

На правах рукописи



БЕЛАНОВА Анастасия Петровна

**АНАЛИЗ ИНВАЗИОННОСТИ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ
В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ
НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ**

03.02.01 – Ботаника

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Томск – 2016

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Алтайский государственный университет», на кафедре ботаники.

Научный руководитель:

доктор биологических наук, профессор
Терехина Татьяна Александровна.

Официальные оппоненты:

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» Института экологии человека Сибирского отделения Российской академии наук, заведующий отделом;

Климов Андрей Владимирович, кандидат биологических наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский государственный университет», научно-образовательный центр «Учебный ботанический сад» Новокузнецкого института (филиала), директор;

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН».

Защита состоится 22 сентября 2016 г. в 16-00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.267.09, созданного на базе 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 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: <http://www.ams.tsu.ru/TSU/QualificationDep/co-searchers.nsf/newpublicationn/BelanovaAP22092016.html>

Автореферат разослан «__» августа 2016 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор биологических наук,
профессор



Середина
Валентина Петровна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Одной из причин вымирания биологических видов и потери флористического разнообразия признана проблема фитоинвазий, которая на современном этапе трансформации природных экосистем человечеством принимает глобальные масштабы (Джус, 2010). Главное фундаментальное требование “Стратегии Европейского экономического сообщества по сохранению биоразнообразия в Европе до 2010 г. и далее” заключается в своевременном обнаружении и предотвращении воздействия чужеродных видов на экосистемы.

Инвазионные виды, вселяясь в естественные ценозы, меняют их облик, нарушают сукцессионные связи, выступают в роли эдификаторов и доминантов, вытесняют и (или) препятствуют возобновлению видов природной флоры, изменяют почвенный и гидрологический режим (Виноградова и др., 2009). Однако воздействие агрессивных адвентивных видов не ограничивается экологической сферой, их внедрение имеет также и социально-экономические последствия (Виноградова, Майоров, 2014). Сумма ущерба от биологических инвазий составляет около 5 % мировой экономики (Виноградова, Куклина, 2012).

Существующие биологические и химические средства борьбы с агрессивными адвентивными растениями пока являются малоэффективными. Так, Д. В. Гельтман (2003) указывает, что при изучении растительных инвазий нельзя ограничиваться лишь теми видами, ущерб от которых уже значителен. Поэтому выявление потенциально инвазионных видов, которые еще не вселились в естественные сообщества, но способны к спонтанному увеличению своей численности, становится одной из ключевых проблем современных ботанических и экологических исследований.

Поскольку большинство инорайонных растений на новых территориях появляются в результате деятельности интродукционных центров, выявлять потенциально инвазионные виды необходимо на их территории. В 2011 г. на Всероссийской конференции ботанических садов был принят «Кодекс управления поведением инвазионных видов», в котором говорится, что интродукционные центры должны проводить исследование инвазионной активности чужеродных растений и участвовать в создании региональных «black»-листов (Виноградова, 2015).

Цель работы: выявление древесных растений, проявляющих инвазионные характеристики в условиях лесостепной зоны Новосибирской области (на примере дендрария Сибирского НИИ растениеводства и селекции).

Задачи:

1. Изучить устойчивость и способность к возобновлению интродуцированных древесных растений на территории арборетума СибНИИРС;
2. Выявить натурализующиеся виды, охарактеризовать сформированные ими локальные популяции и дать прогноз путей их развития;
3. Оценить инвазионный статус натурализующихся интродуцентов;
4. Выявить потенциально инвазионные виды.

Защищаемые положения:

1. В условиях лесостепи Приобья происходит натурализация интродуцированных древесных растений. Такие виды, как *Crataegus mollis* Scheele, *Swida sericea* (L.) Holub, *Prunus pensylvanica* L.f., *Robinia pseudoacacia* L., *Viburnum lantana*

L., *Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim, *Acer negundo* L., способны формировать локальные популяции.

2. Потенциально инвазионным видом является *Physocarpus opulifolius*, который характеризуется обильным плодоношением, высокой всхожестью семян, сочетанием вегетативного и семенного возобновления, коротким прегенеративным периодом онтогенеза.

Научная новизна работы. В результате работы проведена оценка 30-летнего опыта интродукции древесных растений на территории дендрария СибНИИРС. Впервые составлен список видов, способных к естественному возобновлению в новых условиях. Описаны изменения, которые происходят в искусственных сообществах при прекращении влияния антропогенного фактора. Дана характеристика степени устойчивости локальных популяций *Crataegus mollis*, *Swida sericea*, *Prunus pensylvanica*, *Robinia pseudoacacia*, *Viburnum lantana*, *Physocarpus opulifolius*, *Acer negundo*. Впервые для лесостепи Приобья выявлен потенциально инвазионный вид – *Physocarpus opulifolius* и подтвержден статус инвазионного вида для *Acer negundo*.

Практическая значимость. Полученные данные могут быть использованы при подборе видового состава древесных растений для озеленения лесостепной зоны Новосибирской области с целью исключения массового культивирования потенциально инвазионных видов. На основании выявленной способности некоторых видов к формированию устойчивых локальных популяций могут быть подобраны соответствующие мероприятия по уходу за насаждениями для предотвращения возможных экологических и социально-экономических последствий массового расселения чужеродных растений.

Апробация работы. Материалы работы представлялись на международных и всероссийских конференциях: «Генофонд и селекция растений» (Новосибирск, 2013), «Проблемы и перспективы исследований растительного мира» (Ялта, 2014), «Актуальные проблемы биологии и экологии» (Сыктывкар, 2014), «Актуальные направления сельскохозяйственной науки в работах молодых ученых» (Барнаул, 2014), «Проблемы промышленной ботаники индустриально развитых регионов» (Кемерово, 2015), «Ботаническая конференция молодых ученых» (Санкт-Петербург, 2015).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 10 работ, в том числе 4 – в рецензируемых журналах, включенных в список ВАК.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, 6 глав, выводов, списка литературы и приложения. Работа изложена на 149 страницах, содержит 10 таблиц и 42 рисунка. Список литературы включает 98 отечественных и 94 зарубежных источника.

ГЛАВА 1. ПРОБЛЕМА РАСТИТЕЛЬНЫХ ИНВАЗИЙ

Обзор литературных данных по проблеме инвазий показал, что в настоящее время выявлению потенциально инвазионных растений уделяется недостаточное внимание. Между тем важно не только предотвратить продвижение уже существующих инвазий, но и предупредить появление новых. Распространению новых древесных видов напрямую способствует деятельность интродукционных центров, поэтому возрастает актуальность изучения биологии интродуцентов и их инвазионности на территории интродукционных центров различных регионов.

ГЛАВА 2. ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТЫ, МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Природно-климатические условия района исследований

Климат лесостепи Приобья характеризуется как континентальный, с умеренно-суровой продолжительной малоснежной зимой, кратковременным жарким летом и малооблачной осенью с ранними заморозками (Воронина, Гриценко, 2011). Продолжительность безморозного периода колеблется от 90 до 140 дней. Сумма положительных температур выше 10 °С в среднем равна 1815°. Вегетационный период составляет 159 дней (Агрофизическая характеристика..., 1976; Адаптивно-ландшафтные..., 2002). Тип увлажнения умеренно дефицитный. Влагообеспеченность варьирует в течение года и зависит от атмосферных осадков, которых в среднем выпадает 420 мм в год (Адаптивно-ландшафтные..., 2002; Агрофизическая характеристика..., 1976).

2.2. Погодные условия

Характеристика погодных условий приведена по данным метеостанции Огурцово за период 2012–2014 гг. Отличительной особенностью вегетационного сезона 2012 г. являлось превышение среднемесячных температур воздуха среднегогодового значения на фоне недостаточного увлажнения; 2013 г., напротив, характеризовался низкими среднемесячными температурами воздуха и избыточным увлажнением. Условия вегетационного периода 2014 г. наиболее приближены к среднегодовому показателю.

2.3. Объекты и методы исследований

Объектами исследований являлись 213 видов из коллекции дендрария СибНИИРС. Дендрарий расположен на левом берегу р. Обь в Новосибирской области в п. Краснообск. Коллекция древесных растений размещена по географическому принципу: Европейская часть, Западная Сибирь, Восточная Сибирь, Дальний Восток, Средняя Азия, Юго-Восточная Азия, Северная Америка. Отсутствие ухода за посадками на некоторых участках дендрария в течение последних 20 лет привело к созданию оптимальных условий для возобновления интродуцированных видов без вмешательства человека. Это позволяет рассматривать данные участки в качестве природного эксперимента, который поможет выявить растения, способные возобновляться в новых условиях и конкурировать с аборигенными видами.

Исследования проводились в период с 2012 по 2015 г. Установлен видовой состав древесных растений, представлены данные о происхождении посадочного материала и года мобилизации. В основу оценки интродукционной устойчивости заложены методики П. И. Лапина, С. В. Сидневой (1973) и Н. В. Трулевич (1991). По степени устойчивости к новым условиям выделялись три группы: неустойчивые, устойчивые и высокоустойчивые. Виды, которые вовлечены в интродукцию на территории дендрария менее 10 лет, в анализе не участвовали. При биоморфологическом анализе использована система И. Г. Серебрякова (1962). Учет естественного возобновления осуществлялся путем сплошного пересчета на площади 100 м²: возобновление до 10 экз. считалось единичным, до 20 – умеренным, более

20 – обильным. Для исследования видов, имеющих разновозрастное обильное потомство, закладывались пробные площади по 100 м², подбор и закладка которых осуществлялись по общепринятым методикам (Быков, 1978; Андреева и др., 2002). На пробной площади определялась численность локальной популяции каждого вида. У кустарников по методике О. В. Смирновой с соавторами (1976) за единицу принималась особь семенного происхождения, компактный клон, а на стадии рыхлого клона – партикула (дочерняя особь, возникшая в результате вегетативного возобновления). У каждой особи определялось возрастное состояние по методике Т. А. Работнова (1987) с дополнениями для древесных растений А. А. Чистяковой с соавторами (1989). Обильность цветения и плодоношения характеризовалась по шкале В. Г. Капера (1930). Для оценки жизненности особей выделялись три уровня согласно методике Л. И. Воронцовой с соавторами (1976). Биоморфологические измерения проводились в конце июля – начале августа на 30 модельных особях, отобранных методом случайной выборки. Исключением является *Crataegus mollis*, у которого общая численность возобновления составила 23 экз., и они все вошли в число модельных. За основные биоморфологические параметры были приняты: общая высота растения, состояние до первой ветви, диаметр ствола, годовой прирост, размеры листовых пластинок. Общую высоту растений определяли мерной рейкой или высотомером НЕС Haglof. Диаметр ствола и побегов измерялся таксационной мерной вилкой или штангенциркулем у поверхности почвы и на высоте 130 см (Уткин, 2002; Рысин, 2009). На растении отбирали модельные ветви (с южной и северной сторон). По методике А. И. Жуковой (2008) у модельных ветвей измеряли длину годовичного прироста, длину и ширину 10 листовых пластинок. У ювенильных растений замеряли все листовые пластинки. Календарный возраст особей в зависимости от биологических особенностей вида определялся путем подсчета числа годовичных приростов главной оси и/или годовичных колец на поперечном срезе контрольных экземпляров. Анализ биометрических данных проводился в программе Excel с использованием общепринятых методов статистики Б. А. Доспехова (1979), В. М. Шмидта (1984). Фенологические наблюдения проводили с периодичностью в три дня по методике М. С. Александровой с соавторами (1975). Массу 1000 плодов и семян определяли взвешиванием 250 шт. в двукратной повторности с пересчетом на 1000 шт. по М. С. Зориной, С. П. Кабанову (1987). Для определения грунтовой всхожести отмытые и очищенные семена высевали в ряды по 100 шт. в трехкратной повторности. Инвазионный статус видов определялся согласно классификации европейских ботанических садов «Sharing information and policy on the potentially invasive plants in Botanic Gardens» (Sharing information..., 2014).

ГЛАВА 3. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ КОЛЛЕКЦИИ ДЕНДРАРИЯ

Интродуцированные растения из коллекции дендрария принадлежат к 33 семействам. Десять ведущих семейств включают 161 вид (табл. 1), что составляет 75,6 % от общего числа.

Анализ растений по жизненным формам показал преобладание в коллекции кустарников (130 видов) – 63 %, деревья составляют 33 %, лианы – 4 %. Преобладание кустарников подчеркивает специфику почвенно-климатических условий региона, поскольку в аборигенной арборифлоре, по данным И. Ю. Коропачинского

и Т. Н. Встовской (2002), также преобладают кустарники (62 %), а лианы составляют наименьшую (2 %) часть. По происхождению в коллекции доминировали дальневосточные и североамериканские виды, 58 и 46 соответственно.

Таблица 1. Распределение ведущих семейств по видовому разнообразию

Семейство	Число видов в коллекции, экз.
Rosaceae	60
Betulaceae	19
Caprifoliaceae	15
Aceraceae	14
Pinaceae	11
Oleaceae	11
Fabaceae	9
Berberidaceae	9
Grossulariaceae	8
Cornaceae	5

По интродукционной устойчивости в группу неустойчивых вошли 22 вида, к устойчивым отнесены 97 видов, высокоустойчивым – 69. При этом почти 40 % (26 видов) высокоустойчивых видов имели обильное вегетативное и/или семенное возобновление, 19 – умеренное, 25 – единичное. Численность возобновления однолетних особей одного вида варьировала в зависимости от условий произрастания, степени антропогенной нагрузки и происхождения посадочного материала. Из всех видов, способных к обильному возобновлению, 42 % – североамериканского происхождения, 31,6 % – виды с евразийским ареалом. Среди обильно возобновляющихся видов выделено 7 натурализующихся, имеющих разновозрастное обильное потомство – *Crataegus mollis* Scheele, *Swida sericea* (L.) Holub, *Prunus pensylvanica* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Viburnum lantana* L., *Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim, *Acer negundo* L. Также отмечены *Amygdalus nana* L., *Elaeagnus commutata* Bernth., *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch., *Rubus odoratus* L., *Sorbaria sorbifolia* (L.) A. Br., их вегетативное возобновление целенаправленно удаляется для исключения зарастания территории. Вероятно, при отсутствии ухода данные виды могут сформировать разновозрастные локальные популяции, но провести наблюдения за ними не представляется возможным. Остальные 40 видов, способные к возобновлению, но не формирующие разновозрастное потомство, по степени натурализации отнесены к группе эфемерофитов. Виды, у которых Новосибирская область находится в пределах естественного ареала, в качестве натурализующихся не рассматривались.

ГЛАВА 4. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ИСТОРИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ НАТУРАЛИЗУЮЩИХСЯ ВИДОВ

В главе дается общая эколого-биологическая характеристика видов в естественном ареале, сформировавших разновозрастные локальные популяции на территории дендрария СибНИИРС, история введения в культуру и случаи натурализации растений во вторичном ареале. Представлены данные об особенностях развития этих видов при интродукции в других пунктах в условиях лесостепного Приобья.

ГЛАВА 5. СТРУКТУРА СООБЩЕСТВ НАТУРАЛИЗУЮЩИХСЯ ВИДОВ

5.1. Особенности формирования сообществ

Каждый географический участок дендрария СибНИИРС состоит из отдельных модулей, расположенных на расстоянии 100–150 м друг от друга, представляющих собой набор из 4–7 видов древесных растений. В настоящее время на североамериканском участке, где в течение 20 лет не проводилось работ по уходу, наблюдаются вторичные сукцессионные изменения, происходящие при смене искусственного сообщества полустественным. В результате в модулях отмечены разновозрастность, вертикальная ярусность и доминирование отдельных видов. На территории четырех модулей, древесный ярус которых представлен материнскими растениями интродуцентов и единичными взрослыми экземплярами аборигенного вида – *Betula pendula* Roth., натурализуется семь видов. Анализ возобновления формирующихся полустественных сообществ показал, что в них происходит обогащение ассортимента путем переноса из соседних модулей растений-интродуцентов, также за счет расселения аборигенных видов. Например, в одном из модулей отмечено обильное возобновление интродуцентов *Prunus pensylvanica*, *Robinia pseudoacacia* и местного вида *Populus tremula* (рис. 1). Перечисленные светолюбивые виды, возобновляющиеся вегетативным способом, конкурируют за ресурсы среды, по этой причине наблюдается центробежное направление их потомства, и визуально можно выделить участки, где доминируют разные виды.

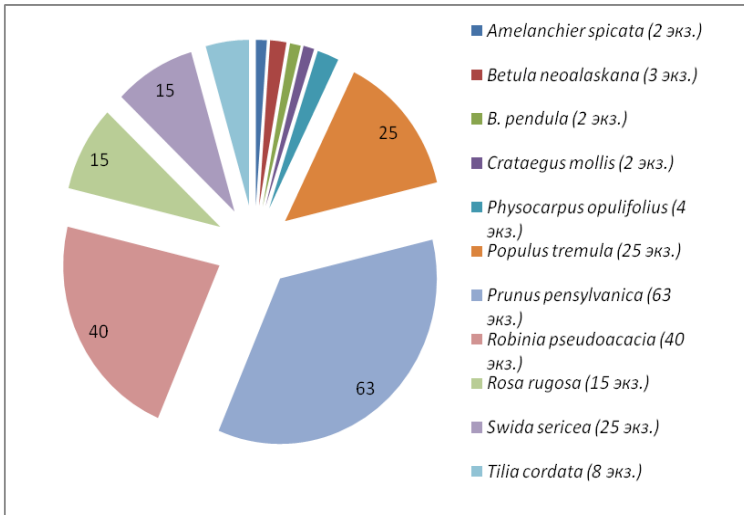


Рис. 1. Численность молодых особей древесных растений в модуле на географическом участке «Северная Америка»

Анализ травянистого покрова показал аналогии с формированием древесного яруса – в разреженных полустественных сообществах помимо растений, используемых в газонных смесях, существенную роль играют луговые аборигенные виды.

5.2. Особенности формирования локальных популяций

Crataegus mollis Scheele

На момент исследования возраст материнских растений составил 29 лет. Растения сохранили жизненную форму одноствольного дерева, присущую виду в естественных местообитаниях. При этом их высота в условиях интродукции варьировал от 3,7 до 5,0 м, тогда как в природном ареале высота превышает 8 м. Обилие цветения и плодоношения за наблюдаемый период охарактеризовано как среднее (3 балла) по шкале В. Г. Капера. Общая численность потомства в локальной популяции – 23 особи семенного происхождения. Выявлено замедление развития особей виргинильного периода онтогенеза, что связано, вероятно, с переносом растений в более северную область в сравнении с природным ареалом. Так, календарный возраст ювенильных растений достигал 8 лет, в то время как в природных условиях длительность данного возрастного состояния не превышает 2 лет. Среди имматурных выделены четыре особи наивысшего уровня жизненности (I) и 14 – среднего (II). Календарный возраст первых не превышал 6 лет, высота составила $72,7 \pm 0,3$ см. У растений среднего уровня жизненности (14 особей) максимальная высота не превышала 58 см, наблюдалась переворшинивание и задержка в имматурной фазе развития до 12 лет, параметры листовых пластинок приближены к показателям ювенильных растений. Плодоношение в естественном ареале начинается с 5–8 лет (Моегман, 1998). Календарный возраст единственного генеративного растения в популяции составил около 15 лет, плодоношение среднее.

Viburnum lantana L.

На момент исследования возраст материнских растений достиг 33 лет. Растения сохранили жизненную форму и размеры, свойственные виду в пределах естественного ареала. Цветение и плодоношение за наблюдаемый период обильное (5 баллов). Основной способ возобновления вида в исследуемой локальной популяции – семенной. Общая численность потомства составила 131 экз. На 1 м² насчитывалось от 1 до 35 растений *Viburnum lantana*. Выделены две жизненные формы: геоксильный кустарник (91 % от общего числа особей) и факультативный стланник (9 %) (рис. 2).

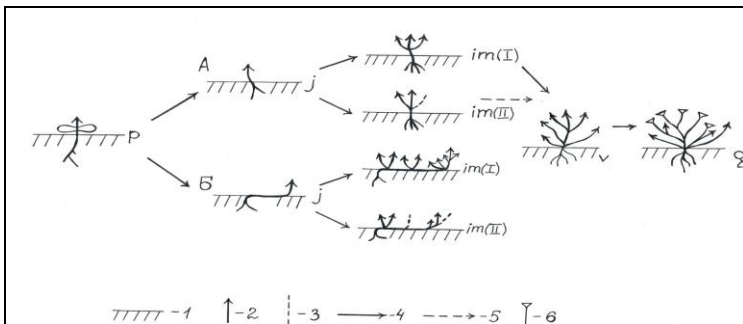


Рис. 2. Образование разных жизненных форм *Viburnum lantana* в онтогенезе (схема автора):

A – геоксильный кустарник; B – факультативный стланник. 1 – уровень почвы; 2 – нарастающий вегетативный побег; 3 – отмерший участок оси; 4 – путь развития; 5 – возможный путь развития; 6 – генеративный побег

В сформировавшейся локальной популяции наблюдалось ежегодное появление проростков. Ювенильное возрастное состояние длилось до 4 лет. Высота ювенильных растений не превышала 13 см, годовой прирост составил в среднем 3,5 см. Имматурные растения, образовавшие жизненную форму факультативного стланика, имели плагиотропную часть побега длиной 80–120 см с ортотропной верхушкой и ортотропными побегами, образовавшимися из пробудившихся спящих почек. Высота ортотропных побегов не превышала 39 см, параметры листовых пластинок не отличались от таковых у растений ювенильной фазы развития (табл. 2). Календарный возраст растений достигал 14 лет.

Жизненная форма факультативного стланика у кустарников образуется в условиях сильного затенения, при улучшении условий произрастания растения могут образовать жизненную форму кустарника и перейти в следующее возрастное состояние либо развиваться по сокращенной онтогенетической программе.

Таблица 2. Характеристика листовых пластинок *Viburnum lantana* у растений разных возрастных групп

Возрастные группы	Длина листовой пластинки (см)		Ширина листовой пластинки (см)	
	M±m _M		M±m _M	
	2013 г.	2014 г.	2013 г.	2014 г.
Ювенильное возрастное состояние (j)	3,94±0,46	2,43±0,91	2,4±0,27	2,05±0,22
Имматурное, факультативный стланик (im ₁)	3,93±0,35	2,62±0,57	2,48±0,25	2,08±0,37
Имматурное, геоксильный кустарник (im ₂)	4,43±0,24	4,2±0,26	2,97±0,13	3,01±0,18
Виргинильное (v)	5,89±0,40	5,02±0,53	3,43±0,25	3,54±0,29
Генеративное (g)	5,84±0,78	5,47±0,59	3,13±0,41	3,25±0,39

Особь, образовавшие жизненную форму геоксильного кустарника, имели от 1 до 8 боковых ветвей, листовые пластинки большие по размерам, чем у ювенильных и имматурных особей, образовавших жизненную форму факультативного стланика. Длина и ширина листа у имматурных особей характеризовалась наименьшей вариацией (V_{im} = 36 %) по сравнению с растениями других возрастных состояний (V_j = 53 %; V_g = 49,5 %). К I уровню жизнестойкости отнесены 82 % всех имматурных растений, их годовой прирост составлял 10–12 см. У особей II уровня (18 % от общей численности) годовой прирост не превышал 0,5 см, в кроне имелись сухие ветви. Календарный возраст виргинильных растений не превышал 10 лет. Длина и ширина листовых пластинок не отличается от аналогичных параметров генеративных растений. Календарный возраст генеративных растений варьировал от 10 до 14 лет, сухих ветвей в кроне не обнаружено, плодоношение обильное.

Swida sericea (L.) Holub

На момент исследования возраст материнских растений составил 26 лет. Растения сохранили жизненную форму и размеры, свойственные виду в пределах естественного ареала. Цветение и плодоношение за наблюдаемый период среднее. Основной способ возобновления в исследуемой локальной популяции – вегетатив-

ный. Общая численность потомства составила 155 экз., на 1 м² насчитывалось от 1 до 30 особей. За время наблюдения было обнаружено два проростка, которые погибли, не достигнув следующего возрастного состояния. Ювенильное возрастное состояние длилось до 4 лет. За время наблюдения отмечен переход одного ювенильного растения в имматурное возрастное состояние. Календарный возраст имматурных растений не превышал 6 лет, годовой прирост составил 3,3±0,9 см. В виргинильном возрастном состоянии отмечено кущение у 87 % особей. Отмечено замедление развития особей виргинильного периода онтогенеза, так как цветение и плодоношение у вида при благоприятных условиях в естественном ареале начинается с трех лет (Pojar, MacKinnon, 1994). Календарный возраст генеративных растений составил приблизительно 14–18 лет. Плодоношение среднее, число вызревших спелых плодов (19) значительно ниже числа цветков в соцветии (30). Возможно, сниженное плодоношение связано с обильным выпадением осадков в период цветения растения, что препятствует опылению насекомыми.

***Prunus pensylvanica* L.**

На момент исследования возраст *Prunus pensylvanica* составил 29–30 лет. Цветение и плодоношение материнских растений за наблюдаемый период среднее. Вид в условиях интродукции принял жизненную форму немногоствольного дерева. Общая численность возобновления составила 63 экз. Проростков и ювенильных растений за время наблюдения не обнаружено. Календарный возраст имматурных особей не превышал 4 лет. Их годовой прирост стабильный, в среднем составил 29 см в высоту и 11,3 см у боковых скелетных ветвей. В виргинильном возрастном состоянии (календарный возраст – 4–5 лет) находилось одно растение, которое за время наблюдения перешло в фазу плодоношения. При благоприятных условиях в естественном ареале плодоношение начинается с 2 лет (Auchmoody, 1979). Среди плодоносящих особей выделялись молодые, средневозрастные и старые генеративные. Наличие старых генеративных растений среди потомства, календарный возраст которых составил 20–22 года, обусловлено короткой продолжительностью жизни особей этого вида, не превышающей 40 лет.

***Robinia pseudoacacia* L.**

На момент исследования возраст материнских растений составил 28 лет. Растения приняли жизненную форму аэроксильного кустарника, в природном ареале это высокие одноствольные деревья до 25 м высотой. В результате позднего начала вегетации (конец мая–начало июня) от 15 до 40 % побегов не успевают закончить свой рост и одревеснеть. Даже при начале вегетации на 3 недели раньше обычного срока, в результате аномально высоких температур воздуха в 2012 г., не все побеги успели одревеснеть. Цветение и плодоношение у материнских растений отсутствовало. Локальная популяция образована несколькими разросшимися клонами, точное число которых установить не удалось. Общая численность потомства *Robinia pseudoacacia* составила 40 особей, на 1 м² насчитывалось от 1 до 3 молодых растений. Молодые растения находились в трех возрастных состояниях: ювенильное, имматурное, виргинильное. Максимальный годовой прирост отмечен у ювенильных растений до 120 см.

Physocarpus opulifolius (L.) Maxim

На момент исследования возраст материнских растений составлял 27 лет. Вид сохранил жизненную форму геоксильного кустарника и размеры, присущие ему в естественном ареале. Сроки вегетации отличались от показателей в естественном ареале на 14–22 дня. Цветение и плодоношение за наблюдаемый период обильное. Возобновление происходило как семенным, так и вегетативным способом. На 1 м² насчитывалось от 1 до 47 особей *Physocarpus opulifolius*, общая численность в 2014 г. составила 132 экз. Наблюдался выход отдельных особей за пределы модулей. Отмечены ювенильные растения семенного и вегетативного происхождения, которые отличались между собой по высоте (9,3±1,0 см и 70,4±1,4 см соответственно), величине годового прироста и продолжительности возрастного состояния (до 3–4 лет у семенных и до 2 лет у вегетативных). В имматурном и последующих возрастных состояниях различий не было. В естественных условиях цветет и плодоносит с 3–4 лет (Dirr, 1997), в условиях интродукции генеративное возрастное состояние наступало в 5–6 лет. Среди генеративных особей выделены молодые с единичным плодоношением и зрелые с обильным плодоношением.

Acer negundo L.

У *Acer negundo* отмечено активное семенное возобновление на территории всего дендрария, внедрение в искусственные и естественные сообщества. Исследуемая локальная популяция сформировалась за пределами модулей. Общее число особей в локальной популяции составило 500 экз., на 1 м² насчитывалось от 13 до 46 растений. Проростки в популяции присутствовали ежегодно. Ювенильное возрастное состояние начиналось в первый год после прорастания (с момента опадения семян) и не превышала трех лет. Годовой прирост составил в среднем 6,9 см. У имматурных растений I уровня жизненности продолжительность возрастного состояния не превышала 2 лет, годовой прирост в среднем составил 18,2 см. У особей II уровня (4 % от всех имматурных растений) наблюдалась задержка в данном возрастном состоянии до 4–5 лет, годовой прирост – 7–9 см. Виргинильные растения имели максимальный годовой прирост 41±0,3 см. Генеративные растения имели обильное плодоношение. Их годовой прирост составил около 30 см.

Таким образом, исследование локальных популяций показало следующее. Популяции *Robinia pseudoacacia* и *Crataegus mollis* на данном этапе развития относятся к инвазионному типу (развивающиеся популяции), не способны к самоподдержанию (рис. 3). Популяция *Prunus pensylvanica* относится к типу регрессивных (рис. 4). Отсутствие проростков и ювенильных растений, а так же низкая доля имматурных особей (6,3% от всего потомства) при доминировании генеративной группы свидетельствует о дегенерации популяции. Популяции *Viburnum lantana*, *Acer negundo*, *Swida sericea* и *Physocarpus opulifolius* относятся к типу нормальных неполночленных (рис. 5).

Проростки в популяции *Swida sericea*, вероятно, гибнут в результате их угнетения быстрорастущими молодыми особями вегетативного происхождения. Низкая доля генеративных растений *Acer negundo* объясняется периодическим удалением плодоносящих экземпляров на территории дендрария. Отсутствие проростков в популяции *Physocarpus opulifolius* в 2013 г., возможно, связано с неблагоприятными погодными условиями предыдущего вегетационного периода.

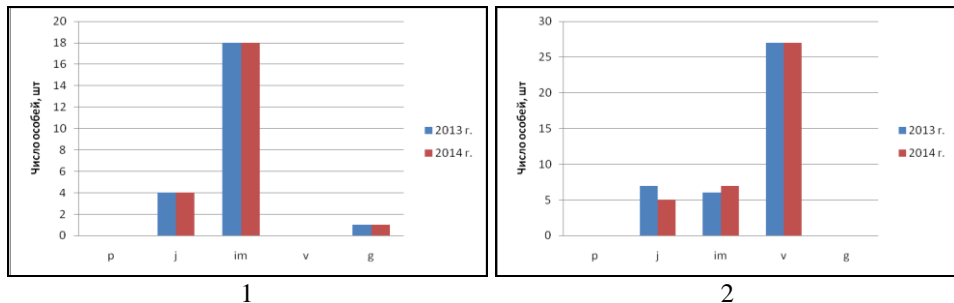


Рис. 3. Возрастной спектр локальных популяций в 2013–2014 гг.:

1 – *Crataegus mollis*, 2 – *Robinia pseudoacacia*.

Возрастные состояния обозначены индексами

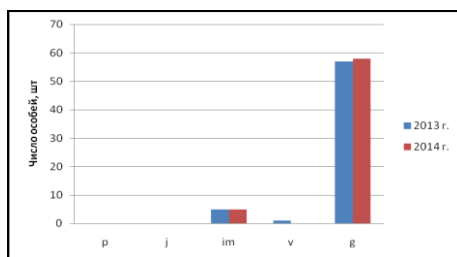


Рис. 4. Возрастной спектр локальной популяции *Prunus pensylvanica* в 2013–2014 гг.

Возрастные состояния обозначены индексами

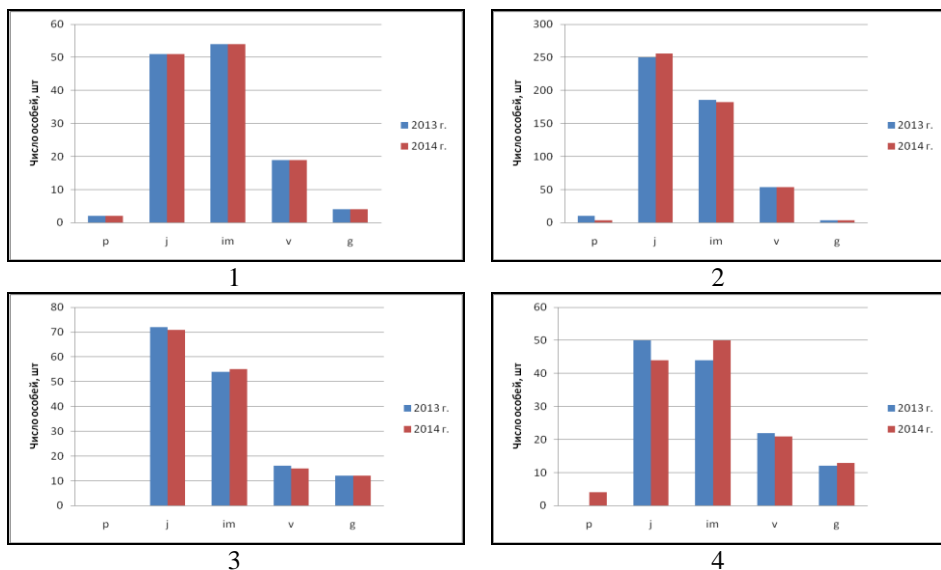


Рис. 5. Возрастной спектр локальной популяции в 2013–2014 гг.:

1 – *Viburnum lantana*, 2 – *Acer negundo*, 3 – *Swida sericea*, 4 – *Physocarpus opulifolius*.

Возрастные состояния обозначены индексами

ГЛАВА 6. ИНВАЗИОННЫЙ СТАТУС НАТУРАЛИЗУЮЩИХСЯ ВИДОВ

Не все натурализующиеся виды, способные образовывать локальные популяции, относятся к потенциально инвазионным. Основные признаки потенциально инвазионных растений – обильное возобновление, сочетание вегетативного и семенного размножения, обильное плодоношение, высокая всхожесть семян, короткий прегенеративный период развития, формирование устойчивых самоподдерживающихся популяций, проявление инвазионных характеристик в смежных регионах. В нашем исследовании виды, натурализующиеся на территории дендрария, были ранжированы по признакам потенциально инвазионных и разделены на четыре категории по инвазионному статусу согласно классификации европейских ботанических садов «Sharing information and policy on the potentially invasive plants in Botanic Gardens» (Sharing information..., 2014). Данная классификация уже использовалась отечественными исследователями в работах по изучению инвазионных видов на территории ботанических садов: Ю. К. Виноградовой с соавторами (2014, 2015), Н. А. Багриковой (2014) и др.

Закономерности между высокой массой плодов, семян и высокой всхожестью не установлено. Максимальная масса 1000 семян и плодов отмечена у *Crataegus mollis*, наименьшая – у *Acer negundo* и *Physocarpus opulifolius* (табл. 3).

Таблица 3. Характеристика семян и плодов натурализующихся видов

Название вида	Масса 1000 плодов, г	Масса 1000 семян, г	Всхожесть семян, %
<i>Acer negundo</i>	46,1±0,29	46,1±0,29	86,0
<i>Physocarpus opulifolius</i>	10,71±0,10	1,33 ±0,08	75,3
<i>Swida sericea</i>	89,55±0,19	11,9±0,10	1,3
<i>Prunus pensylvanica</i>	200,63±0,44	16,4±0,05	2,0
<i>Viburnum lantana</i>	205±0,95	12,72±0,08	4,3
<i>Crataegus mollis</i>	280,32±0,11	25,0±0,09	0

В эксперименте при посеве на гряды семена *Crataegus mollis* к завершению первого вегетационного сезона не проросли. Наиболее короткий период первичного покоя отмечен у *Acer negundo*. Высокая всхожесть семян (более 70 %) отмечена у двух видов – *Acer negundo* и *Physocarpus opulifolius*.

Crataegus mollis, *Swida sericea*, *Robinia pseudoacacia*, *Viburnum lantana*, *Prunus pensylvanica* по степени инвазионности отнесены к категории самовозобновляющихся в месте посадки, но не имеющих склонности к дальнейшему расселению (табл. 4). Однако стоит отметить, что *Swida sericea* и *Viburnum lantana* отвечают всем характеристикам, за исключением высокой всхожести семян. Вероятно, в будущем можно ожидать выход отдельных экземпляров за пределы модулей и расширение площади произрастания этих видов на территории дендрария.

Таблица 4. Классификация интродуцентов по инвазионному статусу

Название вида	Статус	Характеристики
<i>Crataegus mollis</i>	4	Обильное семенное возобновление
<i>Swida sericea</i>	4	Обильное вегетативное возобновление, формирование устойчивой популяции, способной к самоподдержанию вегетативным путем, натурализация в Европейской части России
<i>Robinia pseudoacacia</i>	4	Обильное вегетативное возобновление, инвазионный вид на Черноморском побережье и потенциально инвазионный в Европейской части России
<i>Viburnum lantana</i>	4	Обильное плодоношение, сочетание обильного семенного и вегетативного возобновления, формирование устойчивой популяции, способной к самоподдержанию, натурализация в Европейской части России
<i>Prunus pensylvanica</i>	4	Обильное плодоношение, обильное вегетативное возобновление, короткий прегенеративный период развития
<i>Physocarpus opulifolius</i>	3	Обильное плодоношение, обильное возобновление, высокий процент всхожести семян, сочетание вегетативного и семенного размножения, короткий прегенеративный период развития, формирование устойчивой популяции, способной к самоподдержанию, потенциально инвазионный вид Европейской части России
<i>Acer negundo</i>	1	Обильное плодоношение, обильное возобновление, высокий процент всхожести семян, короткий прегенеративный период развития, инвазионный вид в Европейской части России и Западной Сибири

Примечание: 1–4 категории приведены согласно классификации «Sharing information and policy on the potentially invasive plants in Botanic Gardens» (2014). 4 категория – самовозобновляющиеся на территории дендрария, но не имеющие склонности к дальнейшему расселению; 3 категория – виды, образующие локальные популяции и единично встречающиеся за пределами экспозиций; 2 категория – виды, активно расселяющиеся по территории дендрария, не занятой экспозициями, 1 категория – виды, массово распространённые как на территории дендрария, так и за его пределами.

К потенциально инвазионным видам был отнесен *Physocarpus opulifolius*. Он отвечал всем признакам, позволяющим выявить агрессивные интродуцированные виды, кроме того образовал устойчивую локальную популяцию и отдельные экземпляры вида встречались за пределами модулей. Имеются сведения Д. Н. Шауло и Е. Ю. Зыковой (2013) об единичных случаях нахождения вида в естественных березово-осиновых колках Новосибирской области.

К инвазионным видам отнесен и *Acer negundo*. Стоит отметить, что вид широко распространяется не только на территории дендрария. *Acer negundo* включен в список инвазионных растений Сибири (Эбель и др., 2014).

ВЫВОДЫ

1. Коллекция дендрария на момент исследования насчитывала 213 видов древесных растений, среди которых преобладали виды с дальневосточным и североамериканским ареалами. По жизненным формам доминировали кустарники (63 %).
2. По результатам анализа интродукционной устойчивости выделяются группы видов: неустойчивые – 22 вида, устойчивые – 97, высокоустойчивые – 69 видов. Из группы высокоустойчивых 26 видов имели обильное вегетативное и/или семенное возобновление, 19 – умеренное, 25 – единичное. Численность возобновления одновозрастных особей одного вида варьировала в зависимости от условий произрастания, степени антропогенной нагрузки и происхождения посадочного материала. Из всех видов, способных к обильному возобновлению, 42 % имели североамериканское происхождение, 31,6 % являлись видами с евразийским ареалом.
3. По степени натурализации 40 видов отнесены к группе эфемерофитов. Семь видов, сформировавших разновозрастные локальные популяции, выделены как натурализующиеся – *Crataegus mollis* Scheele, *Swida sericea* (L.) Holub, *Prunus pensylvanica* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Viburnum lantana* L., *Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim, *Acer negundo* L.
4. На участках дендрария, где мероприятия по уходу не проводились в течение длительного времени, сформировались полустественные сообщества, в которых доминирующую роль играют натурализующиеся виды.
5. Все натурализующиеся виды сохранили жизненную форму, свойственную виду в естественных условиях обитания, за исключением *Robinia pseudoacacia*. Средними темпами роста характеризовались *Physocarpus opulifolius*, *Viburnum lantana*, *Crataegus mollis*. Наиболее стабильный прирост, независимо от погодных условий, отмечен у *Physocarpus opulifolius* и *Acer negundo*.
6. Популяции *Robinia pseudoacacia* и *Crataegus mollis* на данном этапе развития относятся к инвазионному типу (развивающиеся). Популяция *Prunus pensylvanica* относится к типу регрессивных. Популяции *Viburnum lantana*, *Acer negundo*, *Swida sericea*, *Physocarpus opulifolius* принадлежат типу нормальных, способных к длительному существованию.
7. *Crataegus mollis*, *Robinia pseudoacacia*, *Swida sericea*, *Viburnum lantana*, *Prunus pensylvanica* по степени инвазионности отнесены к категории самовозобновляющихся в ботаническом саду, но не имеющих склонности к дальнейшему расселению. К потенциально инвазионным видам отнесен *Physocarpus opulifolius*. Для *Acer negundo* подтвержден статус инвазионного вида.
8. С целью предотвращения возможной инвазии рекомендуется ограничить использование вида *Physocarpus opulifolius* в массовых посадках и частных коллекциях. Массовое выращивание способствует реализации инвазионного потенциала у агрессивных чужеродных растений. Ярким примером инвазии в результате массового использования является *Acer negundo*.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ 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. Лихенко Н. Н. Сохранение и изучение генофонда древесных растений / Н. Н. Лихенко, **А. П. Боронина (Беланова)** // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2013. – № 2. – С. 23–28. – 0,30 / 0,20 п.л.
2. Лихенко Н. Н. Особенности развития древесных растений в условиях засухи / Н. Н. Лихенко, **А. П. Боронина (Беланова)** // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2013. – № 3. – С. 41–45. – 0,30 / 0,20 п.л.
3. Лихенко Н. Н. Оценка репродуктивных способностей интродуцентов в лесостепи Приобья / Н. Н. Лихенко, **А. П. Боронина (Беланова)** // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 2. – С. 21–23. – 0,24 / 0,18 п.л.
4. **Боронина (Беланова) А. П.** Натурализация *Robinia pseudoacacia* L. в условиях лесостепи Приобья / А. П. Боронина (Беланова), Т. А. Терехина // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2015. – № 6 (128). – С. 73–78. – 0,21 / 0,16 п.л.

Публикации в прочих научных изданиях:

5. Лихенко Н. Н. Генофонд древесных растений в Сибирском научно-исследовательском институте растениеводства и селекции Россельхозакадемии / Н. Н. Лихенко, **А. П. Боронина (Беланова)** // Генофонд и селекция растений : доклады и сообщения I Международной научно-практической конференции. п. Краснообск, 9–13 апреля 2013 г. – Новосибирск, 2013. – Т. 2. – С. 177–179. – 0,12 / 0,06 п.л.
6. **Боронина (Беланова) А. П.** Краткие результаты анализа инвазионной активности древесных видов Лесостепного Приобья / А. П. Боронина (Беланова) // Проблемы и перспективы исследований растительного мира : материалы международной научно-практической конференции молодых учёных. Ялта, 13–16 мая 2014 г. – Ялта, 2014. – С. 141. – 0,06 п.л.
7. Лихенко Н. Н. Коллекция древесных растений дендрария СИБНИИРС / Н. Н. Лихенко, **А. П. Боронина (Беланова)** // Интерэкспо Гео-Сибирь-2014. Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика, природопользование, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью : сборник материалов международной научной конференции. Новосибирск, 8–18 апреля 2014 г. – Новосибирск, 2014. – Т. 2. – С. 273–277. – 0,24 / 0,12 п.л.
8. **Боронина (Беланова) А. П.** Адаптация *Viburnum lantana* L. в лесостепи Приобья / А. П. Боронина (Беланова), Н. Н. Лихенко // Актуальные направления сельскохозяйственной науки в работах молодых ученых : сборник научных трудов. – Барнаул, 2014. – С. 69–71. – 0,18 / 0,12 п.л.
9. **Беланова А. П.** О натурализации *Robinia pseudoacacia* в лесостепном Приобье / А. П. Беланова // III (XI) Международная ботаническая конференция молодых ученых в Санкт-Петербурге : тезисы докладов. Санкт-Петербург, 4–9 октября 2015 г. – СПб., 2015. – С. 157. – 0,06 п.л.
10. **Беланова А. П.** Потенциально инвазионные виды древесных растений лесостепи Приобья / А. П. Беланова, Е. В. Банаев // Проблемы промышленной ботаники индустриально развитых регионов : материалы IV Международной конференции. Кемерово, 1–2 октября 2015 г. – Кемерово, 2015. – С. 60–62. – 0,12 / 0,06 п.л.

Подписано в печать 01.07.16. Формат 60×84¹/₁₆.
Объем 1,0 п. л. Тираж 100 экз. Заказ № 25.

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН.
630090 Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101