960, 1969), К. Фегри, Л. ван дер Пэйла (1982), Е. И. Демьяновой (2010).

Изучение репродуктивной биологии было проведено в соответствии с общепринятыми методическими разработками (Вайнагий, 1973; Левина, 1981; Николаева, Лянгузова, Поздова, 1999; Злобин, 2000; Батыгина, Васильева, 2002). Для определения массы 1000 семян использовали не менее 4 навесок по 100 штук в каждой (Методические указания..., 1980), исследования проводили на электронных весах (DX-200, A and D, Япония) с ценой деления 0,001 г.

Фертильность пыльцы определяли гистохимической реакцией на красители ацетокармин, ацетоорсеин (Практикум по цитологии..., 2013). Исследование жизнеспособности пыльцы проводили по методике Д. А. Транковского во влажной камере (Барыкина и др., 2004). Пыльцу проращивали при комнатной температуре на питательной среде с добавлением сахарозы различной концентрации (1, 5, 10, 15, 20, 30, 35 %), агара (1 %) и минеральных солей по методике, описанной J. L. Brewbaker, В. Н. Kwack (1963).

Изучение онтогенеза проводили по общепринятым методикам (Работнов, 1950; Ценопопуляции растений, 1976; 1988; Онтогенетический атлас лекарственных растений, 1997; 2000).

Этапы органогенеза для некоторых видов растений определяли в соответствии с Ф. М. Куперман (1973).

В качестве методической основы для изучения анатомического строения листовых пластинок растений использованы общепринятые методики (Вехов, 1980), работы К. Эзау (1980), А. А. Паутова (2012). Устьичный индекс рассчитывали по формуле А. Kästner (1972). Изучение микропрепаратов листьев, а также микроскопические измерения и фотографии семян, некоторых цветков, проростков сделаны на световом микроскопе Carl Zeiss Axio Lab. A1 с цифровой камерой AxioCam ERc 5s с подключением к ЭВМ при помощи программы Axio Vision 4.8. Срезы семян толщиной 30–60 мкм получали на замораживающем микротоме МЗ-2.

Определение содержания аскорбиновой кислоты в листьях некоторых видов *Primula*, содержания флавоноидов и других биологически активных веществ в надземной части 2 видов рода *Echinacea* проводили в соответствии с Государственной фармакопеей Российской Федерации (2018).

Отбор проб нектара из цветков *Echinacea purpurea* осуществляли методом смывания. Содержание сахаров в нектарной пробе определяли по микрометоду А. Гагедорн-Иенсена, в соответствии с разработанными НИИ пчеловодства методическими указаниями (Бурмистров, Никитина, 1990).

Исследования по сортоизучению проводили на основе общепринятых подходов, методик и классификаций (Иевиня, Лусиня, 1975; Былов, 1978; Матвеев, 2015) с дополнениями или изменениями автора. Учет основных биометрических параметров сортов проводили в фенофазу массового цветения на 25–30 побегах каждого сорта.

Для обработки полученных результатов применяли методы вариационной статистики (Зайцев, 1990) с использованием программы Statistica 8.0.

5 ИНТРОДУКЦИОННАЯ ОЦЕНКА (ПОНЯТИЯ, ПОДХОДЫ, ОЦЕНОЧНЫЕ ШКАЛЫ)

Обсуждаются понятия интродукция, акклиматизация, адаптация, устойчивость (стресс-толерантность). Проанализированы интродукционные шкалы, выделены основные критерии оценки, предлагаемые различными авторами (Вульф, 1933; Базилевская, 1964; Аврорин, 1956, 1973; Лапин, Сиднева, 1973; Шулькина, 1971; Головкин, 1973, 1988; Соболевская, 1973; Андреев, 1974; Некрасов, 1980; Белолипов, 1983; Баканова, 1984; Карписонова, 1985; Флоря, 1987; Андреев, Зуева, 1990; Трулевич, 1991; Данилова, 1993; Куприянов, 1999; Семенова, 2001; Данилова и др., 2006; Амельченко, 2010; Фомина, 2012; Васфилова, 2016; Крохмаль, 2016; Елисафенко, 2018).

Предложена оригинальная шкала интродукционной оценки, основанная на обобщении шкал, разработанных Р. А. Карписоновой (1985), Н. В. Трулевич (1991), включающая 8 интегральных показателей, отражающих устойчивость, жизненность и репродукцию (таблица 1). При оценке видов приняты следующие градации: высокоустойчивые (очень перспективные): от 20 до 24 баллов; устойчивые (перспективные): от 17 до 19 баллов, среднеустойчивые (среднеперспективные): 15–16 баллов; малоустойчивые (малоперспективные): от 9 до 14 баллов; неустойчивые (неперспективные): менее 8 баллов.

6 БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДЕКОРАТИВНЫХ МНОГОЛЕТНИХ РАСТЕНИЙ КЛАССА ДВУДОЛЬНЫЕ В ЮЖНОЙ ТАЙГЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

6.1 Программа исследований

Предложена программа проведения интродукционных исследований (рисунок 3).

По срокам отрастания исследованные виды подразделены на 3 группы: ранние, средние, поздние, а по датам начала цветения на 5 групп: весенние, раннелетние, летние, позднелетние, осенние. При выделении ритмологических групп по срокам цветения опирались на монографию Л. Н. Окишевой, Л. Б. Филандышевой (2015), а также работы Н. В. Рутковской (1984), различающих понятия календарного и климатического лета.

Таблица 1 – Шкала интродукционной оценки декоративных многолетников

Показатель	1 балл	2 балла	3 балла
Устойчивость к абиотическим факторам	Низкая зимостойкость, морозоустойчивость или устойчивость к выпреванию: выпадает до 50 % растений и более	Высокая зимостойкость и морозоустойчивость; устойчивость к выпреванию средняя (выпадает до 30 % растений); засухоустойчивость низкая или средняя (требуется регулярный или нерегулярный полив)	Высокая; полив не требуется
Устойчивость к биотическим факторам	Массовое поражение вредителями и болезнями	Отмечены нерегулярные повреждения и поражения (не более 30 %)	Поражений и повреждений нет, или они незначительные
Жизненность (габитус)	Основные биометрические характеристики ниже, чем в природных местообитаниях	Основные биометрические характеристики, как в природных местообитаниях	Основные биометрические характеристики выше, чем в природных местообитаниях
Сезонный ритм развития (фенологический критерий)	Растение вегетирует, либо цветение и плодоношение нерегулярное (могут выпадать фенофазы)	Цветение регулярное, плодоношение отсутствует или нерегулярное	Регулярное цветение, регулярная диссеминация; феноритмотип устойчивый
Семенное размножение	Отсутствует, или семенная продуктивность низкая	Семенная продуктивность средняя	Семенная продуктивность высокая
Вегетативное размножение	Отсутствует	Вегетативное размножение искусственное	Вегетативное размножение естественное, значительная вегетативная подвижность
Способность к самовозобновлению и натурализации	Отсутствует	Самосев ограниченный, выживает небольшая часть особей, либо вид возобновляется вегетативно. Вид не выходит за пределы коллекционного участка	Самосев обильный, выживает значительная часть особей, или вид эффективно возобновляется вегетативно; может «убегать» из коллекции
Продолжительность онтогенеза	До 5 лет	От 6 до 10 лет	Более 10 лет

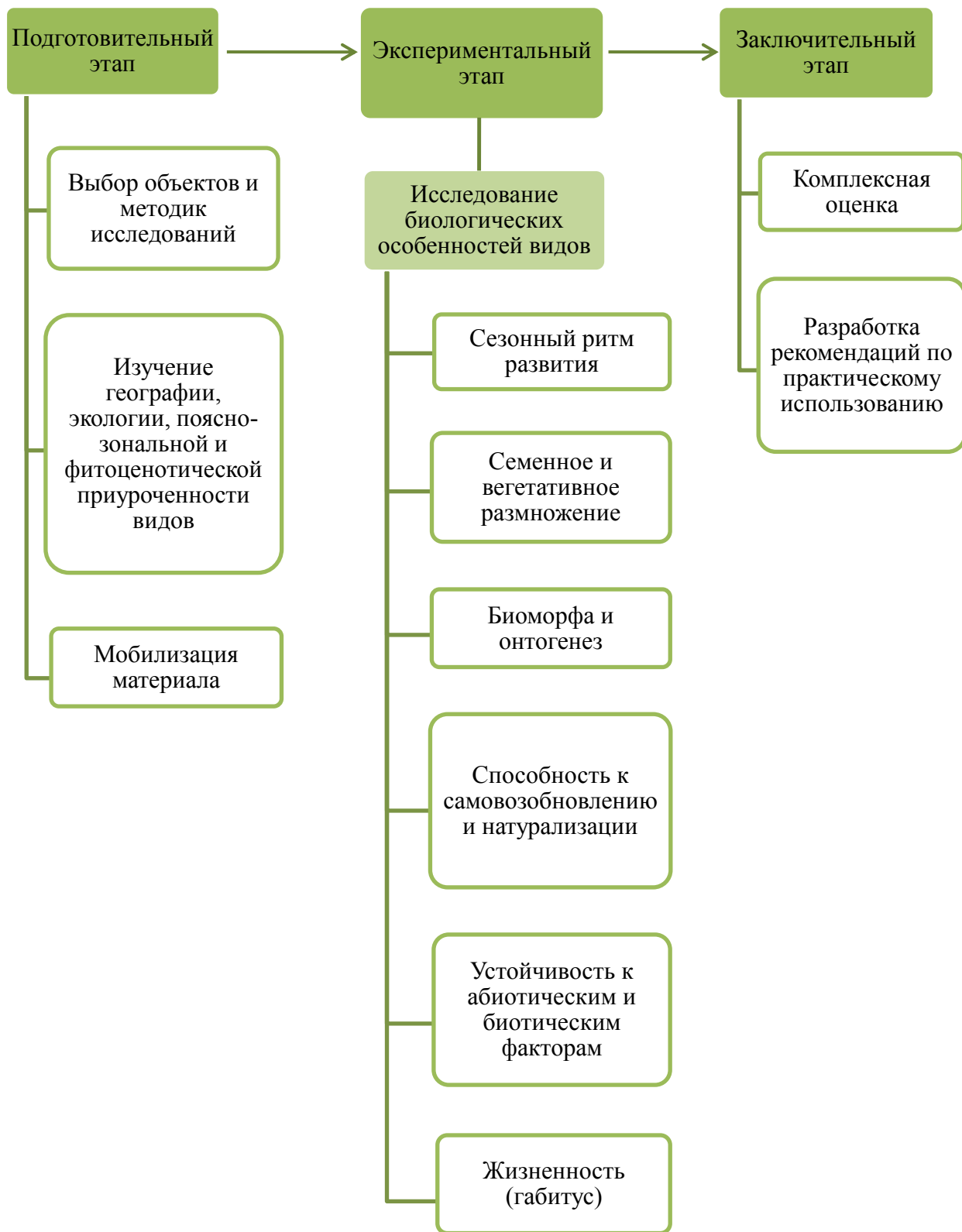


Рисунок 3. Программа интродукционных исследований видов декоративных многолетних растений

6.2 Семейство Раеониaceae

Объектами исследования в Сибирском ботаническом саду ТГУ послужили 9 видов рода *Paeonia* L.: *P. anomala* L., *P. hybrida* Pallas, *P. lactiflora* Pallas, *P. macrophylla* (Albov) Lomak., *P. obovata* Maxim., *P. officinalis* L., *P. peregrina* Mill., *P. tenuifolia* L., *P. wittmanniana* Hartwiss ex Lindl.

Проведен эколого-географический и биоморфологический анализ видов, рассчитаны суммы эффективных и активных температур, необходимые для их отрастания, цветения и созревания семян, установлена зависимость сезонного развития видов от их географического происхождения и поясно-зональной приуроченности. Высокая степень дифференциации цветочных почек осенью обеспечивает раннее цветение видов рода *Paeonia*. Феноритмотип – весенне-летнезеленый. Наиболее продолжительный префлоральный период установлен у *P. lactiflora* и *P. peregrina*. Более раннее прохождение основных фенофаз и окончание вегетации отмечено у двух видов: *P. hybrida* и *P. tenuifolia*, произрастающих в природе в степной и лесостепной зонах Евразии, а также аборигенного вида *P. anomala*. Виды секции *Paeon* (*P. obovata*) и секции *Flavonia* характеризуются наиболее продолжительной вегетацией, связанной с их произрастанием на родине в условиях более теплого и влажного климата (Кавказ, Восточная Азия). По датам начала цветения большинство исследованных видов отнесены к раннелетним, 2 вида (*P. lactiflora*, *P. peregrina*) – к летним. Установлена протерандрия у *P. peregrina*, а также возможность самоопыления у некоторых видов рода *Paeonia*, основным способом опыления которых, однако, является ксеногамия (аллогамия). Высокая жизнеспособность свежесобранной пыльцы в условиях Томска выявлена у *P. anomala*, *P. lactiflora* и *P. peregrina* (таблица 2).

Таблица 2 - Жизнеспособность свежесобранных пыльцевых зерен видов рода *Paeonia*, % (2018 г.)

Название вида	Содержание сахарозы в питательной среде, %									
	0	1	5	10	15	20	25	30	35	40
<i>P. officinalis</i>	–	–	66,30	78,50	71,6	23,3	4,3	2,40	5,7	–
<i>P. anomala</i>	50,9	58,6	69,7	78,6	91,1	90,7	89,7	87,4	57,6	50,8
<i>P. lactiflora</i>	–	–	68,4	88,3	73,6	7,7	2,3	2,4	–	–
<i>P. macrophylla</i>	–	–	41,2	71,1	50,4	37,9	12,4	2,5	1,8	–
<i>P. tenuifolia</i>	0	0,2	0,3	0,9	0,5	0,5	1,4	1,5	1,3	0,4
<i>P. peregrina</i>	85,9	77,3	97,2	97,8	96,1	37,6	0,5	0	0	0
Примечание – Жирным шрифтом выделены наиболее высокие показатели жизнеспособности пыльцевых зерен.										

Paeonia macrophylla и *P. officinalis* имеют более низкие показатели: от 71,1 до 78,5 % жизнеспособной пыльцы на оптимальных концентрациях сахарозы. Пыльца *P. tenuifolia* var. *biebersteiniana* (Rupr.) N. Busch оказалась практически стерильной, что может быть вероятной причиной отсутствия у образца, культивируемого в СибБС ТГУ, нормального плодоношения. Оптимальными концентрациями для проращивания пыльцы оказались 15–30 % (*P. anomala*), 5–15 % (*P. peregrina*), 10 % (*P. officinalis*, *P. macrophylla*, *P. lactiflora*). В целом, фертильность и

жизнеспособность пыльцевых зерен большинства исследованных видов высокая, что способствует их эффективному опылению.

Исследованные виды отличаются стабильным плодоношением, за исключением *P. tenuifolia* var. *biebersteiniana*, в плодах которого семена образовывались очень редко. Наиболее высокие показатели реальной семенной продуктивности установлены у *P. lactiflora*, отличающегося от остальных видов наличием многоцветкового соцветия, определяемого О. В. Коминой (2014) как закрытый фрондулезный щиток. Виды рода *Paeonia*, произрастающие на территории Сибири, характеризовались более высоким коэффициентом продуктивности по сравнению с остальными видами. Различия в показателях реальной семенной продуктивности отражают различную степень адаптации видов к условиям южной тайги. Самые крупные зародыши среди исследованных видов установлены у средиземноморского вида *P. peregrina* и кавказских видов *P. wittmanniana* и *P. macrophylla*. По-видимому, в процессе эволюционного развития у видов рода, развивающихся в северных регионах, происходит уменьшение размеров зародыша, связанное с обитанием в более суровых природно-климатических условиях. Самосев отмечен у всех видов, кроме *P. tenuifolia*. Наименее трудоемким и достаточно эффективным способом семенного размножения видов рода *Paeonia* является подзимний посев семян в грунт. Размножение почками возобновления с участками корневища, как способ ускоренного вегетативного размножения сортов пиона, позволяет значительно увеличить выход посадочного материала; процент приживаемости черенков высокий – 72–88 %. Цветение сортов наступает на 3–4 год, что согласуется с данными, приводимыми Г. А. Разумовой (2006) для лесостепной зоны Западной Сибири.

Установлена взаимосвязь устойчивости видов к абиотическим факторам и их географического происхождения, выявлено два основных заболевания *Paeonia*: ржавчина и серая гниль.

Виды рода *Paeonia* в условиях интродукции характеризуются продолжительным прегенеративным периодом и длительным общим циклом онтогенеза; виды секции *Sternia* проходят начальные этапы онтогенеза быстрее, чем виды секции *Paeon* и *Flavonia*.

Наиболее перспективны для выращивания в условиях подзоны южной тайги Западной Сибири виды рода *Paeonia* из секций *Sternia* и *Paeon* (по J. J. Halda (2004) секции *Paeonia* и *Tenuifoliae*), а также *P. lactiflora*. В период цветения все исследованные виды отличаются высокой декоративностью и представляют несомненный интерес для озеленения. Выявлено 64 сорта, перспективных для приусадебного и 28 сортов для городского озеленения региона.

6.3 Семейство Ranunculaceae

Проанализировано географическое происхождение, экологическая и пояснo-зональная приуроченность, биоморфы 62 видов из 16 родов. Большинство видов (38) является представителями лесного (бореальный, неморальный) и горно-лесного комплексов, мезофитами (46 видов), существенна доля таксонов с азиатским ареалом (23), что благоприятно для интродукции в южной тайге Западной Сибири.

Приводятся сведения об особенностях сезонного развития и сроках цветения исследованных видов. Установлено преобладание среди изученных видов многолетников с весенними и раннелетними сроками начала цветения и весенне-зеленым феноритмотипом.

В качестве модельных видов для более подробного изучения биологии выбраны 9 представителей рода *Aquilegia* (*A. atrata* W.D.J. Koch, *A. canadensis* L., *A. chrysantha* A. Gray, *A. ecalcarata* Maxim., *A. flabellata* Siebold et Zucc., *A. glandulosa* Fisch. ex Link., *A. oxysepala* Trautv. et C.A. Mey., *A. sibirica* Lam., *A. viridiflora* Pallas и 5 видов рода *Trollius* (*T. asiaticus* L., *T. chinensis* subsp. *macropetalus* (Regel) Luferov, *T. europaeus* L., *T. ledebourii* Reich., *T. pumilus* D. Don).

Определены антэкологические особенности изученных видов рода *Aquilegia*, установлены виды с протогинией и протерандрией. Проведенные исследования подтвердили наличие у семян видов рода *Aquilegia* маленького зародыша 0,25–0,28 мм длиной. Выявлено 4 вида со светочувствительными семенами (*A. atrata*, *A. canadensis*, *A. sibirica*, *A. viridiflora*), изучена биология семян, определены оптимальные режимы их прорастания.

Виды рода *Aquilegia* характеризовались высокой семенной продуктивностью (508,0–13543,8 семян на особь), коротким общим жизненным циклом развития (в культуре от 3 до 5–6 лет, редко до 8 лет), способностью образовывать обильный самосев, что обусловлено их принадлежностью к эксплерентам.

Установлен высокий процент завязавшихся плодов при изоляции отдельных соцветий изученных видов и сортов *Aquilegia*, однако число завязавшихся семян при свободном опылении в 1,3–1,5 раза превосходило данный показатель в условиях изоляции, что позволяет отнести изученные виды к автогамно-аллогамным. Для целей размножения ценных сортогрупп рекомендовано использование изоляторов для предотвращения переопыления.

Подробно исследован онтогенез *A. viridiflora*, в котором выделено 3 периода (латентный, прегенеративный, генеративный) и 6 онтогенетических состояний.

Проанализированы биоморфы (каудексовые стержне- и кистекорневые полурозеточные растения), установлены высокая зимостойкость и морозоустойчивость исследованных видов, основные болезни (мучнистая роса).

Виды рода *Trollius* отличались от представителей рода *Aquilegia* принадлежностью к средней ритмологической группе по срокам отрастания; феноритмотип – весенне-летнезеленый. Продолжительность вегетационного периода – 109–125 дней, минимальная у аборигенного вида *T. asiaticus* и максимальная у восточноазиатского вида *T. pumilus*. Монголо-сибирский вид *T. asiaticus* характеризовался также самым ранним и коротким по продолжительности периодом цветения, что обусловлено его адаптацией к условиям северных регионов.

Проанализированы антэкологические особенности цветков видов рода *Trollius*, которые, в отличие от представителей рода *Aquilegia*, не являются специализированными энтомофилами. Подтверждена протерандрия (рыльце *T. pumilus* созревало на 3–4 день, *T. ledebourii* – на 3 день), отмечено

последовательное центрипетальное созревание тычинок и пестиков, установлена высокая фертильность пыльцы (от 88 % у *T. pumilus* до 96–98 % у остальных видов).

Выявлены отличия лабораторной всхожести семян изученных видов. Определены наименее трудоемкие (посев под зиму) и ускоренные (обработка семян в 0,1 % растворе гибберелловой кислоты в течение суток, после чего всхожесть различных видов составила 63–95%, минимальная у семян *T. asiaticus* с глубоким морфофизиологическим покоем) способы преодоления покоя семян. Предполагается взаимосвязь между особенностями прорастания семян *Trollius*, сроками их созревания, эколого-географической и поясно-зональной приуроченностью видов. Большинство исследованных видов характеризовались высокой семенной продуктивностью (от 1749 до 6588,4 семян на особь), при этом реализация потенциальных возможностей семенного размножения составила у разных видов от 41,0 % до 86,8 %.

При выращивании растений рода *Trollius* из семян прегенеративный период составлял не менее двух лет, цветение особей наблюдалось на третьем году жизни, что отличает их от видов родов *Aquilegia*, *Pulsatilla* L. и *Delphinium* L., зацветающих в культуре на втором году жизни. Виды рода *Trollius* отнесены к высокоустойчивым и устойчивым многолетникам при интродукции в Сибирском ботаническом саду ТГУ, характеризуются высокой зимостойкостью, устойчивостью к воздействию биотических факторов (однако семена нередко могут повреждаться личинками насекомых), увеличивают в условиях культуры габитус за счет полимеризации побегов.

В целом, при интродукции представителей семейства Ranunculaceae в подзоне южной тайги к высокоустойчивым отнесено 30 видов, устойчивым – 22 вида и среднеустойчивым – 7 видов (*Adonis vernalis* L., *Aquilegia canadensis* и др.). Малоустойчивыми оказались 3 вида (*Aquilegia microphylla* (Korsh.) Ikonn., *Pulsatilla dahurica* (Fisch. ex DC.) Spreng., *P. turczaninowii* Krylov et Serg.). Разнообразие жизненных форм и экогрупп, связанное с различными эколого-фитоценоотическими стратегиями исследованных видов, позволяет использовать их в цветниках различного типа. Для применения в ландшафтном дизайне не рекомендованы ядовитые представители родов *Aconitum* L., *Actaea* L. (яркие и сочные плоды могут вызвать отравление).

6.4 Семейство Primulaceae

Изучено 14 таксонов рода *Primula* L., представители родов *Cortusa*, *Dodecatheon*, *Lysimachia*, а также садовые гибриды *Primula*.

Выявлен комплекс структурных адаптаций и информативных признаков листовых пластинок исследованных видов рода *Primula* (рисунок 4). Установлено, что тип устьичного аппарата изученных видов аномоцитный. Листовые пластинки гипостоматические (*P. denticulata* Sm.), эпистоматические (*P. auricula* L.) или с преимущественным нахождением устьиц на нижней эпидерме (*P. farinosa* L., *P. macrocalyx* Bunge, *P. pallasii* Lehm., *P. japonica* A. Gray). Листовые пластинки *P. macrocalyx* и *P. pallasii* мезоморфные, наиболее тонкие среди исследованных видов. *Primula pallasii* достоверно ($p < 0,05$) отличается от *P. macrocalyx* более слабым

опушением и меньшим числом устьиц на верхней эпидерме (Беляева, Бутенкова, 2019). Анатомическая структура листа *P. denticulata* характеризует его как вид, довольно пластичный по отношению к фактору увлажнения (мезоморфная структура, наличие гидатод, развитая система трихом и крупных устьиц на нижней эпидерме и др.). В структуре листа *P. farinosa* выявлены как мезоморфные, так и ксероморфно-гелиофитные признаки. *Primula auricula* характеризуется толстым мезофиллом (при этом толщина губчатой ткани в 3,7 раза превышает толщину палисадной ткани), более высокой плотностью трихом на верхней эпидерме, что, вероятно, связано с адаптацией к условиям высокогорий с высокой инсоляцией и низкими температурами. В структуре листовой пластинки *P. japonica* выявлены как гигро-мезофитные, так и сциофитные признаки. Полученные данные могут быть использованы для оценки адаптационной устойчивости видов и разработки оптимальных световых и гидротермических режимов их выращивания в условиях южной тайги Западной Сибири.

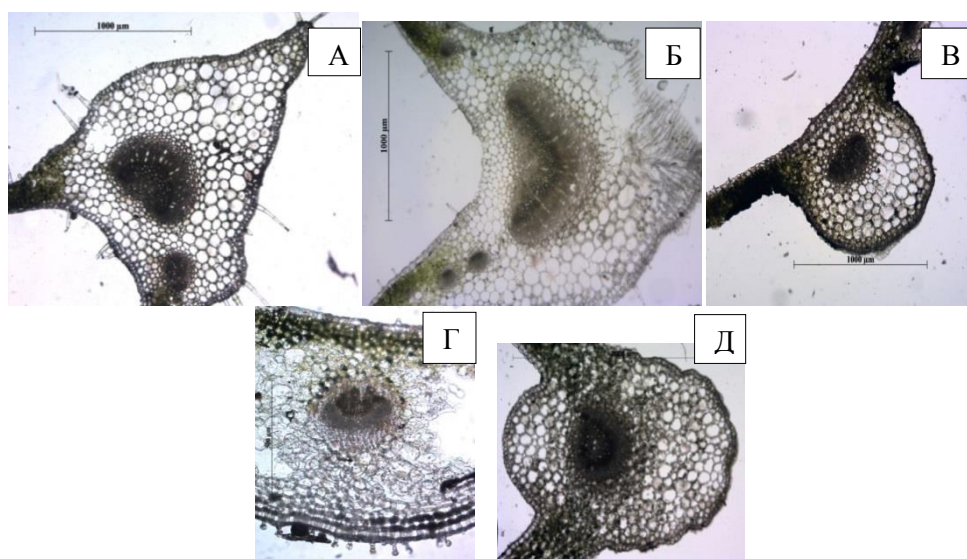


Рисунок 4 – Поперечный срез центральной жилки листовой пластинки *Primula macrocalyx* (А), *P. pallasii* (Б), *P. farinosa* (В), *P. auricula* (Г), *P. japonica* (Д)

Проведен анализ особенностей отрастания, цветения и плодоношения изученных видов и гибридов. Подтверждена взаимосвязь между географическим происхождением, поясной приуроченностью видов и темпами их органогенеза, сроками и продолжительностью фенофаз. Наиболее быстрыми темпами созревания семян отличаются высокогорные и горные виды: *P. denticulata*, *P. pallasii*, *P. farinosa*, *P. cortusoides* L.

Изучен диморфизм пыльцы *P. pallasii* и *P. macrocalyx*, не выявлено достоверных различий ($p < 0,05$) между коротко- и длинностолбиковой формами по диаметру венчика, длине трубки венчика и длине чашечки.

Скрининг фертильности и жизнеспособности пыльцы осуществляли на 13 видах рода *Primula* и 32 гибридах. Оптимальные концентрации сахарозы у большинства видов и гибридов составляли от 5 до 20 (25) %, у *P. auricula* и *P. × pubescens* от 0 до 20 % (рисунок 5).

Жизнеспособность зрелых пыльцевых зерен различных видов рода *Primula* составила 36,5–91 % в 2017 г. и 29,9–98,8 % в 2018 гг. на оптимальных концентрациях питательной среды: минимальные показатели выявлены у *P. vulgaris* subsp. *sibthorpii* (Hoffmanns.) W.W. Sm. et Forrest и *P. juliae* Kussn., наиболее высокие – у *P. auricula*, *P. macrocalyx*, *P. denticulata*. Фертильность пыльцевых зерен 2 исследованных видов (*P. macrocalyx* и *P. pallasii*) не зависела от формы цветка.

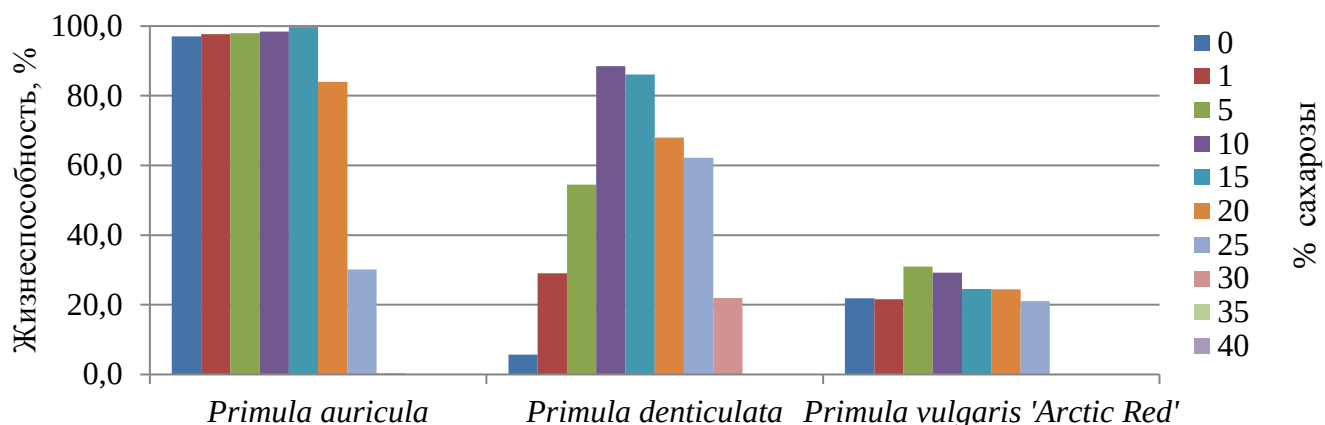


Рисунок 5 - Процент жизнеспособной пыльцы некоторых видов и гибридов *Primula* при проращивании на различных концентрациях сахарозы (2017 г.)

Проведен анализ первичных и вторичных аттрактанов цветков изученных видов. Признак «масса семян» можно считать достаточно стабильным в пределах вида. Максимальные показатели качества семян выявлены у *P. cortusoides* L. Изучено влияние стратификации и обработки семян в растворе гибберелловой кислоты на всхожесть семян исследованных видов, что позволило разработать оптимальные режимы их проращивания.

Реальная семенная продуктивность различных видов рода *Primula* значительно варьирует от 112,9 до 4139,2 семян на побег. Самые высокие показатели семенной продуктивности выявлены у *P. denticulata*, однако реализация потенциальных возможностей оказалась наиболее успешной у *P. pallasii* и *P. auricula*. Отобраны образцы перспективных для селекционных исследований гибридов по репродуктивным показателям.

Достоверных различий в показателях семенной продуктивности между длинно- и короткостолбиковой формами 3 исследованных видов рода *Primula* (*P. pallasii*, *P. macrocalyx*, *P. cortusoides*) при уровне значимости $p < 0,05$ не установлено.

Отмечено ускорение темпов онтогенеза исследованных видов рода *Primula* в условиях интродукции по сравнению с природными местообитаниями.

По результатам комплексной интродукционной оценки изученные виды рода *Primula* отнесены к устойчивым и высокоустойчивым для интродукции в Томске, за исключением образца *P. bulleyana* Forrest, который оказался малоустойчив. Клоны *P. × polyantha* и *P. vulgaris* L. требуют проведения дифференцированной оценки с отбором устойчивых образцов.

Максимальное содержание аскорбиновой кислоты выявлено в листьях *P. pallasii* и *P. veris* L., которые можно рекомендовать в качестве перспективных ранневесенних салатных пищевых растений.

Изученные в условиях интродукции в Сибирском ботаническом саду ТГУ представители семейства Primulaceae *Dodecatheon meadia* L. (восточно-североамериканский пребореально-степной вид) и *Cortusa matthioli* L. (евразийский бореальный вид) отнесены к устойчивым многолетникам с регулярным цветением и плодоношением, формирующим жизнеспособные семена. Они, как и виды рода *Primula*, являются кистекорневыми короткочерешными розеточными многолетниками, которые в природе размножаются преимущественно семенным способом.

Виды рода *Lysimachia* (*L. clethroides* Duby, *L. punctata* L. и др.) представлены длиннокорневыми столонообразующими длиннопобеговыми поликарпиками (плотнокустовыми или рыхлокустовыми) и наземно-ползучими травами (*L. nummularia* L.) с эффективным вегетативным размножением. Изученные нами клоны *L. nummularia* не плодоносят: образование полноценных семян в интродукционном эксперименте не отмечено, что, возможно, обусловлено полиплоидией (изученные образцы являются полиплоидами с $2n = 48$). Жизнеспособность пыльцевых зерен *L. nummularia* была невысокой для видов природной флоры: 44 %. По-видимому, наличие альтернативных репродуктивных и эколого-фитоценологических стратегий в пределах семейства Primulaceae позволяет видам в природе занимать различные экологические ниши.

6.5 Семейство Saxifragaceae

В интродукционном эксперименте изучен 31 вид из 12 родов: *Astilbe*, *Bergenia* Moench, *Heuchera*, *Mitella* L., *Peltoboykinia* (Engl.) H. Hara, *Tellima* R. Br., *Tiarella* L., *Tolmiea* Torr. et A. Gray, *Rodgersia* A. Gray, *Saxifraga* L., в том числе двух монотипных *Astilboides* Engl. и *Darmera* Voss. Кроме того, исследовано 76 сортов *Astilbe*, относящихся к 9 садовым группам, 31 сорт *Heuchera* и *Heucherella*.

Среди исследованных видов преобладают представители восточноазиатской (11 видов) и североамериканской (11 видов) флоры. Значительная доля сциогиофитов (22 вида) и наличие сциофитов позволяет использовать их для озеленения неблагоприятных по освещенности местообитаний. Изученные виды отнесены к 3 феноритмотипам и 4 группам по датам начала цветения. Нерегулярное цветение и плодоношение отмечено у 3 видов рода *Rodgersia* и одного североамериканского вида – *Darmera peltata* (Torr. ex Benth.) Voss.

Приводятся данные о семенной продуктивности *Darmera peltata*, *Tiarella cordifolia* L., *Mitella diphylla* L., *Tellima grandiflora* (Pursh) Dougl. ex Lindl., *Peltoboykinia tellimoides* (Maxim.) H. Hara; наиболее эффективно потенциальные репродуктивные способности реализуются у *Tellima grandiflora*.

Анализ анатомического строения листовых пластинок восточноазиатского вида *Astilboides tabularis* (Hemsl.) Engl. позволяет отнести его к гигромезофитам. Листья гипостоматические, клетки губчатого мезофилла образуют рыхлую объемную сеть с большими полостями. В условиях интродукции вид регулярно цветет и плодоносит, феноритмотип – весенне-летнезеленый. Максимальные

показатели жизнеспособности пыльцевых зерен (90,2 %) при проращивании на питательных средах установлены при концентрации сахарозы 15 %. Реальная семенная продуктивность высокая (16950,6–31726,2 семян на побег). Успешной интродукции вида в южной тайге Западной Сибири способствуют мезоморфные корни, летнее цветение, большое число почек возобновления, в том числе резервных, которые раскрываются постепенно; а также, вероятно, накопление в корневище значительного количества питательных веществ, необходимых для нормального отрастания и развития растений.

Изученные сорта *Astilbe* сгруппированы в 3 группы по срокам цветения. Средняя продолжительность фенофазы цветения отдельных сортов составляет от 17 до 40 дней (средняя для всей совокупности 24 ± 3 дня). Приведены данные о фертильности пыльцевых зерен (варьирует от 1,9 % до 93,2 %) и всхожести семян различных сортов. Лимитирующим фактором развития *Astilbe*, как и в других регионах, является увлажнение почвенного субстрата. На основе многолетних исследований разработан ассортимент перспективных сортов *Astilbe*, среди которых преобладают сорта *A. × arendsii*, *A. × hybrida* и *A. × japonica*. Более 88 % сортов составляют низкорослые и среднерослые культивары.

Изученные 6 североамериканских видов рода *Heuchera* (*H. americana* L., *H. chlorantha* Piper, *H. grossulariifolia* Rydb., *H. pulchella* Wooton et Standley, *H. sanguinea* Engelm., *H. villosa* Michx.) отнесены к энтомофильным растениям, которым свойственна дихогамия в форме протогинии; некоторые виды (*H. villosa*, *H. americana*) сочетают энтомофилию с анемофилией. Реальная семенная продуктивность побега различных видов варьирует от 436,4 семян у *H. pulchella* до 11371,5 семян у *H. sanguinea*. Зародыш в семени занимает от 1/2 до 3/4 его длины, прямой, с развитыми семядолями. Семена светочувствительные, с физиологическим покоем, за исключением *H. sanguinea*, имеющей наиболее высокую лабораторную всхожесть семян (72,3–95,2 %). В онтогенезе видов рода *Heuchera* выделены 4 периода и 8 онтогенетических состояний.

Большинство исследованных видов семейства Saxifragaceae является высокоустойчивыми и устойчивыми многолетниками при интродукции в условиях южной тайги Западной Сибири, которые (за исключением *Bergenia crassifolia* (L.) Fritsch) еще мало используются в региональном озеленении. *Saxifraga hirculus* L. отнесена к малоустойчивым, *S. sibirica* L., *Tolmiea menziesii* (Pursh) Torr. et A. Gray – к среднеустойчивым интродуцентам.

6.6 Семейство Rosaceae

Объектами интродукционных исследований в Сибирском ботаническом саду ТГУ послужило 47 видов семейства Rosaceae из 16 родов. Большинство исследованных видов являются мезофитами (66 %), гелиофитами (68 %) представителями горного поясно-зонального комплекса (чуть более 57 %), гемикриптофитами (83 %). По классификации, разработанной И. В. Серебряковым (1964), изученные виды подразделены на 3 отдела, 3 класса и 8 групп, среди которых основной жизненной формой являются короткокорневищные травянистые поликарпические растения.

Преобладают виды с летними сроками цветения, т. е. довольно продолжительным префлоральным периодом и весенне-летне-зимнезеленым

феноритмотипом (22 вида). Наиболее короткий период цветения установлен в группе весенних видов, которые являются представителями весенне-летне-зимнезеленого феноритмотипа. Высокогорные и аркто-высокогорные виды семейства Rosaceae отличаются быстрыми темпами созревания семян.

В качестве модельных видов для изучения антропоэкологических особенностей выбраны *Gillenia trifoliata* (L.) Moench, *Waldsteinia ternata* (Steph.) Fritsch, а также некоторые виды рода *Potentilla*. Установлено, что качество пыльцы *Gillenia trifoliata* высокое (жизнеспособность 84,7–90,0 %), поэтому оно не является причиной низкой семенной продуктивности вида. Напротив, жизнеспособность пыльцевых зерен *Waldsteinia ternata* низкая (от 0,9 % до 22,9 % на питательных средах с различной концентрацией сахарозы), что может служить одной из причин низкой эффективности семенного размножения вида.

Семена исследованных видов семейства Rosaceae без эндосперма или с небольшим количеством эндосперма, имеют хорошо сформированный зародыш (рисунок 7).



Рисунок 7 – Продольные срезы семян *Potentilla megalantha* Takeda (А) и *Gillenia trifoliata* (Б)

Проанализирована всхожесть семян 26 видов и 5 сортов семейства Rosaceae, а также семенная продуктивность 20 видов. В целом, по состоянию репродуктивной функции можно считать, что комплекс почвенно-климатических условий южной тайги Западной Сибири, в целом, является благоприятным для большинства исследованных видов. Установлена низкая эффективность семенного размножения у *Waldsteinia ternata* и *Gillenia trifoliata*, пониженная – у некоторых лесных и высокогорных видов семейства, однако доля видов с низкой семенной продуктивностью невелика. По способности к естественному вегетативному размножению изученные виды подразделены на 3 группы (вегетативно неподвижные, вегетативно малоподвижные, вегетативно подвижные).

Проведенная интродукционная оценка позволяет считать 26 видов высокоустойчивыми и 13 видов устойчивыми при культивировании в южной тайге Западной Сибири. Они могут быть рекомендованы для использования в различных типах цветников в качестве структурообразующих и заполняющих элементов, а также почвопокровных растений. Семь таксонов (*Acaena caesiglauca* Bergmans, *Potentilla nivea* L., *Sibbaldia procumbens* L. и др.) отнесены к среднеустойчивым, и один вид (*Potentilla acaulis* L.) – к группе малоустойчивых многолетних растений.

6.7 Семейство Brassicaceae

Изучено 26 видов из 12 родов (*Aethionema* R. Br., *Alyssum* L., *Arabis* L., *Draba*, *Crambe* L., *Iberis* L. и др.); среди них значительная доля европейских видов, распространенных в пределах Циркумбореальной области Бореального подцарства и представителей Средиземноморской и Ирано-Туранской областей Древнесредиземноморского подцарства. Подавляющее большинство исследованных видов (22) приурочено к горным биотам. Высока доля представителей скально-каменистых местообитаний как своеобразного компонента природной флоры: 92 % от числа исследованных видов являются облигатными и факультативными петрофитами и псаммо-петрофитами. Преобладающей жизненной формой являются хамефиты. Большинство исследованных видов (около 85 %) по срокам цветения отнесено к группе весенних многолетников. Данный факт можно объяснить приуроченностью интродуцентов к высокогорным, горным и арктическим районам с коротким вегетационным периодом или произрастанием в природе в относительно аридных условиях с более благоприятными условиями влагообеспеченности в начале вегетации. Раннее цветение обусловлено особенностями морфогенеза видов, у которых в конце вегетационного периода в почках возобновления сформированы генеративные органы. Приводятся сведения об особенностях антокологии модельных видов, связанных со специализацией к энтомофилии (первичные аттрактанты, вторичные визуальные и обонятельные аттрактанты, протогиния, суточный ритм цветения, продолжительная фенофаза цветения и др.). Семена, в основном, светочувствительные, с ускоренной (от 2–4 до 10–12 дней) или несколько растянутой (до 20 и более дней) динамикой прорастания. Большинство видов характеризовалось наличием семян без органического покоя или с неглубоким морфофизиологическим или физиологическим покоем. Весенний посев семян может быть рекомендован для большинства исследованных видов, за исключением *Crambe cordifolia* Steven и *Pachyphragma macrophyllum* (Hoffm.) N. Busch, для которых предпочтителен подзимний посев семян. Реальная семенная продуктивность отдельных особей 13 исследованных видов варьировала от 204,6 до 9763,6 семян на втором году жизни, от 665,6 до 9263,8 семян на третьем году жизни. Наиболее высокие показатели семенной продуктивности выявлены у *Arabis caucasica* Willd. Реальная семенная продуктивность особей в течение 2–4 лет неуклонно возрастала за счет увеличения количества генеративных побегов, а реальная семенная продуктивность побега на 3 и 4 годах жизни нередко уменьшалась, что обусловлено значительным расходом пластических ресурсов на формирование дополнительных побегов. В процессе индивидуального развития *Arabis caucasica* в условиях интродукции выделено 4 периода: латентный, прегенеративный, генеративный, постгенеративный (сенильный) (последний установлен не у всех образцов) и 7–8 онтогенетических состояний. Исследованные виды характеризовались, в основном, высокой зимостойкостью, многие виды – высокой засухоустойчивостью.

14 видов отнесены к устойчивым, 11 видов – к среднеустойчивым, и один вид местной флоры *Draba sibirica* (Pall.) Thell. – к высокоустойчивым многолетникам при интродукции в южной тайге Западной Сибири. Большинство исследованных видов являются низкорослыми почвопокровными многолетниками, которые

рекомендованы для каменистых садов, подпорных стенок, незакрепленных склонов, посадке на хорошо освещенных, дренированных участках. Некоторые виды (*Crambe* L.) могут быть использованы для создания одиночных посадок и групп на газоне, а также применяться в цветочном оформлении затененных цветников природного стиля (*Lunaria rediviva* L., *Pachyphragma macrophyllum* (Hoffm.) N. Busch).

6.8 Семейство Caryophyllaceae

Изучено 37 видов, большинство которых отнесено к евроазиатскому (11) и европейскому (15) геоэлементам. Преобладают гелиофиты (35 видов), мезофиты (14 видов) и мезоксерофиты (12 видов). Около половины изученных видов (17) являются представителями горных биомов. Хамефиты незначительно преобладают над гемикриптофитами. Большинство изученных видов (25) характеризуются весенне-летне-зимнезеленым феноритмотипом, включающим как вечнозеленые виды древнесредиземноморской флоры, так и более молодые зимнезеленые виды с двумя генерациями побегов. Преобладают летние многолетники с продолжительным цветением. Обсуждаются антропоэкологические особенности некоторых видов родов *Dianthus*, *Silene* L., *Cerastium*, являющихся энтомофилами. Большинство изученных видов отличалось высокой всхожестью семян, 3 вида имели семена с физиологическим покоем различной глубины (B_{2-3}), низкой лабораторной всхожестью (4–28 %) и значительным количеством твердых семян (до 70–80 %). Проанализированы различия семенной продуктивности 22 видов и 2 подвидов, по значениям которой они подразделены на 5 групп.

Обсуждаются особенности онтогенеза некоторых представителей рода *Dianthus*, а также способность изученных видов формировать полноценный габитус, устойчивость к абиотическим (высокая зимостойкость, многие виды засухоустойчивы, однако подвержены выпреванию и вымоканию) и биотическим факторам.

По итогам интегральной оценки большинство изученных видов семейства Caryophyllaceae отнесены к высокоустойчивым (14) и устойчивым (17), 5 видов – к среднеустойчивым многолетникам при интродукции в южной тайге Западной Сибири. Исследованный образец *Lychnis fulgens* Fisch. оказался малоустойчив.

6.9 Семейство Polemoniaceae

Объектами исследования послужили 8 видов рода *Phlox* и полученные на их основе 150 сортов. Изученные таксоны являются представителями лесного, степного и горного поясно-зональных комплексов североамериканской флоры, за исключением одного горно-степного вида (*Ph. sibirica* L.), распространенного в Северной Азии. Исследованные виды являются гелиофитами, но отличаются по отношению к увлажнению почвы (мезофиты, мезоксерофиты, ксеромезофиты, ксерофиты), кислотности субстрата (ацидофилы, нейтрофилы, кальцефилы), относятся к различным биоморфам, что учитывалось при культивировании растений.

Изученные виды рода *Phlox* различаются по комплексу морфологических и анатомических признаков строения листовых пластинок. Общими чертами являются

дорсовентральные листья, закрытые коллатеральные пучки, 1–3-слойный столбчатый мезофилл, аномоцитный тип устьичного аппарата. Наиболее стабильными характеристиками анатомии листьев являются толщина листа в районе срединной жилки, длина клеток верхнего слоя мезофилла, число эпидермальных клеток, которые, наряду с особенностями строения мезофилла, проводящих пучков и характеристиками устьичного аппарата могут служить дополнительными диагностическими признаками при определении видов. В соответствии с анатомо-морфологическими особенностями листа виды подразделены на 3 морфотипа: преобладают мезофитные характеристики (*Ph. maculata* L., *Ph. paniculata* L.); сочетают мезофитные и ксерофитно-гелиофитные признаки (*Ph. divaricata* L.); ксерофитно-гелиофитные (*Ph. amoena* Sims, *Ph. sibirica*, *Ph. subulata* L.). Полученные данные позволяют разработать рекомендации культивирования видов в зависимости от их экологических особенностей и адаптационных возможностей (Бутенкова, Беляева, 2014).

По срокам цветения виды и сорта *Phlox* подразделены на 7 подгрупп в соответствии с классификацией Г. М. Дьяковой (2009); преобладают средние и средне-поздние сорта.

Семенное размножение, жизнеспособность и фертильность пыльцевых зерен были изучены в связи с перспективами селекционных исследований. Наиболее оптимальными для прорастания пыльцы различных сортов почвопокровных представителей рода *Phlox* являлись питательные среды с концентрацией сахарозы 20 %, 25 % и 30 %, *Ph. paniculata* – 30 %. Наиболее высокие показатели жизнеспособности пыльцевых зерен среди почвопокровных флоксов были установлены у *Ph. douglasii* ‘Rose Cushion’, *Ph. subulata* ‘Aurora’ и ‘Stastkova’. Высокая фертильность пыльцы отмечена у *Ph. ‘Bill Baker’* – в среднем 98,2 %. Фертильность пыльцы различных сортов *Ph. paniculata* варьирует, однако, у большинства исследованных культиваров отмечены высокие показатели качества пыльцевых зерен.

Среди почвопокровных флоксов отобрано 4 сорта с наиболее эффективной реализацией репродуктивной функции (с плодообразованием 44 % и выше): *Ph. subulata* ‘Purple Beauty’ (56 %), *Ph. subulata* ‘Rosendorfer Schone’ (54,9 %), *Ph. subulata* ‘Maischnee’ (44,6 %) и *Ph. divaricata* ‘Betingetton Cross’ (54,9 %), которые представляют практический интерес как источники ценных признаков для селекции.

Семенная продуктивность сортов *Ph. paniculata* значительно варьирует и зависит от погодных условий вегетационного сезона (Беляева и др., 2012). Приводятся данные по вегетативному размножению сортов *Ph. paniculata*, в том числе с использованием стимуляторов корнеобразования.

В жизненном цикле *Ph. paniculata* выделено 4 периода и 8 возрастных состояний.

Обсуждается устойчивость изученных многолетников к абиотическим и биотическим факторам, в том числе грибным болезням. Приведена оценка орнаментальных качеств различных сортов рода *Phlox*.

Большинство исследованных видов и полученных на их основе сортов *Phlox* отнесено к устойчивым и высокоустойчивым многолетникам при интродукции в южной тайге Западной Сибири. *Phlox sibirica* и *Ph. douglasii* Hook. среднеустойчивы, *Ph. amoena* var. *variegata* малоустойчив. Для внедрения в приусадебное озеленение Томской области рекомендовано 69 сортов кустовых

Phlox. Приведены рекомендации по использованию изученных видов и сортов в ландшафтном дизайне.

6.10 Семейство Asteraceae

Изучено 83 вида, из них около 39 % составляют представители североамериканской флоры. Большинство таксонов являются гелиофитами (65 видов), мезофитами (чуть более 50 % от общего числа исследованных видов). В спектре жизненных форм преобладают коротко- (42 вида) и длиннокорневищные (21 вид) травянистые поликарпики. Подавляющее число видов (76) является гемикриптофитами.

Наиболее многочисленными являются весенне-летне-осеннезеленый (53 % от общего числа исследованных видов семейства) и весенне-летнезеленый (32,5 %) феноритмотипы. Преобладают виды (45) со средними сроками отрастания, что объясняется эколого-географическим происхождением интродуцентов (Северная Америка, Восточная Азия). По датам начала цветения изученные виды распределены в 5 групп. Из них наиболее многочисленной является ритмологическая группа летних растений, составляющая чуть более 72 % от общего числа изученных таксонов. Средняя продолжительность фенофазы цветения у различных видов варьирует от 16 до 86 дней, достигая наиболее высоких значений у летних и позднелетних многолетников.

Приводятся данные о фертильности пыльцы 20 видов, семенной продуктивности 29 видов, всхожести семян 47 видов. Светочувствительность семян выявлена у 12 видов, высокая лабораторная всхожесть установлена у 17 видов. Стратификация при температуре 4 °C в течение 1,5–2 месяцев увеличивала всхожесть семян 6 видов. Реальная семенная продуктивность видов нередко снижается ввиду повреждения семян энтомовыми вредителями и образования значительного количества неполноценных семян в соцветии.

В качестве модельных растений для углубленных исследований антропоэкологии и репродуктивной биологии были выбраны представители 2 родов североамериканской флоры: *Echinacea* и *Liatris*.

Род *Echinacea*. Изучены два вида: *E. pallida* (Nutt.) Nutt. и *E. purpurea* (L.) Moench.

В листовой пластинке *E. purpurea* выявлены признаки как мезоморфной, так и ксероморфно-гелиоморфной структуры (рисунок 8). При сравнении полученных показателей оказалось, что стеблевые листья достоверно (при уровне значимости $p < 0,05$) превосходили розеточные по толщине мезофилла, палисадной и губчатой тканей, высоте клеток верхней эпидермы, размерам клеток верхнего слоя мезофилла, плотности опушения нижней эпидермы, а также характеризовались более сильным развитием ксилемы по отношению к флоэме, проявляя комплекс ксероморфных признаков, что согласуется с законом ярусной изменчивости анатомического строения листа, установленным В. Р. Заленским (Агаев, 2002).

Проведенные исследования позволяют считать *E. purpurea* ксеромезофитом, *Echinacea pallida* – ксерофитом.

Розеточный лист



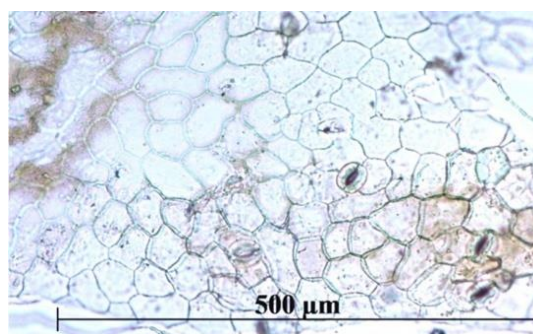
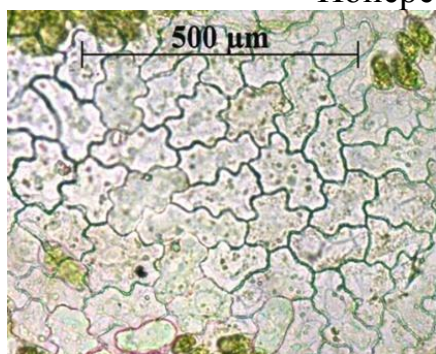
Стеблевой лист



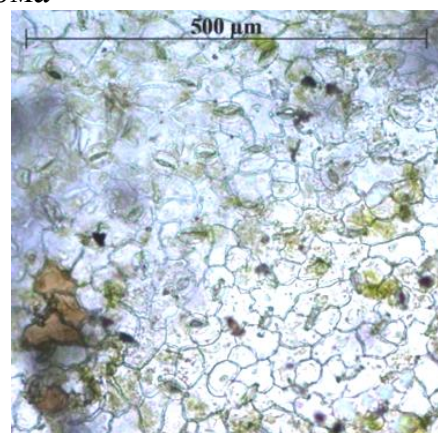
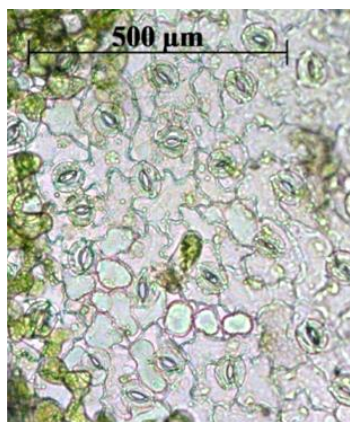
Поперечный срез центральной жилки листа



Поперечный срез пластинки листа



Верхняя эпидерма



Нижняя эпидерма

Рисунок 8 – Поперечные срезы листьев и эпидерма розеточного и стеблевого листьев *E. purpurea*

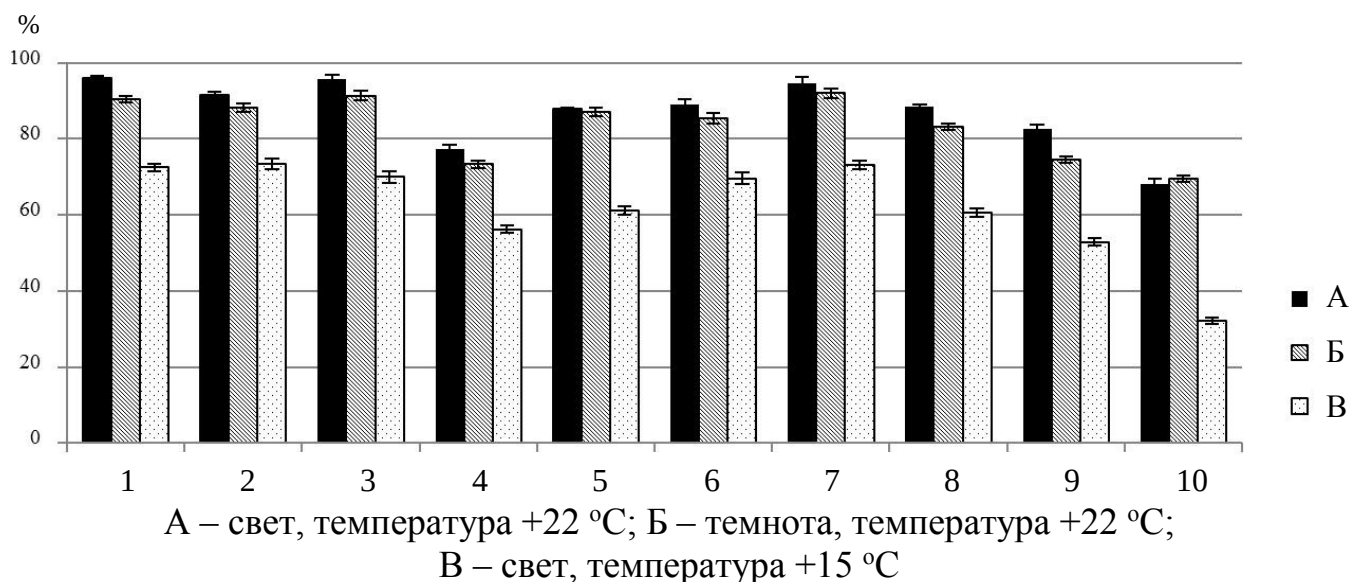
Выявлено 10 характеристик, имеющих достоверные отличия средних значений при сравнении листьев двух изученных видов. Такие показатели, как устьичный индекс, количество устьиц, клеток верхней и нижней эпидермы на единицу площади могут рассматриваться как показатели, отражающие адаптационный потенциал вида.

Исследованы сезонный ритм развития, консортивные связи и антэкологические особенности видов рода *Echinacea*, отражающие их специализацию к энтомофилии (дневной тип цветения, протерандрия, геркогамия и др.). В качестве посетителей цветков *E. purpurea* зарегистрированы представители отряда Lepidoptera и 12 видов из 7 родов насекомых отряда Hymenoptera надсемейства Пчёлы (Apoidea): *Andrena limata* Smith, *A. bicolor* F., *Lithurgus fuscipennis* Lep., *Apis mellifera* L., *Bombus lucorum* (L.), *B. semenoviellus* Skor., *B. sichelii* Rad., *B. hypnorum* (L.) и др. (Беляева, Конусова, 2014).

Выявлена гетерогенность семян исследованных образцов по линейным размерам, массе и жизнеспособности. Лабораторная всхожесть семян *E. purpurea* высокая; оптимальная температура прорастания +22 °С (рисунок 9). Семянки *E. pallida* обладают покоем, лабораторная всхожесть свежесобранных семян низкая, после 6 месяцев сухого хранения увеличивается до 45,3–67,3 %.

Интервал варьирования показателей реальной семенной продуктивности различных образцов *E. purpurea* достаточно широк – от 460 до 3331 семян на особь. Реальная семенная продуктивность терминальных соцветий *E. pallida* ниже, чем у *E. purpurea* и составляет от 120 до 250 семян на одно соцветие (в среднем у разных образцов 149,3–162,4 семян).

Echinacea purpurea является диплоидом с $2n = 22$, а *E. pallida* – тетраплоидом с $2n = 44$.



1 – Репродукция СибБС, 'King'; 2 – Репродукция СибБС от образца из г. Люблина; 3 – Ижевск; 4 – Ижевск, 'Alba'; 5 – Йошкар-Ола; 6 – Варшава; 7 – Галле; 8 – Линц; 9 – Клуж-Напока, 'Alba'; 10 – Репродукция СибБС, 'White Swan'

Рисунок 9 – Всхожесть семян исследованных образцов *E. purpurea* при различных условиях проращивания, %

Жизненный цикл *E. purpurea* включает 4 периода (латентный, прегенеративный, генеративный, постгенеративный (сенильный) и 8 онтогенетических состояний (проростки, ювенильное, имматурное, виргинильное, молодое генеративное, средневозрастное генеративное, старое генеративное, субсенильное).

В онтогенезе *E. pallida* в условиях южной тайги выделено 3 периода: латентный, прегенеративный, генеративный; онтогенез неполный, сенильный период отсутствует; виду свойственна динамическая поливариантность онтогенеза.

Проанализирована устойчивость *E. purpurea* и *E. pallida* в генеративном состоянии к абиотическим и биотическим факторам среды. Возможно, комплекс болезней и вредителей *Echinacea* в южной тайге полностью еще не сформирован. Создан генофонд различных образцов и сортов *E. purpurea* с высоким содержанием биологически активных веществ, высокой продуктивностью, декоративностью. Проведена оценка декоративных качеств 6 сортов *E. purpurea* и 2 сортов гибридного происхождения. Отобрано два образца *Echinacea*, перспективных для селекционных исследований.

Echinacea pallida может культивироваться в южной тайге Западной Сибири в качестве малолетника и отнесена к среднеустойчивым интродуцентам.

Приводятся данные об особенностях цветения, семенной продуктивности, лабораторной и посевной всхожести семян, особенностях онтогенеза и устойчивости к факторам среды 3 видов и 4 сортов рода *Liatris*. Установлен базипетальный тип распускания цветков в соцветии исследованных видов и дневной тип цветения. Основной способ опыления – ксеногамия, автогамия не выражена. Средняя реальная продуктивность изученных образцов молодых генеративных растений варьирует от 424 до 733 семян на побег и от 1210 до 3300 семян на особь. Наиболее высокие показатели реальной семенной продуктивности установлены у *L. pycnostachya* Michx.

В целом, подавляющее большинство изученных видов семейства отнесены к устойчивым и высокоустойчивым многолетникам при интродукции в южной тайге Западной Сибири, которые могут быть использованы при создании групп, массивов, миксбордеров, оформлении переходных зон по окраинам цветников, каменистых садов, в качестве срезочных культур. 9 видов являются среднеустойчивыми, 1 вид (*Stokesia laevis* (Hill) Greene) – малоустойчивым.

7 ИНТРОДУКЦИОННАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ДЕКОРАТИВНЫХ МНОГОЛЕТНИКОВ, ВОПРОСЫ ИХ ОХРАНЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПОДЗОНЕ ЮЖНОЙ ТАЙГИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

7.1 Оценка интродукционной устойчивости изученных видов

Проведение комплексной оценки биологической устойчивости исследованных видов является заключительным этапом интродукционных исследований.

Таксономический анализ. Наибольшим видовым разнообразием в эксперименте представлены семейства Asteraceae, Ranunculaceae, Rosaceae, Lamiaceae, Caryophyllaceae, Saxifragaceae, Campanulaceae, Brassicaceae, Primulaceae, Scrophulariaceae.

Большинство исследованных видов отнесено к высокоустойчивым (41,1 %) и устойчивым (41,6 %) многолетникам при интродукции в подзоне южной тайги Западной Сибири. Среднеустойчивых интродуцентов – около 13,5 %, малоустойчивых – 3,8 %.

Хорологический анализ. В зависимости от географической приуроченности, интродуцированные в Сибирском ботаническом саду ТГУ виды были подразделены на 23 группы: космополитная, голарктическая, евроазиатская (включая евросибирскую), общеазиатская, североазиатская, центральноазиатская, восточноазиатская, сибирская, европейская, южноевропейская, балканская, европейско-североамериканская, кавказская, европейско-кавказско-малоазиатская, средиземноморская, европейско-средиземноморско-кавказско-малоазиатская, азиатско-североамериканская, североамериканская, западно-североамериканская, восточно-североамериканская, новозеландская, австралийско-новозеландская, южно-американская.

Среди высокоустойчивых и устойчивых видов преобладают интродуценты с широким ареалом, европейские (Северная, Центральная и Восточная Европа), азиатские, восточноазиатские (особенно манчжурские, сахалино-хоккайдские), североамериканские виды. В группе малоустойчивых и среднеустойчивых видов доминируют интродуценты из Средиземноморской области, Балканской провинции Бореального подцарства, южноевропейские виды, а также многолетники, распространенные в пределах Средиземноморья, Кавказа, Малой Азии. Данная группа также включает некоторые относительно теплолюбивые восточноазиатские и североамериканские виды, а также отдельные холодостойкие голарктические, евроазиатские, европейские, общеазиатские, североазиатские, сибирские виды, недостаточная или слабая устойчивость которых при интродукции в южной тайге Западной Сибири обусловлена особенностями их экологии (петрофит, ксерофит, кальцефил), биологии (полупаразит) и поясно-зональной приуроченности (горные биомы).

Эндемики являются преимущественно видами горных систем Южной Сибири и Кавказа, большинство которых является устойчивыми и высокоустойчивыми многолетниками при интродукции в условиях южной тайги Западной Сибири.

Поясно-зональная приуроченность. Изученные виды отнесены к 9 поясно-зональным группам. Наиболее высокий процент устойчивых и высокоустойчивых видов установлен в лесной (93,6 % от общего числа исследованных видов данной группы), лесостепной (85,4 %) и горно-лесной (84,6 %) группах. Процент средне- и малоустойчивых многолетников более высокий в степной, горно-степной, горной общей и высокогорной поясно-зональных группах 29,2 %, 28,6 %, 26,4 %, 22,7 % соответственно.

Для высокогорных и аркто-высокогорных видов определяющее значение имеет экологическая пластичность интродуцента, позволяющая ему успешно адаптироваться к иным, чем в высокогорьях, условиям обитания с высокими температурами почвы и воздуха в летний период, новым сезонным ритмам. Здесь, по-видимому, определяющую роль играет привлечение образцов из природы с более высокими адаптационными возможностями; нередко более эффективна интродукция «окультуренных» образцов из европейской части России и Сибири.

Экологические группы. По отношению к увлажнению субстрата самой многочисленной группой являются мезофиты, наиболее адаптированные к

почвенно-климатическим условиям южной тайги Западной Сибири, которые составляют 54 % от общего числа исследованных видов. Процент высокоустойчивых и устойчивых многолетников в пределах экогрупп наиболее высокий у мезофитов – 85,1 % и гигромезофитов – 94,7 % (группа малочисленна), ксеромезофитов – 83,3% и минимальный у ксерофитов – 71,1 %.

По отношению к свету подавляющее большинство исследованных таксонов отнесено к гелиофитам (66,1 %) и сциогелиофитам (26,6 %). Сциофиты, отличающиеся стенофитностью, что ограничивает их возможности для культивирования, и гелиосциофиты, являющиеся составной частью лесного комплекса, достигают соответственно 3,1 % и 4,2 %.

По отношению к богатству почв около 60 % исследованных видов являются преимущественно мезотрофами. Доля петрофитов и псаммофитов среди малоустойчивых видов, в целом, достигает около 64 %, а в группе среднеустойчивых видов составляет 54,5 %.

Биоморфы. Большинство изученных интродуцентов (72,6 %) являются гемикриптофитами, хамефиты составляют 17,1 %, геофиты – 10,3 % от общего числа видов.

Существует связь между характером биоморфы и интродукционной устойчивостью, зимостойкостью вида, хотя и не всегда однозначная. Процент устойчивых и высокоустойчивых видов более высокий в группе геофитов (89,8 %) и гемикриптофитов (83,1 %), среди хамефитов он составляет 76,5 %. Среди геофитов преобладают высокоустойчивые виды (49,1 % от общего числа видов группы), а устойчивые и среднеустойчивые многолетники составляют соответственно 40,7 % и 10,2 %, малоустойчивые отсутствуют. У гемикриптофитов процент высокоустойчивых многолетников существенно выше, чем у хамефитов (43,6 % против 28,6 %), а доля средне- и малоустойчивых интродуцентов ниже (16,9 % у гемикриптофитов против 23,5 % у хамефитов). В целом, для интродукции в южной тайге Западной Сибири более перспективны геофиты и гемикриптофиты.

В соответствии с эколого-морфологической классификацией жизненных форм среди исследованных видов выделено 10 групп (рисунок 10).

Наиболее многочисленной биоморфологической группой являются корококорневищные растения, на долю которых приходится более 32 % от общего числа исследованных видов.

Процент устойчивых и высокоустойчивых интродуцентов наиболее высокий в составе столонообразующих (94,7 %), ползучих (92,5 %), длиннокорневищных (91,7 %), кистекорневых (88,2 %) растений и достигает 82,6 % у короткокорневищных многолетников.

Меньшая устойчивость стержнекорневых, дерновинных многолетников и полукустарничков, вероятно, во многом связана с их недостаточной устойчивостью к выпреванию и вымоканию.



Рисунок 10 – Спектр жизненных форм изученных видов декоративных растений при интродукции в Сибирском ботаническом саду ТГУ

Сезонный ритм развития. По срокам отрастания виды подразделены на 3 группы. Максимальный процент высокоустойчивых видов установлен среди многолетников с ранними сроками отрастания: около 49 % от общего числа видов группы против 30 % в группе средних и 12,5 % в группе поздних интродуцентов. Прослеживается связь между сроками отрастания, эколого-географическим происхождением видов и их интродукционной устойчивостью. Раннее окончание вегетации благоприятно для зимовки в условиях короткого вегетационного периода.

В зависимости от даты начала цветения исследованные виды подразделены на 5 групп, у 3 видов цветение отсутствовало. Наиболее многочисленными являются группы летних (271 вид), раннелетних (151 вид) и весенних (112 видов) многолетников. Незначительно представлены группы позднелетних (32 вида) и осенних (3 вида) растений. Прослеживается тенденция уменьшения интродукционной устойчивости у видов с поздними сроками цветения.

Выделено 5 феноритмотипов. Коротковегетирующая группа включает 14 видов эфемероидов и гемизэфемероидов (*Anemone altaica* Fischer ex C.A. Meyer, *Eranthis hyemalis* (L.) Salisb., *Isopyrum thalictroides* L. и др.), для которых характерно ускоренное прохождение основных фаз развития: ранние сроки отрастания, раннее цветение, быстрое созревание семян. Все они отнесены к устойчивым и высокоустойчивым многолетникам при интродукции в подзоне южной тайги Западной Сибири.

Весенне-летнезеленый феноритмотип включает 181 вид с естественно ограниченными сроками вегетации, а также некоторые умеренно теплолюбивые многолетники с вынужденным окончанием вегетации (ввиду наступления осенних заморозков). Весенне-летнезеленый феноритмотип с естественными сроками окончания вегетации является наиболее адаптированным к условиям северных регионов. Весенне-летне-осеннезеленый феноритмотип включает 180 видов, среди которых преобладают многолетники с летними и раннелетними сроками цветения. Весенне-летне-зимнезеленый феноритмотип насчитывает 197 видов с наиболее высокой долей

весенних и раннелетних многолетников и наибольшим процентом средне- и малоустойчивых интродуцентов среди трех основных феноритмотипов.

При сравнении распределения биоморф по феноритмотипам оказалось, что хамефиты, в основном, относятся к растениям с весенне-летне-зимнезеленым феноритмотипом, а геофиты – к многолетникам с весенне-летнезеленым феноритмотипом.

Устойчивость к абиотическим факторам. В условиях подзоны южной тайги Западной Сибири определяющим лимитирующим фактором культивирования растений являются низкие температуры воздуха и почвы в зимний и осенне-весенний периоды.

Большинство исследованных видов не обнаруживало признаков существенных температурных повреждений, их перезимовка в условиях подзоны южной тайги Западной Сибири, в основном, проходит благополучно, т. к. они являются, в основном, микротермами и гекистотермами, иногда мезотермами. Некоторые многолетники накапливают в период весеннего отрастания антоцианы, повышающие устойчивость к воздействию низких температур (виды рода *Raemonia*, *Aruncus*, *Geranium* и др.). Повреждения растений после холодных зим отмечены у некоторых неморальных европейских, балканских, кавказских, восточноазиатских, средиземноморских видов. Весенние заморозки влияют на ритм развития отдельных представителей восточноазиатской, европейской, кавказской и североамериканской флоры. Осенние заморозки ограничивают вегетацию некоторых восточноазиатских и североамериканских видов растений.

В целом, более 95 % исследованных нами интродуцентов отнесены к зимостойким.

Наиболее подвержены явлениям выпревания, вымокания и выпирания некоторые стержнекорневые, наземно-ползучие, весенне-летне-зимнезеленые и весенне-летне-осеннезеленые подушковидные поликарпики и розеточные гемикриптофиты, зимнезеленые стержнекорневые полукустарнички, а из экологических групп – ксерофиты, ксеромезофиты и мезоксерофиты, петрофиты и псаммопетрофиты, отличающиеся, однако, высокой засухоустойчивостью.

Устойчивость к биотическим факторам. Большинство исследованных интродуцентов характеризовалось высокой (66 %) и средней (33 %) устойчивостью к энтомовам, грибным болезням, бактериальным и микоплазменным инфекциям.

Регулярное поражение грибными болезнями в различной степени установлено у некоторых видов семейств *Raemoniaceae*, *Ranunculaceae* (*Delphinium* L., *Aconitum* и др.), *Polemoniaceae*, *Boraginaceae* (*Pulmonaria mollis* Wulfen ex Hornem.), *Rosaceae* (*Filipendula* Mill., *Sanguisorba* L.), *Asteraceae*. Садовые культивары *Symphyotrichum novae-angliae* (L.) G.L. Nesom, *S. novi-belgii* (L.) G.L. Nesom, *Phlox paniculata*, *Ph. maculata* нуждаются в проведении регулярных защитных мероприятий, что снижает их ценность как перспективных декоративных растений для использования в ландшафтном дизайне.

Виды семейства *Brassicaceae* традиционно неустойчивы к вредителям (листоблошки), особенно при посадке на пониженных участках. Повреждения энтомовам выявлены у некоторых видов семейства *Primulaceae*,

Caryophyllaceae (семена), Ranunculaceae (семена: *Aquilegia*, *Trollius* и др.), Asteraceae и др. В зимний и весенний период от мышей могут страдать подушковидные виды рода *Dianthus*, *Coreopsis grandiflora* Hogg ex Sweet, *Phlox paniculata*, *Platycodon grandiflorus* (Jacq.) A. DC., виды рода *Campanula* L. и др.

Габитус. Большинство исследованных видов растений в условиях интродукции сохраняло присущий растениям природный габитус (около 48 % от общего числа видов) или увеличивало линейные и объемные размеры (высоту побегов, число побегов в кусте, число цветков, размеры соцветий) (более 47 %). Интродуценты, уменьшавшие биометрические параметры (*Acaena* Mutis ex L., *Lavandula angustifolia* Mill., *Peltoboykinia tellimoides*, *Primula bulleyana* и др.), составили чуть более 5 % от общего числа исследованных многолетников.

Семенное размножение. Большинство изученных видов (более 97 %) в условиях южной тайги Западной Сибири характеризовалось регулярным плодоношением и созреванием семян. Фертильность пыльцевых зерен изученных видов, в основном, высокая, что во многом предопределяет их эффективное опыление.

Семенное размножение отсутствовало у 14 видов и некоторых гибридов по разным причинам (генетические, позднее цветение, клоновое потомство особи с отсутствием плодоношения, недостаток термических ресурсов и др.). Регулярный самосев образуют 268 видов. По длительности сохранения жизнеспособности семян большинство исследованных видов отнесено к мезобиотикам, некоторые виды – к макробиотикам.

Вегетативное размножение. Большинство исследованных видов в условиях культуры эффективно размножается вегетативно: укоренением розеток, плагиотропных побегов, делением корневища с почками возобновления, черенкованием.

В группе столонообразующих и наземно-ползучих растений выявлены виды с регулярным семенным размножением (*Saponaria ocymoides* L., *Veronica officinalis* L. и др.) и значительным преобладанием вегетативного размножения над семенным (*Lysimachia punctata*, *L. nummularia*, *Veronica filiformis* Sm., *Waldsteinia ternata* и др.). Нередко значительная вегетативная подвижность растений сочетается с полиплоидией (*Lysimachia nummularia*, *Cerastium biebersteinii* DC.), низкой или невысокой жизнеспособностью пыльцевых зерен (*Lysimachia nummularia*, *Veronica filiformis*, *Waldsteinia ternata*).

Продолжительность онтогенеза и способность видов к самовозобновлению. В зависимости от продолжительности онтогенеза исследованные виды подразделены на 3 группы. Виды второй и третьей группы с более продолжительным онтогенезом более перспективны для применения в ландшафтном дизайне.

На основе проведенных исследований отобраны устойчивые и высокоустойчивые виды с различными эколого-фитоценоотическими стратегиями, перспективные для использования в озеленении подзоны южной тайги Западной Сибири.

7.2 Проблема сохранения биоразнообразия (редкие и исчезающие виды растений)

Выявлены редкие и исчезающие виды, занесенные в Красную книгу Российской Федерации (2008) – 16, региональные Красные книги на территории европейской части России – 172, Сибири – 102, Дальнего Востока – 32. Большинство исследованных редких видов региональных сибирских флор являются устойчивыми и высокоустойчивыми растениями при интродукции в южной тайге Западной Сибири. Один вид (*Pedicularis amoena* Adams ex Steven) является слабоустойчивым, и 6 видов были отнесены к среднеустойчивым.

7.3 Проблема биобезопасности (инвазивные виды растений)

Обсуждается инвазионная активность 6 видов (*Centaurea jacea* L., *Lotus corniculatus* L., *Lupinus polyphyllus* Lindl., *Saponaria officinalis* L. и др.) травянистых многолетников, включенных в «Черную книгу флоры Сибири» (2016), а также потенциальная опасность для сохранения местного разнообразия некоторых видов, находящихся на первых стадиях инвазионного процесса в европейской части России. Первоочередного внимания заслуживают виды с наиболее высоким инвазионным статусом: *Solidago canadensis* L. и *Lupinus polyphyllus*. В качестве превентивных мер можно рекомендовать осуществление регулярного мониторинга за состоянием интродуцентов в коллекциях, изучение их биологии, ограничение количества выращиваемых экземпляров, обрезку соцветий для предотвращения семенного размножения, популяризацию знаний о чужеродных видах среди садоводов, озеленителей, ландшафтных дизайнеров.

7.4 Применение изученных видов в ландшафтном дизайне

Современным перспективным направлением ландшафтного дизайна является создание садов природной стилистической направленности, основанных на моделировании природных растительных сообществ с учетом эколого-фитоценотической стратегии видов. Выбор участка для посадки растений необходимо проводить с учетом оптимальных вариантов по световым и температурным параметрам.

Базовыми при отборе растений наряду с экологическими критериями являются биологические: особенности семенного и вегетативного размножения и возобновления, способность к разрастанию, образованию самосева, длительность жизненного цикла, сроки цветения, габитус. Использование эстетических критериев предполагает создание блоков сезонного цветения из подобранных по цвету в соответствии с колористическим решением и габитусу многолетников. Основу цветника из многолетников должны составлять виды с длительной декоративностью (декоративно-стабильные) с включением красивоцветущих декоративно-лабильных многолетников. Следует учитывать также антропогенный фактор (вандалоустойчивость).

Основной ассортимент многолетников для городского озеленения Томска и Томской области сформирован с учетом рекомендаций, разработанных сотрудниками ГБС РАН (Экологическое обоснование отбора..., 2017), и включает

260 видов высокоустойчивых и некоторых устойчивых растений, а также сорта многолетников, устойчивые к биотическим и абиотическим факторам. Мы считаем возможным включить в ассортимент некоторые сорта *Phlox paniculata* ('Успех', 'Румяный', 'Белки Алтай' и др.), *Paeonia lactiflora* hort., устойчивые к болезням, а также сорта *Rudbeckia* L., способные длительное время при минимальном уходе произрастать на одном месте за счет активного самовозобновления.

Ассортимент для приусадебного и придомового озеленения при условии регулярного ухода и полива может быть значительно расширен до 450 видов за счет включения в него некоторых высокоустойчивых (не вошедших в основной ассортимент) и большей части устойчивых многолетников: *Astilboides tabularis*, *Plagiorhegma dubia* Maxim. и др. Не рекомендуется использовать, особенно при посадке на придомовых территориях, ядовитые растения, например виды рода *Actaea* L. с декоративными плодами, *Aconitum* и др.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В 1998–2018 гг. в условиях южной тайги в Сибирском ботаническом саду Томского госуниверситета проведено интродукционное испытание 567 видов из 44 семейств и 475 сортов, гибридов и форм декоративных двудольных растений. В результате изучения их биологических особенностей, оценки устойчивости и адаптивного потенциала были сделаны следующие выводы:

1. Большинство исследованных видов отнесено к высокоустойчивым (41,1 % от общего числа исследованных таксонов) и устойчивым (41,6 %) многолетникам при интродукции в лесной зоне Западной Сибири. Среднеустойчивых интродуцентов – 13,5 %, малоустойчивых – 3,8 %.

2. В зависимости от географического происхождения среди высокоустойчивых и устойчивых видов преобладают интродуценты с широким ареалом, а также европейские, азиатские, восточноазиатские (особенно манчжурские, сахалино-хоккайдские), североамериканские виды. Группы мало- и среднеустойчивых видов включают преимущественно интродуцентов из Средиземноморской области, Балкан, Южной Европы, а также некоторые термофильные восточноазиатские и североамериканские виды. Слабая или средняя устойчивость некоторых холодостойких видов при интродукции в южной тайге Западной Сибири обусловлена особенностями их экологии (петрофит, ксерофит, кальцефил) и поясно-зональной приуроченности (высокогорные и горные биомы). Эндемики горных систем Южной Сибири и Кавказа являются преимущественно высокоустойчивыми и устойчивыми при интродукции в южной тайге Западной Сибири, что подтверждает значение данных регионов как центров флористического разнообразия и видообразования, перспективных для отбора интродуцентов.

3. Наиболее перспективные виды для интродукции в южной тайге отмечены в группах лесного и горного комплексов. При интродукции высокогорных и аркто-высокогорных видов определяющее значение имеет экологическая пластичность, позволяющая психрофитам и криофитам адаптироваться к иным, чем в высокогорьях, почвенно-климатическим и ритмологическим условиям обитания. Представители скально-россыпного комплекса менее перспективны для

интродукции в южной тайге, т. к. нуждаются в создании специальных микроклиматических условий. Комплекс почвенно-климатических условий южной тайги наиболее благоприятен для интродукции мезофитов, составляющих более 53 % от общего числа исследованных видов, гигромезофитов (при условии дополнительного полива в сухой период), ксеромезофитов, мезоксерофитов.

4. Большинство изученных видов (72,6 %) являются гемикриптофитами, хамефиты составляют 17,1 %, геофиты – 10,3 %. Меньшая устойчивость хамефитов обусловлена морфологической и филогенетической гетерогенностью данной группы, включающей средиземноморские виды, слабоустойчивые в условиях северных регионов, а также стержнекорневые, высокогорные и аркто-высокогорные виды, требующие создания в культуре особых микроклиматических условий. Доля полукустарничков и кустарничков, отличающихся различной вегетативной подвижностью, невелика – 5,8 %. Травянистые поликарпики, составляющие более 94 % от общего числа исследованных видов, подразделены на 9 основных биоморфологических групп. Высокоустойчивые многолетники преобладали в группах столонообразующих (69,6 %), длиннокорневищных растений (53,8 %) и составили 43,1–43,7 % у короткокорневищных и кистекарневых многолетников. Наибольшее число мало- и среднеустойчивых видов выявлено у растений стержнекарневой и дерновинной биоморфы, кустарничков и полукустарничков.

5. Исследованные виды характеризовались комплексом морфологических (визуальные и обонятельные аттрактанты, геркогамия, гетеростилия, диморфизм пыльцы и др.), динамических (протогиния, протерандрия), цитогенетических (высокая фертильность и жизнеспособность пыльцевых зерен), ритмологических (разнообразие феноритмотипов и сроков цветения) приспособлений к энтомофилии. Некоторые виды семейств Rosaceae, Saxifragaceae и др. сочетают энтомофилию с анемофилией. Среди большинства изученных видов 9 семейств класса Двудольные основным способом опыления является ксеногамия. Автогамия играет существенную роль у представителей рода *Aquilegia*.

6. Фертильность пыльцы исследованных видов высокая, за исключением некоторых интродуцентов, не образующих полноценных семян. Высокой семенной продуктивности в условиях культуры способствует полимеризация побегов, связанная со снижением апикального доминирования или улучшением обеспеченности растений элементами питания, длительный период цветения и диссеминации. Не установлено достоверных различий семенной продуктивности 3 гетеростильных видов рода *Primula* в зависимости от биоморфы цветка.

7. Среди исследованных интродуцентов установлено 5 феноритмотипов. Прослеживается связь между сроками отрастания, эколого-географическим происхождением видов и их интродукционной устойчивостью. Максимальный процент высокоустойчивых видов установлен среди раноотрастающих многолетников: около 49 % (от общего числа видов группы) против 30 % в группе средних и 12,5 % в группе поздних интродуцентов. Геофиты наиболее полно представлены среди растений с весенне-летнезеленым феноритмотипом. Хамефиты, в основном, относятся к растениям с весенне-летне-зимнезеленым феноритмотипом, где они составляют 44 % от общего числа видов группы.

8. Адаптации к умеренному сезонному климату связаны с сокращением вегетационного периода, весенним и ранним летним цветением, обусловленным закладкой в почках возобновления в предзимний период сформированных генеративных органов, у некоторых видов альтернативным вариантом является развитие вторичной зимнезелености, позволяющей в весенний период быстро переходить к активному фотосинтезу.

9. По датам начала цветения исследованные виды подразделены нами на 5 основных групп: весенние, раннелетние, летние, позднелетние, осенние. Одной из форм адаптации растений к климатическим условиям северных регионов является ускорении темпов развития растений в условиях короткого лета, в том числе короткий префлоральный период.

10. На основе исследований 13 видов и гибридов (*Astilboides*, *Primula*, *Phlox*) обоснована возможность использования анатомического метода для интродукционного прогнозирования и разработки основ агротехники интродуцентов.

11. Устойчивость растений к абиотическим факторам зависит от их биологических особенностей, определяется географическим происхождением, особенностями экологии, кроме того, существует возрастная и индивидуальная специфичность. В условиях подзоны южной тайги Западной Сибири определяющим лимитирующим фактором культивирования растений являются низкие температуры воздуха и почвы в зимний и осенне-весенний периоды.

12. Большинство исследованных интродуцентов сохраняло присущий растениям природный габитус или увеличивало линейные и объемные размеры, а также характеризовались высокой (66 %) и средней (33 %) устойчивостью к энтомовамителям, грибным болезням, бактериальным и микоплазменным инфекциям.

13. Для использования в городском и приусадебном озеленении южной тайги Западной Сибири рекомендовано 450 видов и более 320 сортов декоративных растений. Выявлены редкие и исчезающие виды России – 30, европейской части России – 172, Сибири – 102, Дальнего Востока – 32. Установлено 14 потенциально инвазивных декоративных видов, из них 2 с наиболее высоким инвазивным статусом: *Lupinus polyphyllus*, *Solidago canadensis*.

Список опубликованных работ по теме диссертации:

Статьи в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук:

1. Морякина В. А. Интродукция декоративных видов растений из различных флористических областей Земного шара в лесной зоне Западной Сибири / В. А. Морякина, Т. Н. Беяева, А. Л. Баранова, А. С. Прокопьев // Вестник Томского государственного университета. – 2008. – № 310. – С. 184–187. – 0,43 / 0,15 а.л.

2. Прокопьев А. С. Репродуктивная биология видов родов *Sedum* и *Hylotelephium* (Crassulaceae) в условиях интродукции на юге Томской области /

- А. С. Прокопьев, **Т. Н. Беляева**, О. Л. Конусова // Растительные ресурсы. – 2008. – Т. 44, № 1. – С. 31–39. – 0,44 / 0,2 а.л.
3. Морякина В. А. Сохранение биоразнообразия растений мировой флоры в Сибирском ботаническом саду Томского госуниверситета / В. А. Морякина, Т. П. Свиридова, **Т. Н. Беляева**, Г. Я. Степанюк, В. П. Амельченко, Н. С. Зиннер // Информационный вестник ВОГИС. – 2008. – Т. 12, № 4. – С. 555–563. – 0,6 / 0,15 а.л.
4. **Беляева Т. Н.** Интродукция видов и сортов флокса (*Phlox* L.) в Сибирском ботаническом саду / Т. Н. Беляева, А. Н. Бутенкова // Вестник ИрГСХА. – 2011. – № 44-6. – С. 27–34. – 0,43 / 0,24 а.л.
5. **Беляева Т. Н.** Фертильность пыльцы и особенности прорастания семян некоторых многолетних декоративных и лекарственных растений семейства *Asteraceae* Dumort. при интродукции в Сибирском ботаническом саду / Т. Н. Беляева, Р. И. Лещук // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. – 2011. – № 14-1 (98). – С. 187–192. – 0,42 / 0,38 а.л.
6. **Беляева Т. Н.** Анализ кариотипа и некоторые аспекты репродуктивной биологии различных образцов и сортов *Echinacea purpurea* (L.) Moench, *E. pallida* (Nutt.) Nutt. в условиях интродукции на юге Томской области / Т. Н. Беляева, С. Б. Романова, М. М. Куулар // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. – 2011. – № 2. – С. 119–121. – 0,21 / 0,13 а.л.
7. **Беляева Т. Н.** Сравнительная оценка сортов флокса (*Phlox* L.) при интродукции на юге Томской области / Т. Н. Беляева, А. Н. Бутенкова, Ю. А. Чикин, О. А. Гайворонских // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2012. – № 4 (20). – С. 68–76. – 0,67 / 0,2 а.л.
8. **Беляева Т. Н.** Влияние удобрений и регулятора роста на продуктивность эхинацеи пурпурной на юге Томской области / Т. Н. Беляева // Кормопроизводство. – 2013. – № 12. – С. 31–32. – 0,28 а.л.
9. **Беляева Т. Н.** Продуктивность и жизнеспособность семян *Echinacea purpurea* (Asteraceae) на юге Томской области / Т. Н. Беляева, О. Л. Конусова // Растительные ресурсы. – 2014. – Т. 50, № 1. – С. 39–52. – 0,8 / 0,7 а.л.
10. Бутенкова А. Н. Особенности репродуктивной биологии *Phlox* 'Bill Baker' при интродукции в подзоне южной тайги Западной Сибири [Электронный ресурс] / А. Н. Бутенкова, **Т. Н. Беляева** // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6. – URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=16911> (дата обращения: 28.11.2020). – 0,21 / 0,1 а.л.
11. Бутенкова А. Н. Структура листовых пластинок видов рода *Phlox* L. (Polemoniaceae), интродуцированных в Сибирском ботаническом саду [Электронный ресурс] / А. Н. Бутенкова, **Т. Н. Беляева** // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 5 (1). – С. 730–734. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21460332> (дата обращения: 28.11.2020). – 0,5 / 0,2 а.л.

12. **Belyaeva T. N.** *Phlox sibirica* L. in South Siberia / T. N. Belyaeva, A. N. Butenkova, T. P. Astafurova // Biosciences Biotechnology Research Asia. – 2014. – Vol. 11. – P. 371–376. – DOI: 10.13005/bbra/1488. – 0,38 / 0,2 а.л. (Scopus).

13. **Беляева Т. Н.** Семенная продуктивность видов и гибридов *Primula* при интродукции в Западной Сибири / Т. Н. Беляева // Плодоводство и ягодоводство России. – 2015. – Т. 42. – С. 308–311. – 0,21 а.л.

14. **Беляева Т. Н.** Особенности семенного размножения некоторых видов рода *Primula* L. (первоцвет) в связи с перспективами их практического использования [Электронный ресурс] / Т. Н. Беляева, А. Н. Бутенкова, А. С. Прокопьев // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 5. – URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=25439> (дата обращения: 28.11.2020). – 0,4 / 0,28 а.л.

15. **Belaeva T. N.** The leaf anatomy structure of *Phlox douglasii* Hook. and *Phlox subulata* L. cultivated in the Siberian Botanical Garden (Tomsk, Russia) / T. N. Belyaeva, A. N. Butenkova // Asian Journal of Microbiology, Biotechnology and Environmental Sciences. – 2016. – Vol. 18, № 4. – P. 921–925. – 0,38 / 0,19 а.л. (Scopus).

16. **Belyaeva T. N.** Seed productivity and leaf anatomy of *Astilboides tabularis* (Hemsl.) Engl. / T. N. Belyaeva, A. N. Butenkova // International Journal of Pharma and Bio Sciences. – 2016. – Vol. 7, № 2. – P. 511–516. – 0,38 / 0,25 а.л. (Scopus).

17. **Belyaeva T. N.** Pollination ecology and seed production of some species of the genus *Pedicularis* L. in the highlands of Altai / T. N. Belyaeva, A. N. Butenkova, A. S. Prokopyev, T. P. Astafurova // International Journal of Environmental Studies. – 2017. – Vol. 74, № 5. – P. 744–751. – DOI: 10.1080/00207233.2017.1288546. – 0,5 / 0,4 а.л. (Scopus).

18. **Belaeva T. N.** Comparative analysis of the leaf anatomy of *Echinacea purpurea* and *E. pallida* / T. N. Belaeva, A. N. Butenkova // Biosystems Diversity. – 2018. – Vol. 26, № 2. – P. 77–84. – DOI: 10.15421/011812. – 0,5 / 0,3 а.л. (Scopus).

19. **Belaeva T. N.** Leaf anatomy of valuable species of genus *Primula* / T. N. Belaeva, A. N. Butenkova // Ukrainian Journal of Ecology. – 2019. – Vol. 9, № 3. – P. 21–27. – DOI: 10.15421/2019_72. – 0,44 / 0,25 а.л. (Web of Science).

20. Прокопьев А. С. Особенности онтогенеза *Sedum hybridum* (Crassulaceae) на юге лесной зоны Западной Сибири // А. С. Прокопьев, Т. Н. Катаева, **Т. Н. Беляева** // Растительный мир Азиатской России. – 2020. – № 3. – С. 72–80. – 0,95 / 0,3 а.л.

21. Прокопьев А. С. Редкие растения Сибири в культуре: видовое разнообразие, интродукционная оценка / А. С. Прокопьев, О. Д. Чернова, **Т. Н. Беляева**, Т. Н. Катаева // Растительные ресурсы. – 2020. – Т. 56, вып. 4. – С. 291–313. – 1,44 / 0,36 а.л.

22. **Belaeva T. N.** Leaf blade anatomy of the rare Siberian flora species *Mertensia sibirica* (L.) G. Don. fil. (Boraginaceae) / T. N. Belaeva, A. N. Butenkova // Ukrainian Journal of Ecology. – 2020. – Vol. 10, № 5. – P. 186–191. – DOI: 10.15421/2020_228. – 0,38 / 0,19 а.л. (Web of Science).

Монографии:

23. Красная книга Томской области / В. П. Амельченко, А. Л. Баранова, **Т. Н. Беляева** и др.; под ред.: Адама А. М. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Томск : Печатная мануфактура, 2013. – 503 с. – 31,4 / 0,6 а.л.

24. Редкие растения природной флоры Сибири в Сибирском ботаническом саду / А. С. Прокопьев, В. П. Амельченко, **Т. Н. Беляева** и др.; под ред.: Астафуровой Т. П. – Томск : Издательский Дом ТГУ, 2015. – 202 с. – 14,1 / 2 а.л.

25. Интродукция растений природной флоры Сибири / Г. И. Агафонова, А. О. Аильчиева, Д. Н. Андросова, Е. А. Афанасьева, А. А. Ачимова, Р. А. Бадритдинов, Е. В. Банаев, А. Л. Баранова, А. П. Беланова, **Т. Н. Беляева** и др.; под ред.: Куприянова А. Н., Банаева Е. В. – Новосибирск : Академическое издательство «ГЕО», 2017. – 495 с. – 30,9 / 0,9 а.л.

Публикации в прочих научных изданиях:

26. **Беляева Т. Н.** Биологические особенности *Echinacea purpurea* (L.) Moench при интродукции в Сибирском ботаническом саду / Т. Н. Беляева // Эколого-популяционный анализ кормовых растений естественной флоры, интродукция и использование : материалы IX Международного симпозиума по новым кормовым растениям. Сыктывкар, 17–20 августа 1999 г. – Сыктывкар, 1999. – С. 25–26. – 0,12 а.л.

27. **Беляева Т. Н.** Морфология семян видов *Raeonia* L. / Т. Н. Беляева // Систематические заметки по материалам гербария им. П. Н. Крылова Томского государственного университета. – 2000. – № 91. – С. 25–27. – 0,19 а.л.

28. **Беляева Т. Н.** Виды растений с антимикробными свойствами, перспективные для озеленения / Т. Н. Беляева, Е. А. Мосейчук // Вопросы географии Сибири. – 2003. – Вып. 25. – С. 192–194. – 0,19 / 0,12 а.л.

29. **Беляева Т. Н.** Интродукция многолетних цветочно-декоративных растений на юге Томской области // Ботанические исследования в Азиатской России : материалы XI съезда Русского ботанического общества. Барнаул, 18–22 августа 2003 г. – Барнаул, 2003. – Т. 3. – С. 145–146. – 0,12 а.л.

30. **Беляева Т. Н.** Интродукция *Echinacea purpurea* (L.) Moench в Сибирском ботаническом саду / Т. Н. Беляева, Р. И. Лещук, Л. А. Малахова // С эхинацеей в третье тысячелетие : материалы международной научной конференции. Полтава, Украина, 07–11 июля 2003 г. – Полтава, 2003. – С. 13–18. – 0,38 / 0,2 а.л.

31. Прокопьев А. С. К изучению репродуктивной биологии и видового состава опылителей очитков (*Sedum* L.) на юге Томской области / А. С. Прокопьев, О. Л. Конусова, **Т. Н. Беляева** // Концептуальные и практические аспекты научных исследований и образования в области зоологии беспозвоночных : материалы I Всероссийской школы-семинара с международным участием. Томск, 20–22 октября 2004 г. – Томск, 2004. – С. 124–126. – 0,19 / 0,5 а.л.

32. Прокопьев А. С. Морфологические особенности пыльников зерен видов рода *Sedum* L. / А. С. Прокопьев, **Т. Н. Беляева**, Т. А. Бляхарчук // Систематические заметки по материалам Гербария им. П. Н. Крылова Томского государственного университета. – 2005. – № 95. – С. 42–44. – 0,19 / 0,07 а.л.

33. **Беляева Т. Н.** Особенности онтогенеза и динамика накопления некоторых биологически активных веществ эхинацеи пурпурной (*Echinacea purpurea* (L.) Moench) / Т. Н. Беляева, Р. И. Лещук, С. В. Щупова // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования : материалы VI Международного симпозиума. Пушкино, 13–17 июня 2005 г. – Москва, 2005. – Т. 1. – С. 192–194. – 0,19 / 0,09 а.л.

34. **Беляева Т. Н.** Изучение родовых комплексов – основа интродукции декоративных растений / Т. Н. Беляева, А. С. Прокопьев // Современные проблемы и достижения аграрной науки в животноводстве, растениеводстве и экономике : материалы региональной научно-практической конференции. – Томск, 2005. – С. 188–192. – 0,31 / 0,2 а.л.

35. **Беляева Т. Н.** Морфобиологические исследования родовых комплексов как научная основа их успешной интродукции на юге Томской области / Т. Н. Беляева, А. С. Прокопьев // Проблемы изучения растительного покрова Сибири : материалы III Международной научной конференции, посвященной 120-летию Гербария им. П. Н. Крылова Томского государственного университета. Томск, 16–18 ноября 2005 г. – Томск, 2005. – С. 160. – 0,06 / 0,04 а.л.

36. **Беляева Т. Н.** Астильба – перспективная культура для ландшафтного озеленения г. Томска / Т. Н. Беляева, И. В. Стрельцова // Проблемы промышленной ботаники индустриально развитых регионов : материалы I Международной конференции. Кемерово, 12–14 апреля 2006 г. – Кемерово, 2006. – С. 17–21. – 0,83 / 0,5 а.л.

37. **Беляева Т. Н.** Интродукция декоративных травянистых многолетников в лесной зоне Западной Сибири / Т. Н. Беляева, А. С. Прокопьев // Роль ботанических садов в сохранении биоразнообразия растительного мира Азиатской России: настоящее и будущее : материалы всероссийской конференции, посвященной 60-летию Центрального сибирского ботанического сада. Новосибирск, 17–19 июля 2006 г. – Новосибирск, 2006. – С. 45–46. – 0,12 а.л.

38. **Беляева Т. Н.** Интродукция некоторых видов Восточно-Азиатской флористической области на юге Томской области / Т. Н. Беляева, А. С. Прокопьев, И. В. Стрельцова // Растения в муссонном климате : материалы IV Международной конференции. Владивосток, 10–13 октября 2006 г. – Владивосток, 2007. – С. 298–301. – 0,25 / 0,12 а.л.

39. **Беляева Т. Н.** Особенности сезонного ритма развития декоративных многолетников в условиях интродукции на юге Томской области / Т. Н. Беляева, А. С. Прокопьев // Биоморфологические исследования в современной ботанике : материалы международной конференции. Владивосток, 18–21 сентября 2007 г. – Владивосток, 2007. – С. 60–62. – 0,19 / 0,12 а.л.

40. **Беляева Т. Н.** Морфология пыльцы и листьев флокса (*Phlox* L.) при интродукции на юге Томской области / Т. Н. Беляева, А. А. Никиенко // Биоморфологические исследования в современной ботанике : материалы международной конференции. Владивосток, 18–21 сентября 2007 г. – Владивосток, 2007. – С. 59–60. – 0,12 / 0,08 а.л.

41. **Беляева Т. Н.** Репродуктивная биология некоторых декоративных почвопокровных растений, перспективных для озеленения на юге Томской области / Т. Н. Беляева, А. С. Прокопьев // Интродукция нетрадиционных и редких растений : материалы VIII Международной научно-методической конференции. Мичуринск, 08–12 июня 2008 г. – Мичуринск, 2008. – Т. 2. – С. 179–181. – 0,19 / 0,12 а.л.

42. Бутенкова А. Н. Репродуктивная биология сортов *Phlox paniculata* L. при интродукции в лесной зоне Западной Сибири / А. Н. Бутенкова, **Т. Н. Беляева** // Труды / Томский государственный университет. Серия общенаучная. – Томск, 2010.

– Т. 273, вып. 2: Проблемы естествознания : материалы молодежной научной конференции Томского государственного университета. Томск, 09 октября 2009 г. – С. 27-29. – 0,19 / 0,09 а.л.

43. **Беляева Т. Н.** Особенности сезонного развития и содержания некоторых биологически активных веществ эхинацеи пурпурной (*Echinacea purpurea* (L.) Moench) при интродукции на юге Томской области / Т. Н. Беляева, Р. И. Лещук, Н. А. Трещан // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования : материалы VIII Международного симпозиума. Москва, 22–26 июня 2009 г. – Москва, 2009. – С. 23–25. – 0,19 / 0,1 а.л.

44. Бутенкова А. Н. Репродуктивная биология сортов *Phlox paniculata* L. при интродукции в лесной зоне Западной Сибири / А. Н. Бутенкова, **Т. Н. Беляева** // Труды Томского университета. Серия общенаучная. – 2010. – Т. 273, вып. II. – С. 27–29. – 0,19 / 0,08 а.л.

45. Романова С. Б. Микроспорогенез *Echinacea purpurea* (L.) Moench и *Echinacea pallida* (Nutt.) Nutt., интродуцированных в Сибирском ботаническом саду / С. Б. Романова, **Т. Н. Беляева** // Труды / Томский государственный университет. Серия биологическая. Ботанические сады. Проблемы интродукции. – Томск, 2010. – С. 323–325. – 0,19 / 0,08 а.л.

46. **Беляева Т. Н.** Интродукция цветочно-декоративных растений – основа развития цветоводства в лесной зоне Западной Сибири / Т. Н. Беляева // Труды / Томский государственный университет. Серия биологическая. Ботанические сады. Проблемы интродукции. – Томск, 2010. – С. 82–85. – 0,25 а.л.

47. **Беляева Т. Н.** Репродуктивная биология видов и сортов рода *Phlox* L. (Polemoniaceae) при интродукции в лесной зоне Западной Сибири / Т. Н. Беляева, А. Н. Бутенкова // Флора и растительность антропогенно нарушенных территорий: материалы всероссийской конференции (с международным участием). Кемерово, 24–25 февраля 2010 г. – Кемерово, 2010. – Вып. 6. – С. 112–114. – 0,19 / 0,1 а.л.

48. **Беляева Т. Н.** Особенности сезонного развития некоторых декоративных растений семейства Saxifragaceae Juss. при интродукции на юге Томской области / Т. Н. Беляева // Ботанические сады в современном мире: теоретические и прикладные исследования : материалы всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 80-летию со дня рождения академика Л. Н. Андреева. Москва, 05–07 июля 2011 г. – Москва, 2011. – С. 57–59. – 0,19 а.л.

49. **Беляева Т. Н.** Особенности анэкологии видов и сортов флокса (*Phlox* L.) при интродукции в Сибирском ботаническом саду / Т. Н. Беляева, А. Н. Бутенкова // Проблемы современной биологии : материалы III Международной научно-практической конференции. Москва, 19 октября 2012 г. – Москва, 2012. – С. 60-63. – 0,25 / 0,15 а.л.

50. **Беляева Т. Н.** Флоксы в Сибирском ботаническом саду / Т. Н. Беляева, А. Н. Бутенкова // Цветоводство. – 2013. – № 5. – С. 34–37. – 0,25 / 0,13 а.л.

51. **Беляева Т. Н.** Семенная продуктивность видов и сортов *Aquilegia* L. в Сибирском ботаническом саду / Т. Н. Беляева, Т. И. Минуллина // Интеграция ботанических исследований и образования: традиции и перспективы : труды Международной научно-практической конференции, посвященной 125-летию

кафедры ботаники. Томск, 12–15 ноября 2013 г. – Томск, 2013. – С. 9–10. – 0,12 / 0,08 а.л.

52. **Беляева Т. Н.** Коллекционные фонды декоративных травянистых растений Сибирского ботанического сада как основа для научных исследований и образовательной деятельности / Т. Н. Беляева // Современная ботаника в России : труды XIII Съезда Русского ботанического общества и конференции «Научные основы охраны и рационального использования растительного покрова Волжского бассейна». Тольятти, 16–22 сентября 2013 г. – Тольятти, 2013. – Т. 3. – С. 115–116. – 0,12 а.л.

53. **Беляева Т. Н.** Итоги интродукции декоративных многолетников в Сибирском ботаническом саду / Т. Н. Беляева // Состояние и перспективы сибирского садоводства : материалы международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию ГНУ НИИСС Россельхозакадемии. Барнаул, 20–22 августа 2013 г. – Барнаул, 2013. – С. 67–71. – 0,3 а.л.

54. **Беляева Т. Н.** Репродуктивные особенности видов рода *Primula* L. в условиях интродукции на юге Томской области / Т. Н. Беляева // Цветоводство: традиции и современность : материалы VI Международной научной конференции. Волгоград, 15–18 мая 2013 г. – Белгород, 2013. – С. 420–423. – 0,19 а.л.

55. **Беляева Т. Н.** Итоги интродукции *Echinacea purpurea* (L.) Moench на юге Томской области / Т. Н. Беляева // Инновационные подходы к изучению эхинацеи: материалы международной научной конференции. Полтава, Украина, 25–27 июня 2013 г. – Полтава, 2013. – С. 7–11. – 0,3 а.л.

56. **Беляева Т. Н.** Итоги интродукции флокса (*Phlox* L.) в Сибирском ботаническом саду / Т. Н. Беляева, А. Н. Бутенкова // Phlox–2014 : материалы всероссийского научно-практического совещания по флоксам. Москва, 21–24 июля 2014 г. – Москва, 2014. – С. 35–38. – 0,25 / 0,13 а.л.

57. Бутенкова А. Н. Влияние регуляторов роста на эффективность размножения декоративных растений / А. Н. Бутенкова, **Т. Н. Беляева**, Е. В. Попеляева // Евразийский союз ученых. – 2015. – № 1-2 (18). – С. 101–104. – 0,25 / 0,08 а.л.

58. Астафурова Т. П. Сибирский ботанический сад Томского государственного университета: современные направления деятельности / Т. П. Астафурова, А. С. Прокопьев, **Т. Н. Беляева** // Проблемы изучения растительного покрова Сибири: материалы V Международной научной конференции, посвященной 130-летию Гербария им. П. Н. Крылова и 135-летию Сибирского ботанического сада Томского государственного университета. Томск, 20–22 ноября 2015 г. – Томск, 2015. – С. 12–14. – 0,19 / 0,06 а.л.

59. **Беляева Т. Н.** Итоги интродукции декоративных травянистых многолетников открытого грунта в Сибирском ботаническом саду / Т. Н. Беляева // Проблемы изучения растительного покрова Сибири : материалы V Международной научной конференции, посвященной 130-летию Гербария им. П. Н. Крылова и 135-летию Сибирского ботанического сада Томского государственного университета. Томск, 20–22 ноября, 2015 г. – Томск, 2015. – С. 260–263. – 0,12 а.л.

60. **Беляева Т. Н.** Итоги интродукции некоторых видов и сортов эхинацеи в Западной Сибири / Т. Н. Беляева // Лекарственное растениеводство: от опыта

прошлого к современным технологиям : материалы четвертой Международной научно-практической интернет-конференции. Полтава, Украина, 14-15 мая 2015 г. – Полтава, 2015. – С. 29–32. – 0,25 а.л.

61. **Беляева Т. Н.** Интродукция цветочно-декоративных растений в лесной зоне Западной Сибири / Т. Н. Беляева, А. Н. Бутенкова // Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов : материалы III Международной научно-практической конференции, посвященной 110-летию со дня рождения академика Н. В. Смольского. Минск, Республика Беларусь, 07–09 октября 2015 г. – Минск, 2015. – Т. 1. – С. 272–276. – 0,38 / 0,25 а.л.

62. Прокопьев А. С. Сохранение биоразнообразия растений в коллекциях открытого грунта в Сибирском ботаническом саду Томского государственного университета / А. С. Прокопьев, **Т. Н. Беляева**, А. Л. Баранова, Т. Г. Харина, С. А. Сучкова, Т. Н. Катаева // Роль ботанических садов в сохранении и мониторинге биоразнообразия : материалы международной научной конференции, посвященной 100-летию Южного федерального университета. Ростов-на-Дону, 27–30 мая 2015 г. – Ростов-на-Дону, 2015. – С. 86–90. – 0,3 / 0,08 а.л.

63. **Беляева Т. Н.** Особенности семенного размножения *Aquilegia sibirica* Lam. и *Aquilegia viridiflora* Pallas при интродукции на юге Томской области / Т. Н. Беляева, Е. В. Попеляева // Проблемы изучения растительного покрова Сибири : материалы V Международной научной конференции, посвященной 130-летию Гербария им. П. Н. Крылова и 135-летию Сибирского ботанического сада Томского государственного университета. Томск, 20–22 октября 2015 г. – Томск, ТГУ, 2015. – С. 264–265. – 0,12 / 0,08 а.л.

64. **Беляева Т. Н.** Виды *Aquilegia* L. для озеленения Западной Сибири / Т. Н. Беляева // Плодоводство и ягодоводство России. – 2016. – Т. 46. – С. 34–37. – 0,2 а.л.

65. **Беляева Т. Н.** Коллекционные фонды *Phlox* L. Сибирского ботанического сада (Томск) как основа научной и образовательной деятельности / Т. Н. Беляева, А. Н. Бутенкова // Цветоводство: история, теория, практика = Floriculture: history, theory, practice : материалы VII Международной научной конференции. Минск, Беларусь, 24–26 мая 2016 г. – Минск, 2016. – С. 51–53. – 0,19 / 0,1 а.л.

66. **Беляева Т. Н.** Особенности онтогенеза *Echinacea purpurea* (Asteraceae) при интродукции в Сибирском ботаническом саду / Т. Н. Беляева // Сохранение разнообразия растительного мира в ботанических садах: традиции, современность, перспективы : материалы Международной конференции, посвященной 70-летию Центрального сибирского ботанического сада. Новосибирск, 01–08 августа 2016 г. – Новосибирск, 2016. – С. 39–41. – 0,19 а.л.

67. **Беляева Т. Н.** Малораспространенные декоративные многолетники природной флоры в Сибирском ботаническом саду Томского государственного университета / Т. Н. Беляева, А. Н. Бутенкова // Бюллетень Главного ботанического сада. – 2017. – № 3 (203). – С. 158–161. – 0,25 / 0,2 а.л.

68. Butenkova A. N. Comparative analysis of the leaf anatomy of *Phlox sibirica* L. and *Phlox sibirica* var. *borealis* (Wherry) B. Boivin / A. N. Butenkova, **Т. Н. Беляева** // Acta Biologica Sibirica. – 2019. – Т. 5, № 3. – С. 40–45. – 0,31 / 0,15 а.л.

Учебные и учебно-методические пособия:

69. **Беляева Т. Н.** Стили ландшафтного дизайна и ассортимент декоративных растений для озеленения / Т. Н. Беляева, А. С. Прокопьев // Методическая шкатулка : методические материалы и рекомендации по итогам смотра-конкурса «Зеленый наряд образовательного учреждения» 2006–2007 гг. в рамках областного проекта «Школа – цветущий сад». Томск, 2007. – Томск, 2007. – 67 с. – 4,2 / 2,1 а.л.

70. **Беляева Т. Н.** Основы зеленого строительства: рекомендации в помощь озеленителям населенных пунктов и образовательных учреждений Томской области : методическое пособие / Т. Н. Беляева и др. – Томск : Красное знамя, 2009 – 90 с. – 5,6 / 0,8 а.л.

71. **Беляева Т. Н.** Практикум по репродуктивной биологии семенных растений : учебное пособие / Т. Н. Беляева, Т. Г. Харина, С. В. Пулькина, А. Н. Бутенкова. – Томск : Издательский Дом ТГУ, 2014. – 68 с. – 4,2 / 1,5 а.л.

Издание подготовлено в авторской редакции.
Отпечатано на участке цифровой печати
Издательства Томского государственного университета
Заказ № 7284 от «09» марта 2021 г. Тираж 100 экз.
г. Томск Московский тр.8, тел. 53-15-28