

УДК 630\*635.925(571.513)

DOI: 10.37482/0536-1036-2021-3-24-36

## УСПЕШНОСТЬ ИНТРОДУКЦИИ РЕДКИХ РАСТЕНИЙ В ДЕНДРАРИИ ХАКАСИИ

Г.Н. Гордеева, канд. биол. наук, ст. науч. сотр.; *ResearcherID*: [AAH-2491-2021](https://orcid.org/0000-0002-9225-3659),

*ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-9225-3659>

Научно-исследовательский институт аграрных проблем Хакасии, ул. Садовая, д. 5,  
с. Зеленое, Усть-Абаканский р-н, Республика Хакасия, Россия, 655132;

e-mail: [gordeeva.gal2011@yandex.ru](mailto:gordeeva.gal2011@yandex.ru)

**Аннотация.** Согласно Международной программе ботанических садов, в коллекции института сохраняется около 500 видов древесных растений – представителей 6 регионов Земли. Дендрарий расположен в сухостепной зоне республики. В нем произрастают 44 вида деревьев, кустарников и лиан разного статуса редкости. Многие из них являются красивоцветущими, поэтому могут использоваться для озеленения. Цель работы – подведение итогов интродукции редких и исчезающих растений для дальнейшего применения в благоустройстве селитебных территорий степной зоны Хакасии. Объекты исследования – 21 вид редких растений дендрария института. Определяли сроки наступления фенологических фаз, ритм роста и развития, зимостойкость видов, сроки и продолжительность цветения, способы размножения. Каждому растению присваивали интродукционный балл и рассчитывали перспективность. Средний возраст редких растений составил 40,7 лет. Все изучаемые образцы являются рано отрастающими (2–3-я декада апреля, 1-я декада мая). 72 % видов в новых условиях выращивания проходят полный жизненный цикл, 19 % – цветут, но не плодоносят, 9 % – не цветут. По срокам цветения 53 % редких кустарников являются раноцветущими (май). Наибольший период цветения выявлен у 19 % видов. Основные фенологические фазы проходят в стабильные сроки, невысокие значения квадратического отклонения это подтверждают. Для 28 % изучаемых видов характерен самосев. В условиях дендрария 42 % размножаются как семенами, так и вегетативно; 33 % – вегетативно и 23 % – семенами. Интродукционный балл показывает степень адаптации растения к новым условиям. По 10 видов имеют 5-й и 4-й баллы (95,2 %), *Menispermum dahuricum*, который каждый год обмерзает до уровня почвы, – 3-й балл. На основе анализа показателей жизнеспособности изучаемых растений устанавливали их перспективность. Неперспективными оказались 4 % видов, менее перспективными – 20 %. Многолетние исследования биологических особенностей редких древесных растений показали, что вполне перспективные (38 %) и перспективные (38 %) из них могут использоваться в благоустройстве селитебных территорий Хакасии. Проводится внедрение в производство новых видов: *Deutzia glabrata*, *Armeniaca mandshurica*, *Prinsepia sinensis*, *Spiraea trilobata*, *Rosa spinosissima* – для одиночных и групповых посадок.

**Для цитирования:** Гордеева Г.Н. Успешность интродукции редких растений в дендрарии Хакасии // Изв. вузов. Лесн. журн. 2021. № 3. С. 24–36. DOI: 10.37482/0536-1036-2021-3-24-36

**Ключевые слова:** редкие и исчезающие растения, интродукция, дендрарий, степная зона, Хакасия, фенология, рост, зимостойкость, размножение.

### Введение

Масштаб и интенсивность вмешательства человека в экосистемы приводят к существенной деградации и фрагментации природных местообитаний, что, наряду с глобальными изменениями климата, способствует резкой потере биологического разнообразия [2]. В настоящее время только 5 % видов сосудистых растений протестировано на полезность для людей [20], многие же виды, возможно, потенциально являющиеся пищевыми, лекарственными или техническими, могут быть потеряны до выявления их полезных свойств. Введение растений в культуру через коллекции ботанических садов не обозначает снижающуюся глобальную роль данных видов в обеспечении пищевой, экологической, медицинской и иной безопасности [13].

Существует мнение, что борьба за сохранение биоразнообразия может быть проиграна, так как факторы, приводящие к его деградации, более мощные, чем усилия, предпринимаемые для защиты природы [21]. Значительную роль в этом процессе играют изменяющиеся условия окружающей среды – изменение климата. Несмотря на неуверенные прогнозы о его влиянии на коллекции в текущем столетии, ботанические сады должны быть готовы к разным вариантам развития событий. В г. Дублине в июне 2010 г. принят новый вариант Международной программы ботанических садов по сохранению растений [18], который способствует выполнению Глобальной стратегии [19]. Если изменения климата действительно будут иметь место в ближайшие десятилетия, то неизбежным станет катастрофическое обеднение биоразнообразия [17].

По последним данным в ботанических садах содержится 1414 видов сибирской флоры из 115 семейств, что составляет почти 31 % всех растений Сибири. Среди этого количества 56 видов внесено в Красную книгу Российской Федерации и около 500 – в региональные Красные книги Сибири [3]. Является актуальным изучение состояния редких и исчезающих растений, находящихся в дендрариях и ботанических садах. Некоторые редкие виды имеют больший культурный ареал, чем природный [16]. Их применение в озеленении и благоустройстве позволяет разнообразить существующий ассортимент.

Цель исследования – подведение итогов успешности интродукции редких и исчезающих древесных растений, произрастающих в дендрарии, для дальнейшего использования в озеленении населенных пунктов степной зоны Хакасии.

### Объекты и методы исследования

Объектами исследования являются древесные растения разного статуса редкости, собранные в коллекции Научно-исследовательского института аграрных проблем Хакасии. Категории статуса редкости видов определяли по шкале, разработанной для Красной книги РФ [5]. Дендрарий площадью 1,1 га закладывали в 1975 г. Количество экземпляров каждого редкого вида от 4 (*Amygdalus pedunculata*, *Juniperus rigida*, *Betula raddeana*) до 15 и более.

На 2000 г. в коллекции древесных растений количество редких и исчезающих, занесенных в Красные книги СССР и РСФСР, было около 100 видов [9]. В настоящее время их насчитывается 44: 18 видов древесных и 5 редких травянистых пионов, входящих в Красную книгу Российской Федерации; 22 редких вида Сибири [12] и 4, входящих в Красную книгу Республики Хакасии [6].

Из 44 редких видов на маршруте наблюдений находится 21: 6 видов деревьев (28,6 %, *Armeniaca mandshurica* (Maxim.) Skvorts, *Betula maximowicziana* Reg., *Betula raddeana* Trautv., *Juniperus rigida* Sieb. et Zucc., *Tilia sibirica* L., *Tilia cordata* Mill.); 13 видов кустарников (61,9 %, *Amygdalus pedunculata* Pall, *Cotoneaster alaunicus* Golits., *Cotoneaster lucidus* Schlecht., *Deutzia glabrata* Kom., *Euonymus nana* Bieb., *Euonymus sacrosanct* Koidz., *Juniperus sargentii* (A. Henry) W.C. Chenget L.K. Fu, *Juniperus sabina* Sieb. et Zucc., *Myricaria bracteata* Royle, *Prinsepia sinensis* (Oliv.) Bean., *Rosa spinosissima* L., *Sorbocotoneaster pozdnjakovii* Pojark., *Spiraea trilobata* L.); две лианы (9,5 %, *Aristolochia manshuriensis* Kom., *Menispermum dahuricum* L.).

Дендрарий расположен в степной части Республики Хакасия на второй надпойменной террасе р. Абакан, в 13 км от столицы – г. Абакана. Климат резко континентальный, с большим колебанием суточных температур, возвратными заморозками в весенний период, ранними осенними заморозками (до  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Зимы морозные (средняя температура января  $-21\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), глубина снежного покрова в дендрарии составляет 15–17 см, в отдельные годы – до 5 см, вследствие чего происходит сильное промерзание почвы (до 3 м). Среднегодовое количество осадков достигает 320 мм. Жаркие дни приходятся на июль (до  $+38\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) при относительной влажности воздуха 5–7 %. Весна короткая, в мае дуют сильные ветра-суховеи – до 25–30 м/с. Осень длинная, теплая, часто сухая. Почвы темно-каштановые, карбонатные, с неблагоприятными для роста растений физико-химическими свойствами и щелочной реакцией почвенного раствора [4]. Орошение производится водопроводной водой.

За древесными растениями осуществлялись фенологические наблюдения [11] с интервалом в 3–4 дня по основным фазам развития: начало распускания вегетативных и генеративных почек; появление первого свободного листа; начало и конец цветения; окончание роста побегов; созревание семян; появление осенней окраски листьев; начало и конец листопада. На основе анализа показателей жизнеспособности древесных растений проводилась интегральная оценка их перспективности [10]. Шкала степени одревеснения побегов (1-летних) следующая: I – вызревает полностью на 100 % длины – 20 баллов; II – вызревает на 75 % – 15 баллов; III – вызревает на 50 % – 10 баллов; IV – не вызревает на 25 % – 5 баллов; V – не вызревает – 1 балл. Шкала оценки зимостойкости: I – растение не обмерзает – 25 баллов; II – обмерзает часть однолетнего побега – 15 баллов; III – однолетние побеги обмерзают целиком – 10 баллов; IV – обмерзают старые побеги – 10 баллов; V – обмерзает до уровня снега – 5 баллов; VI – растение обмерзает до корневой шейки – 3 балла; VII – растение вымерзает целиком – 1 балл. Оценка сохранения габитуса: I – сохраняется – 10 баллов; II – восстанавливается – 5 баллов; III – не восстанавливается – 1 балл. Побегообразовательная способность оценивается по 3-ступенчатой шкале: I – высокая – 5 баллов; II – средняя – 3 балла; III – низкая – 1 балл. Оценка прироста: ежегодный – 5 баллов; неежегодный – 2 балла. Генеративное развитие: I – плодоносит и дает всхожие семена – 25 баллов; II – плодоносит, но семена не вызревают – 20 баллов; III – цветет, но не плодоносит – 15 баллов; IV – не цветет – 1 балл. Возможные способы размножения: наличие самосева – 10 баллов; II – способом посева – 7 баллов; III – естественное вегетативное размножение – 5; IV – искусственно – 3 балла; IV – не размножается – 1 балл.

Статистическая обработка фенологических данных приведена за 10 летний период [1], дисперсионный анализ и вариационная статистика выполнены с применением пакета программ [14]. Латинские названия указаны в соответствии со сводкой Черепанова [15].

#### Результаты исследования и их обсуждение

Средний возраст редких растений дендрария достигает 40,7 лет, что свидетельствует об их высокой адаптивности в новых условиях произрастания. Большинство (72 %) проходит полный цикл развития и формирует семена разного качества. Исключением являются четыре вида (19 %): *Amygdalus pedunculata*, *Aristolochia manshuriensis*, *Juniperus rigida*, *Juniperus sargentii* – они цветут, но не дают семян. Два вида – *Juniperus sabina* и *Menispermum dahuricum* (9 %) – не цветут. У первого, произрастающего в горных районах Хакасии, это, возможно, обусловлено сухостью воздуха в весенний период и сильными ветрами, способствующими быстрому иссушению пыльцы. Второй в условиях дендрария не цветет: его сильно затеняют и лишают питания соседние разросшиеся деревья – в более открытых местах с лучшим орошением он достигает высоты до 2,5–3,0 м, активно разрастаясь корневыми отпрысками, цветет и плодоносит. Деревья в дендрарии обычно ниже, а кустарники выше и шире, чем в природных условиях (табл. 1).

Наличие самосева свидетельствует о полной адаптации вида в новых для него условиях произрастания. Если растение проходит полный цикл развития, у него формируются фертильная пыльца, полноценные семена, то, как правило, появляется самосев. Он наблюдается у 6 из рассматриваемых видов: *Armeniaca mandshurica*, *Cotoneaster lucidus*, *Deutzia glabrata*, *Prinsepia sinensis*, *Tilia sibirica*, *Tilia cordata*. У первых двух самосев был непосредственно под материнским растением или недалеко от него. У третьего, в связи с затенением и большой конкуренцией за воду, в дендрарии это явление редко. Однако при перенесении в более благоприятные условия на следующий год после созревания и осыпания семян вокруг кустов появляется массовый самосев, который благополучно перезимовывает. На второй год молодые растения представляют собой разветвленные кустики с 3–4 побегами до 20–25 см высотой. Они быстро растут.

В условиях дендрария 38 % видов размножаются как семенами, так и вегетативно; 38 % – вегетативно и 24 % – семенами.

В экологическом отношении к ксерофитам и мезофитам отнесено по 5 видов (24 %), к гигрофитам – 4 %. Остальные виды (48 %) являются переходными, что дает им возможность приспосабливаться к сложным климатическим условиям региона.

Основным лимитирующим фактором нормального роста и развития изучаемых растений является недостаточная зимостойкость. Рассматриваемые виды в природных условиях Хакасии имеют I и II баллы по этому критерию (табл. 1).

Таблица 1

## Характеристика редких растений дендрария института

Название растения	Статус редкости	Экологическая группа	Высота в дендрарии / высота в природе	Диаметр кустика, м	Наличие самосева	Способ размножения	Интродукционный балл	Зимостойкость, балл
<i>Amygdalus pedunculata</i>	3*	К	$\frac{3-3,5}{2,0}$	3,0	–	В (ч)	4	II
<i>Aristolochia manshuriensis</i>	1*	Г	до 6,0	–	–	В (ч)	4	II
<i>Armeniaca mandshurica</i>	3Г*	Мк	$\frac{8,0}{13,0-15,0}$	5,0	+	С, В	5	I–II
<i>Betula maximowicziana</i>	1*	М	$\frac{12,0}{25,0-30,0}$	4,0	–	С	4	I
<i>Betula raddeana</i>	3Б*	Мк	$\frac{13,0}{10,0}$	3,5	–	С	4	I
<i>Cotoneaster alaunicus</i>	3а*	К	$\frac{1,6}{-}$	2,5	–	С, В (ч)	5	I
<i>Cotoneaster lucidus</i>	3а*	К	$\frac{2,0}{2,0-3,0}$	2,3	+	С, В (ч)	5	I
<i>Deutzia glabrata</i>	2а*	М	$\frac{2,0}{2,5-3,0}$	2,5–3,0	+	С, В (ч)	4	I–II
<i>Euonymus nana</i>	1*	Км	$\frac{0,2-0,3}{0,2-1,0}$	–	–	В (о)	4	I–II
<i>Euonymus sacrosancta</i>	2**	Мк	$\frac{1,6}{\text{до } 2,0}$	2–2,5	–	С, В (ч)	5	I
<i>Juniperus sabina</i>	2***	К	$\frac{0,8}{1,0}$	3,0	–	В (ч)	4	I
<i>Juniperus rigida</i>	2*	Км	$\frac{5,5-6,0}{2,0-8,0}$	2,0	–	В (ч)	4	I
<i>Juniperus sargentii</i>	3Г*	Км	$\frac{2,0}{-}$	3,5	–	В (ч)	4	I
<i>Menispermum dahuricum</i>	2***	Мк	–	–	–	В (о)	5	VI
<i>Myricaria bracteata</i>	2***	Мг	$\frac{1,5}{\text{до } 2,0}$	1,2	–	С, В (ч)	5	II
<i>Prinsepia sinensis</i>	2а*	М	$\frac{2,0-2,4}{1,5-2,5}$	2,5	+	С	5	I
<i>Rosa spinosissima</i>	2***	К	$\frac{1,5-2,0}{0,6-1,5}$	0,5	–	С, В (о)	5	I
<i>Sorbocotoneaster pozdnjakovii</i>	3а*, **	Мк	$\frac{4,2-4,5}{3,0}$	1,5–2,0	–	В (п)	4	I
<i>Spiraea trilobata</i>	2***	Кпт	$\frac{\text{до } 1,0}{\text{до } 1,0}$	0,6	–	С, В (ч)	5	I
<i>Tilia sibirica</i>	2**	М	$\frac{6,0}{30,0}$	3,0–3,5	+	С	5	I
<i>Tilia cordata</i>	2**	М	$\frac{5,0}{-}$	2,5–3,0	+	С	4	I

Примечание: Статус редкости: \* – вид внесен в Красную книгу Российской Федерации; \*\* – растение входит в сводку «Редкие и исчезающие виды флоры Сибири»; \*\*\* – вид внесен в Красную книгу Республики Хакасия. Обозначения: М – мезофиты, К – ксерофиты, Г – гигрофиты, Мк – мезоксерофиты, Км – ксеромезофиты, Мг – мезогигрофиты, Кпт – ксеропетрофиты; С – семенной, В – вегетативный (ч – черенки, о – отпрыски, п – прививка).

I баллом характеризуются 66,6 % видов, они хорошо переносят низкие температуры. II балл присвоен 14,3 % видов, у них каждый год обмерзают концы побегов (*Amygdalus pedunculata*, *Aristolochia manshuriensis*, *Myricaria bracteata*). Переходные баллы (I – II) характерны также для 14,3 % видов, которые в отдельные зимы могут незначительно обмерзать и благополучно восстанавливаться (*Armeniaca mandshurica*, *Deutzia glabrata*, *Euonymus nana*). Побег *Menispermum dahuricum* каждый год полностью обмерзают до корневой шейки, весной отрастают заново (VI балл).

Определение ритма развития имеет большое значение для характеристики степени зимостойкости интродуцированных растений. Установлено, что раннее начало и окончание вегетации являются надежными признаками относительно высокой зимостойкости древесных растений [7]. Все объекты исследования имеют ранние сроки отрастания – 2–3-я декады апреля, 1-я декада мая. Наибольшей вариабельностью отличается начало распускания вегетативных и генеративных почек, на которое сильное влияние оказывают абиотические факторы. У отдельных видов (*Euonymus nana*) высокая изменчивость отмечена в наступлении фазы окончания роста побегов (30,7 %), что связано с условиями вегетационного сезона. При наступлении периода дождей (август) происходит возобновление роста (табл. 2). Фазы начала и конца цветения являются важными для характеристики биологии вида, свидетельствуют об адаптивной реакции растения к новым условиям. В то же время онтогенетический аспект цветения особи обусловлен генетической программой вида и в малой степени зависит от условий года [8]. Это подтверждается низкими и средними значениями коэффициента вариации начала и конца цветения рассматриваемых растений.

В условиях степной зоны кустарники разделены по срокам цветения на две группы: цветение в 1–3-й декадах мая (54 % видов); цветение в 1–2-й декадах июня (46 %). *Amygdalus pedunculata*, *Euonymus sacrosancta*, *Juniperus rigida*, *Prinsepia sinensis*, *Sorbocotoneaster pozdnjakovii*, *Myricaria bracteata*, *Spiraea trilobata* сформировали 1-ю группу. 2-я объединила *Cotoneaster alaunicus*, *Cotoneaster lucidus*, *Deutzia glabrata*, *Euonymus nana*, *Juniperus sargentii*, *Rosa spinosissima*.

Наибольший период цветения установлен у *Rosa spinosissima*, *Aristolochia manshuriensis*, *Sorbocotoneaster pozdnjakovii* и *Euonymus sacrosancta* ( $44 \pm 3$ ,  $20 \pm 3$ ,  $18 \pm 2$  дней соответственно). *Aristolochia manshuriensis* и *Euonymus sacrosancta* зацветают примерно в одинаковые сроки (табл. 2). В этот период прохладно, почвенной влаги достаточно для прохождения данной фазы, но дуют сильные иссушающие ветра, что является отрицательным фактором для завязывания семян у *Aristolochia manshuriensis*. В условиях дендрария этот вид не плодоносит. У *Euonymus sacrosancta* семена завязываются ежегодно. У *Sorbocotoneaster pozdnjakovii* семена завязываются, но, в связи с гибридным происхождением, имеют крайне низкую всхожесть. Получен один сеянец из семян собственной репродукции, который на 7-м году зацвел и сформировал плоды.

Наименьший период цветения характерен для *Betula maximowicziana*, *Juniperus sargentii*, *Cotoneaster lucidus* и *Amygdalus pedunculata*. Последний зацветает в I декаде мая, покрываясь простыми нежно-розовыми цветками еще до полного распускания листьев. По интенсивности цветения он значительно уступает другим видам миндаля, но более засухоустойчив. Плодоношение слабое (3–5 плодов на куст), последние 5 лет плоды не завязывались, возможно, в связи с возрастом. *Betula maximowicziana* и *Betula raddeana* в условиях возможных возвратных заморозков и сильных иссушающих ветров в период цветения полноценных семян не завязывают, самосева в дендрарии нет.

Таблица 2

## Рост и развитие редких растений в дендрарии института

Название растения	Фенологические фазы роста и развития, даты*											Период, дни		Антипичность
	Начало развития почек		Первый свободный лист	Окончание роста побегов	Цветение		Созревание семян	Появление осенней окраски	Листопад		вегетации	цветения		
	вегетативных	генеративных			начало	конец			начало	конец				
<i>Amygdalus pedunculata</i>	27,4±2* 10,9	22,4±4 21,2	10,5±1 5,4	4,8±3 4,1	10,5±2 10,4	19,5±3 9,2	18,8±4 7,2	18,8±4 7,2	15,9±5 6,2	6,1±1 1,5	162±5 8,1	10±4 2,2	0	
<i>Aristolochia manshuriensis</i>	1,5±4 16,5	23,5±3 7,8	26,5±2 8,1	28,7±5 8,3	20,5±3 7,8	18,6±3 5,7	8,9±5 6,2	8,9±5 6,2	25,9±1 1,0	13,1±4 4,8	166±8 15,1	20±3 5,6	-0,01	
<i>Armeniaca mandshurica</i>	26,4±1 4,3	20,4±6 21,8	12,5±3 6,9	5,7±8 18,5	30,4±4 14,2	11,5±4 12,1	28,7±1 0,9	17,9±6 6,2	23,9±3 3,2	8,1±5 4,6	165±5 4,8	12±4 11,2	0	
<i>Betula maximowicziana</i>	6,5±3 11,6	14,5±4 13,8	12,5±2 5,6	1,7±12 16,9	12,5±2 4,6	17,5±2 5,6	17,7±4 5,4	3,9±6 7,2	30,9±4 3,9	8,1±5 3,8	147±6 15,4	7±1 3,1	-0,01	
<i>Betula raddeana</i>	16,4±2 9,7	27,4±4 11,3	7,5±3 9,8	11,7±11 15,8	8,5±6 19,6	19,5±1 2,0	10,7±4 3,2	30,8±4 4,7	8,9±8 10,5	14,1±1 1,2	181±9 18,7	11±3 4,8	0	
<i>Cotoneaster alauicus</i>	16,4±2 10,5	10,5±4 14,1	3,5±3 12,0	20,6±5 11,8	5,6±2 4,8	17,6±2 6,1	10,9±6 6,2	20,8±1 2,3	24,9±2 2,4	3,1±5 3,8	171±6 15,8	13±2 11,3	-0	
<i>Cotoneaster lucidus</i>	24,4±6 11,9	6,5±7 21,8	2,5±4 17,0	13,6±5 5,1	10,6±2 6,3	17,6±2 6,0	1,9±2 2,0	25,8±3 4,1	19,9±3 4,0	8,1±4 2,9	167±5 15,4	10±2 19,3	-0	
<i>Deutzia glabrata</i>	17,4±5 23,9	2,5±3 11,2	2,5±3 11,8	19,6±4 13,1	7,6±2 5,3	20,6±3 6,1	9,9±2 1,8	7,9±6 8,9	26,9±2 1,6	7,1±2 2,4	173±5 13,9	14±4 16,3	0,01	
<i>Euonymus nana</i>	3,5±2 6,4	-	10,5±1 5,2	11,7±5 30,7	17,6±4 9,2	2,7±7 11,9	-	-	-	13,1±7 6,0	161±8 19,3	15±3 10,5	0	

<i>Euonymus sacrosancta</i>	17,4±4 15,3	10,5±2 16,8	8,5±1 6,1	18,6±1 20,1	24,5±2 6,3	11,6±1 4,2	–	–	–	3,1±2 12,3	179±5 23,1	18±2 16,0	0
<i>Juniperus sabina</i>	3,5±2 9,9	–	13,5±3 11,2	–	–	–	–	–	–	6,1±6 1,8	156±5 21,4	–	0
<i>Juniperus rigida</i>	28,4±3 17,0	16,4±7 29,0	9,5±2 7,4	30,6±1 1,7	4,5±2 10,0	17,55±1 5,3	–	–	–	10,1±2 2,2	169±3 19,3	13±5 11,0	–0,08
<i>Juniperus sargentii</i>	3,5±4 24,3	18,5±10 25,5	20,5±4 17,8	15,7±15 21,6	16,6±5 7,7	22,6±15 13,3	–	–	–	8,1±5 2,1	158±5 23,2	8±6 6,3	–0,01
<i>Prinsepia sinensis</i>	10,4±2 16,2	24,4±6 28,1	23,4±3 18,6	15,6±5 7,2	13,5±3 9,8	25,5±1 4,5	1,9±3 3,8	15,8±2 3,2	6,9±4 6,1	7,1±1 1,0	180±6 12,1	13±4 15,3	–0,2
<i>Sorbocotoneaster pozdijakovii</i>	17,4±3 21,1	24,4±3 18,7	3,5±3 14,4	23,6±3 4,5	23,5±1 5,1	9,6±1 4,3	13,8±1 1,7	15,8±3 6,0	29,8±3 4,3	23,9±2,6 2,6	159±6 24,3	18±4 14,8	–0,2
<i>Menispermum dahuricum</i>	28,4±3 14,9	–	30,5±2 7,3	3,9±8 11,2	–	–	–	28,8±4 5,9	20,9±3 4,1	27,9±2 2,3	151±4 12,3	–	0
<i>Myricaria bracteata</i>	16,5±6 10,1	12,5±1 1,9	27,5±3 4,8	12,6±3 7,6	22,5±5 8,5	16,6±8 5,3	18,8±6 3,4	9,9±6 4,3	18,9±2 1,7	7,1±3 2,1	144±5 12,1	26±4 8,3	0,02
<i>Rosa spinosissima</i>	1,5±3 13,1	1,6±4 5,2	17,5±2 8,2	26,7±11 16,0	19,6±5 12,1	2,8±5 8,9	13,8±10 11,7	27,8±5 7,1	10,9±8 10,8	9,1±6 5,4	161±6 19,3	44±3 8,9	0,01
<i>Spiraea trilobata</i>	24,4±3 14,9	17,5±5 15,4	8,5±2 9,5	25,8±9 12,8	31,5±5 14,0	14,6±4 9,2	3,1±2 1,3	6,9±5 6,9	25,9±3 3,3	13,1±8 6,2	172±5 11,4	15±4 6,8	0
<i>Tilia sibirica</i>	2,5±4 19,3	3,6±3 8,7	22,5±3 9,2	18,6±2 5,2	29,6±4 3,7	13,7±2 4,6	15,9±12 10,5	16,8±4 6,9	6,9±2 3,4	9,1±2 6,9	160±8 16,4	15±4 8,4	–0
<i>Tilia cordata</i>	28,4±2 13,6	4,6±4 10,9	22,5±2 8,3	26,6±3 8,1	28,6±4 7,3	10,7±6 9,2	28,9±6 5,1	17,8±5 9,0	12,9±3 5,0	7,1±1 1,2	163±2 8,6	13±5 5,6	0

\* В числителе – средняя дата наступления фазы развития ± квадратическое отклонение; в знаменателе – коэффициент вариации.

Средний период вегетации для древесных растений в природных условиях Хакасии, как правило, 165 дней. Более продолжительным периодом вегетации характеризуются *Cotoneaster alaunicus* и *Prinsepia sinensis*, у них вовремя завершается рост побегов, поэтому обмерзаний не наблюдается (табл. 2). У таких вечнозеленых растений, как *Juniperus sabina*, *Juniperus sargentii*, *Juniperus rigida* и *Euonymus nana*, конец вегетации отмечается с установлением устойчивых отрицательных температур.

Показатели фенологической атипичности свидетельствуют об оптимальности условий, в которых редкие виды находятся, т. к. все значения стремятся к нулю или равны ему (не зависимо + или –, табл. 2). Все характеризуемые древесные растения находятся в верхней (+0) или в нижней (–0) половине области нормы, или оптимальности для реализации фенологических фаз роста и развития. Циклы развития соответствуют вегетационному периоду места интродукции. Лишь условия вегетационного сезона разных лет и условия выращивания корректируют ежегодные сроки прохождения фенологических фаз. У большинства редких видов показатели квадратического отклонения имеют очень низкие значения, что свидетельствует о стабильности наступления фенологических фаз.

Учитывая показатели зимостойкости, особенности ритма развития, наличие самосева и способы размножения, изучаемым видам присваивали интродукционный балл (табл. 1). Такие виды, как *Armeniaca mandshurica*, *Cotoneaster lucidus*, *Cotoneaster alaunicus*, *Euonymus sacrosancta*, *Myricaria bracteata*, *Prinsepia sinensis*, *Rosa spinosissima*, *Spiraea trilobata*, *Tilia sibirica*, *Tilia cordata* (47,6%), имеют 5-й балл. Они развиваются нормально, вполне зимостойки и закладывают полноценные семена. Интродукционный балл 4 имеют также 47,6% видов. Это растения, проходящие полный цикл развития, но подмерзающие в отдельные годы или не формирующие полноценные семена или вообще их не образующие (*Amygdalus pedunculata*, *Aristolochia manshuriensis*, *Deutzia glabrata*, *Euonymus nana*, *Juniperus sabina*, *Juniperus rigida*, *Juniperus sargentii*, *Betula maximowicziana*, *Betula raddeana*, *Sorbocotoneaster pozdnjakovii*). *Menispermum dahuricum* имеет 3-й балл интродукции, т. к. обмерзает каждый год.

На основе анализа показателей жизнеспособности древесных растений устанавливали их перспективность (в баллах/суммарно, табл. 3).

Вполне перспективными (I балл) являются 38,1% редких и исчезающих растений дендрария. Они проходят полный цикл развития, зимостойки, цветут, отмечен самосев. Из них 25% – деревья (*Tilia sibirica*, *Tilia cordata*) и 75% – кустарники (*Cotoneaster alaunicus*, *Cotoneaster lucidus*, *Euonymus sacrosancta*, *Prinsepia sinensis*, *Sorbocotoneaster pozdnjakovii*, *Rosa spinosissima*).

Перспективными (II балл) являются также 38,1%: деревья – 12,5% (*Armeniaca mandshurica*); кустарники – 75,0% (*Amygdalus pedunculata*, *Euonymus nana*, *Juniperus sargentii*, *Myricaria bracteata*, *Spiraea trilobata*, *Deutzia glabrata*), лианы – 12,5% (*Aristolochia manshuriensis*). Данная группа растений объединяет виды, для полноценного роста и развития которых необходимо создавать специальные условия (посадка в заветренные места, полив). Большинство из них высоко декоративны, поэтому представляют интерес для использования при благоустройстве населенных территорий.

К менее перспективным (III балл) относятся 19,0% видов. Это 2 вида берез – *Betula maximowicziana*, *Betula raddeana* и 2 вида кустарников – *Juniperus sabina*, *Juniperus rigida*. Применение данных растений предусматривает вегетативное размножение в связи с отсутствием семян.

Таблица 3

## Оценка перспективности редких древесных растений дендрария института, балл

Название растения	Степень одревеснения побегов	Зимостойкость	Сохранение габитуса	Побегообразовательная способность	Наличие прироста	Репродуктивная способность	Способы размножения	Перспективность
<i>Amygdalus pedunculata</i>	15	20	10	5	5	20	3	$\frac{\text{II}}{78}$
<i>Aristolochia manshuriensis</i>	15	20	10	10	5	15	5	$\frac{\text{II}}{80}$
<i>Armeniaca mandshurica</i>	20	20	10	5	5	20	10	$\frac{\text{II}}{90}$
<i>Betula maximowicziana</i>	15	20	10	5	5	15	3	$\frac{\text{III}}{73}$
<i>Betula raddeana</i>	15	20	10	5	5	15	3	$\frac{\text{III}}{73}$
<i>Cotoneaster alaunicus</i>	20	25	10	5	5	25	10	$\frac{\text{I}}{100}$
<i>Cotoneaster lucidus</i>	20	25	10	5	5	25	10	$\frac{\text{I}}{100}$
<i>Deutzia glabrata</i>	15	15	10	10	5	25	10	$\frac{\text{II}}{90}$
<i>Euonymus nana</i>	15	20	10	10	5	15	5	$\frac{\text{II}}{80}$
<i>Euonymus sacrosancta</i>	20	20	10	10	5	25	7	$\frac{\text{I}}{87}$
<i>Juniperus sabina</i>	15	25	10	5	5	1	3	$\frac{\text{III}}{64}$
<i>Juniperus rigida</i>	20	20	10	1	5	15	3	$\frac{\text{III}}{74}$
<i>Juniperus sargentii</i>	20	25	10	5	5	15	3	$\frac{\text{II}}{83}$
<i>Prinsepia sinensis</i>	20	25	10	5	5	25	10	$\frac{\text{I}}{100}$
<i>Sorbocotoneaster pozdnjakovii</i>	20	25	10	5	5	25	7	$\frac{\text{I}}{97}$
<i>Menispermum dahuricum</i>	1	5	10	10	5	1	5	$\frac{\text{VI}}{37}$
<i>Myricaria bracteata</i>	10	20	10	10	5	25	10	$\frac{\text{II}}{90}$
<i>Rosa spinosissima</i>	20	25	10	5	5	25	7	$\frac{\text{I}}{97}$
<i>Spiraea trilobata</i>	15	20	10	5	5	25	7	$\frac{\text{II}}{87}$
<i>Tilia sibirica</i>	20	25	10	5	5	25	10	$\frac{\text{I}}{100}$
<i>Tilia cordata</i>	15	25	10	5	5	25	10	$\frac{\text{I}}{95}$

К неперспективным относится *Menispermum dahuricum*. Однако при поддержании необходимых для него условий произрастания он может цвести и формировать полноценные семена.

При подборе способов размножения для рекомендуемых видов установлено, что растения 1-й группы размножаются семенами и вегетативно. Во 2-й группе семена формируют лишь 37,5 %, остальные могут размножаться черенкованием.

#### Заключение

В результате многолетних исследований редких древесных видов выявлены их биологические особенности, которые позволяют применять данные растения для благоустройства селитебных территорий. Из вполне перспективных видов внедряются в производство *Deutzia glabrata*, *Prinsepia sinensis*, *Rosa spinosissima*, их можно использовать для групповых посадок и создания живых изгородей. Из перспективных – *Armeniaca mandshurica*, *Spiraea trilobata* – для одиночных и групповых посадок. Эти виды значительно расширят ассортимент растений, что придаст определенный колорит паркам и скверам городов и сел степной и лесостепной зон Хакасии.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Зайцев Г.Н. Фенология травянистых многолетников. М.: Наука, 1978. 149 с.  
Zaytsev G.N. Phenology of Perennial Plants. Moscow, Nauka Publ., 1978. 149 p.
2. Жолобова О.О. Сохранение редких и исчезающих видов растений в культуре *in vitro* и оценка уровня их внутривидового полиморфизма: дис. ... канд. биол. наук. Белгород, 2012. 153 с.  
Zholobova O.O. The Conservation of Rare and Endangered Plants in the Genetic Collections *in vitro* and Assessing the Level of Their Intraspecific Polymorphism: Cand. Biol. Sci. Diss. Belgorod, 2012. 153 pp.
3. Интродукция растений природной флоры Сибири / науч. ред. А.Н. Куприянов, Е.В. Банаев. Новосибирск: Акад. изд-во «Гео», 2017. 495 с.  
*The Introduction of Plants of the Siberian Flora*. Novosibirsk, GEO Publ., 2017. 495 p.
4. Кравцова Л.П. Изучение фенологических особенностей лекарственных растений семейства *Lamiaceae* Lindl. при интродукции в Хакасии // Вестн. ТвГУ. Сер.: Биология и экология. 2019. № 3(55). С. 123–129.  
Kravtsova L.P. The Study of Phenological Characteristics of Medicinal Plants of the Family *Lamiaceae* Lindl. Introduced in the Republic of Khakassia. *Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Biologiya i ekologiya* [Bulletin of Tver State University. Series: Biology and Ecology], 2019, no. 3(55), pp. 123–129. DOI: <https://doi.org/10.26456/vtbio104>
5. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М.: Т-во науч. изд. КМК, 2008. 854 с.  
*Red Data Book of the Russian Federation (Plants and Fungi)*. Moscow, KMK Publ., 2008. 854 p.
6. Красная книга Республики Хакасия. Редкие и исчезающие виды растений и грибов. Новосибирск: Наука, 2012. 287 с.  
*Red Data Book of the Republic of Khakassia. Rare and Endangered Species of Plants and Fungi*. Novosibirsk, Nauka Publ., 2012. 287 p.

7. Лалин П.И. Значение исследований ритмики жизнедеятельности растений для интродукции // Бюл. Глав. ботан. сада. 1974. Вып. 91. С. 3–7.

Lapin P.I. Importance of Plant Life-Rhythm Study for Introduction. *Byulleten' Glavnogo botanicheskogo sada* [Bulletin of the Central Botanical Garden], 1974, iss. 91, pp. 3–7.

8. Левина Р.Е. Репродуктивная биология семенных растений: (обзор пробл.) М.: Наука, 1981. 96 с.

Levina P.E. *Reproductive Biology of Seed Plants: Review of the Issue*. Moscow, Nauka Publ., 1981. 96 p.

9. Лиховид Н.И. Редкие и исчезающие травянистые интродуценты в сухой степи Хакасии при орошении // Ботанические исследования в Азиатской России: материалы XI съезда Рус. ботан. о-ва. Барнаул: АзБука, 2003. Т. 3. С. 331–332.

Likhovid N.I. Rare and Endangered Introduced Plants in the Dry Steppe of Khakassia under Irrigation. *Botanical Studies in Asian Russia: Proceedings of the XI Meeting of the Russian Botanical Society*. Barnaul, AzBuka Publ., 2003, vol. 3, pp. 331–332.

10. Лиховид Н.И. Интродукция древесных растений в аридных условиях юга Средней Сибири. Абакан: Март, 2007. 288 с.

Likhovid N.I. *Introduction of Woody Plants in Arid Conditions of the South of Central Siberia*. Abakan, Mart Publ., 2007. 288 p.

11. Лучник З.И. Методика изучения интродуцированных деревьев и кустарников // Вопросы декоративного садоводства. Барнаул: Алт. кн. изд-во, 1964. С. 6–22.

Luchnik Z.I. Methodology of Studying Introduced Trees and Shrubs. *Decorative Gardening Issues*. Barnaul, Altayskoye knizhnoye izdatel'stvo, 1964, pp. 6–22.

12. Семенова Г.П. Редкие и исчезающие виды флоры Сибири: биология, охрана. Новосибирск: Акад. изд-во «Гео», 2007. 407 с.

Semenova G.P. *Rare and Endangered Species of Siberian Flora: Biology and Protection*. Novosibirsk, Geo Publ., 2007. 407 p.

13. Сессия Регионального Совета ботанических садов Сибири и Дальнего Востока: информ. бюл. М.: Научтехлитиздат, 2019. Вып. 12(35). 159 с.

Session of the Regional Council of Botanical Gardens of Siberia and the Far East. *Newsletter*. Moscow, Nauchtekhlitizdat Publ., 2019, iss. 12(35). 159 p.

14. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. Краснообск: ГУП РПО СО РАСХН, 2004. 162 с.

Sorokin O.D. *Applied Statistics on the Computer*. Krasnoobsk, GUP RPO SO RASKhN Publ., 2004. 162 p.

15. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). Санкт-Петербург: Мир и семья-95, 1995. 989 с.

Cherepanov S.K. *Vascular Plants of Russia and Neighboring States*. Saint Petersburg, Mir i sem'ya-95 Publ., 1995. 989 p.

16. Шакина Т.Н. Особенности размножения декоративных кустарников черенками в условиях г. Саратова // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. 2017. № 16. С. 327–331.

Shakina T.N. Features of Reproduction of Ornamental Shrubs by Cuttings in the Conditions of the City of Saratov. *Problemy botaniki Yuzhnoy Sibiri i Mongolii* [Problems of Botany of South Siberia and Mongolia], 2017, no. 16, pp. 327–331.

17. Anderson G., Wyse Jackson P. A Review of the Effect of Climate Change in Ireland and the Development of an Institutional Policy and Role of the Institution, in Its Mitigation. *EuroGard V: Botanic Gardens in the Age of Climate Change: Programme, Abstracts, and Delegates*. Ed. by S. Lehvävirta, D. Aplin, L. Schulman. Helsinki, Botanic Garden of the University of Helsinki, 2009, p. 36.

18. *International Agenda for Botanic Gardens in Conservation*. Richmond, UK, Botanic Gardens Conservation International, 2012. 49 p. Available at: <https://www.bgci.org/resources/bgci-tools-and-resources/international-agenda-for-botanic-gardens/> (accessed 14.04.20).

19. Oldfield S. Plant Conservation, Botanic Gardens and the International Agenda. *Proceedings of the 4th Global Botanic Gardens Congress, June 2010*. Dublin, 2010, pp. 1–6. Available at: <https://www.bgci.org/files/Dublin2010/papers/Oldfield-Sara.pdf> (accessed 14.04.20).

20. Ten Kate K., Laird S.A. *The Commercial Use of Biodiversity: Access to Genetic Resources and Benefit-Sharing*. London, Earthscan, 1999. 416 p.

21. Wood A., Stedman-Edwards P., Mang J. *The Root Causes of Biodiversity Loss*. London, Routledge, 2000. 416 p. DOI: <https://doi.org/10.4324/9781315071688>

## EFFECTIVENESS OF INTRODUCTION OF RARE PLANTS IN THE ARBORETUM OF KHAKASSIA

**Galina N. Gordeeva**, Candidate of Biology, Senior Research Scientist;  
ResearcherID: [AAH-2491-2021](https://orcid.org/0000-0002-9225-3659), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9225-3659>  
Research Institute of Agricultural Problems of Khakassia, ul. Sadovaya, 5, s. Zelenoye,  
Ust-Abakansky District, Republic of Khakassia, 655132, Russian Federation;  
e-mail: [gordeeva.gal2011@yandex.ru](mailto:gordeeva.gal2011@yandex.ru)

**Abstract.** According to the International Agenda for Botanic Gardens in Conservation about 500 species of woody plants, which represent six regions of the world, are conserved in the collection of the Research Institute of Agricultural Problems of Khakassia. The arboretum is located in the dry steppe zone of the Republic of Khakassia. There are 44 species of trees, shrubs and lianas of different rarity. Many of them are beautifully flowering, and therefore can be used for landscaping. The aim of the work is summing up the introduction of rare and endangered plants for their further usage in the improvement of residential areas of the Khakassia steppe zone. The research objects are 21 species of rare plants of the arboretum of the Institute. The periods of phenological stages of species, their growth and development rhythm, winter hardiness, period and duration of flowering, and ways of reproduction were determined. As a result, an introduction point was given to each plant and its perspective was estimated. The average age of rare plants was 40.7 years. All studied plants are early growing (from April 10 to May 10). In new growing conditions 72 % of species pass through a full life cycle, 19 % flower, but do not bear fruit, 9 % do not flower. According to the flowering period, 53 % of rare shrubs are early flowering (May). The longest flowering period was found in 19 % of species. The main phenological stages of plants occur during the stable periods, the low level of standard deviation confirms it. Self-seeding is typical for 28 % of the studied species. In the arboretum conditions 42 % reproduce both by seeds and vegetatively; 33 % – vegetatively and 23 % – by seeds. The introduction point shows the degree of adaptation to the new environment. As a result, 10 species have 5 and 4 points (96 %), *Menispermum dahuricum*, which annually freezes to the soil level, has 3 points. Perspective of the studied plants was identified based on the analysis of their viability parameters: 4 % of species turned to be non-perspective while 20 % are less perspective. Long-term studies of the biological features of rare woody plants indicate that rather perspective (38 %) and perspective (38 %) of the plants can be used in the improvement of residential areas of Khakassia. New species are introduced into the production for single and group planting: *Deutzia glabrata*, *Armeniaca mandshurica*, *Prinsepia sinensis*, *Spiraea trilobata*, and *Rosa spinosissima*.

**For citation:** Gordeeva G.N. Effectiveness of Introduction of Rare Plants in the Arboretum of Khakassia. *Lesnoy Zhurnal* [Russian Forestry Journal], 2021, no. 3, pp. 24–36. DOI: 10.37482/0536-1036-2021-3-24-36