

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
РАСТИТЕЛЬНЫЙ МИР АЗИАТСКОЙ РОССИИ

Растительный мир Азиатской России, 2024, № 2, с. 109–119

<https://www.sibran.ru>

ИНТРОДУКЦИЯ РАСТЕНИЙ

DOI: 10.15372/RMAR20240202

**АНАЛИЗ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ,
ПЕРСПЕКТИВНЫХ ДЛЯ ИНТРОДУКЦИИ В ПОДЗОНУ ЮЖНОЙ ТАЙГИ**

Е.С. Васфилова

Ботанический сад Уральского отделения РАН,
620144, Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202а, Россия; euvash@mail.ru

Успех интродукции растений (перенесения в новые условия среды) в большой степени определяют их различные биологические особенности. В настоящей работе проанализированы результаты интродукции видов травянистых растений в условия южной тайги Среднего Урала (Екатеринбург) и Западной Сибири (Томск), а также в некоторые другие интродукционные пункты таежной зоны. Изучено влияние на успешность интродукции специфики географического распространения видов (хорологические и поясно-zonальные группы), их жизненных форм, характера сезонного развития и феноритмотипов. Выявлены общие биологические особенности видов, способствующие их успешной интродукции в подзону южной тайги, что позволяет предполагать устойчивость и надежность установленных закономерностей. Показано, что виды, распространенные на территории Европы (кроме Южной Европы) и в Северной Азии, перспективны для интродукции в указанные условия. Успешно протекает интродукция лесных (бореальных и неморальных) видов. Результат анализа жизненных форм интродуцентов показал, что наиболее перспективны гемикриптофиты (по классификации К. Раункиера), травянистые длиннокорневищные и ползучие растения (по классификации И.Г. Серебрякова), характеризующиеся высокой интенсивностью вегетативного размножения. Перспективны также виды, которые рано отрастают и рано начинают цвети в течение вегетационного периода.

Пониженная успешность интродукции в условия южной тайги характерна для средиземноморских и юго-западноазиатских видов, а также распространенных в субтропической зоне. Мало перспективны виды с жизненной формой хамефитов (по классификации К. Раункиера) и полукустарничков (по классификации И.Г. Серебрякова), а также виды, характеризующиеся поздними сроками весеннего отрастания и начала цветения.

Ключевые слова: интродукция растений, южная тайга, географическое распространение, жизненная форма, сезонное развитие, Средний Урал, Западная Сибирь.

Для цитирования: Васфилова Е.С. 2024. Анализ биологических особенностей травянистых растений, перспективных для интродукции в подзону южной тайги. *Растительный мир Азиатской России*. 17(2): 109–119. DOI: 10.15372/RMAR20240202

ВВЕДЕНИЕ

Интродукция растений представляет собой раздел экспериментальной ботаники, ее практические результаты способствуют решению ряда теоретических вопросов (Карпун, 2004). Важной задачей процесса интродукции является поиск закономерностей, определяющих возможности перенесения видов в новые условия среды, из одного региона в другой. Такие возможности могут быть связаны как со степенью новизны природно-климатических условий в пункте интродукции по сравнению с районами естественного произрастания, так и с реализацией свойств, заложенных в наследственном потенциале растений (Культиасов, 1963; Коровин, Демидов, 1981; и др.). Резуль-

тат процесса интродукции растений, как показали многочисленные исследования, в значительной степени определяется разнообразными биологическими особенностями видов. В настоящее время существует большое количество работ, связанных с изучением успешности перенесения разных групп видов в различные природно-климатические регионы. Но только в относительно небольшом числе работ авторы устанавливают общие закономерности интродукционного процесса и факторы (особенности видов), оказывающие влияние на его результат (Карпинская, 1985; Сидорович, Лунина, 1992; Семенова, 2001; и др.). Важность такой работы заключается в том, что выявление закономерностей, связанных с отношением расте-

ний к новой среде обитания, способствует оптимизации отбора на их основе перспективных для переселения видов (Булах, 2010). Это, в конечном счете, имеет большое значение для расширения ассортимента и успешного практического использования хозяйственно ценных видов растений: пищевых, декоративных, лекарственных. В частности, в настоящее время во всем мире активно растет спрос на сырье последней группы видов для производства лекарственных средств; их культивирование является сейчас в нашей стране основным способом получения лекарственного растительного сырья (Цицилин, Ковалев, 2021).

Помимо анализа результатов интродукции видов в конкретном пункте, представляет интерес сравнение данных для нескольких пунктов интродукции, расположенных в сходных природно-климатических условиях. Представление о факторах, влияющих на успех интродукции, в таком случае расширяется, и возникает возможность делать более широкие обобщения и прогнозировать результаты интродукции для более крупных регионов.

Целью данной работы явилось сравнительное изучение интродукционной перспективности видов травянистых растений в различных интродукционных пунктах таежной зоны, в первую очередь, подзоны южной тайги, и выявление общих биологических особенностей видов, способствующих их успешной интродукции в данные условия.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Проанализированы итоги интродукции видов травянистых растений в природно-климатические условия подзоны южной тайги: Средний Урал (Екатеринбург, Ботанический сад Уральского отделения РАН) и Западная Сибирь (Томск, Сибирский ботанический сад Томского государственного университета). Работа проводилась на протяжении двух десятков лет. Испытано 567 видов в Томске и 213 видов в Екатеринбурге. Следует отметить, что массивы видов травянистых растений, интродуцированных в Ботаническом саду УрО РАН (группа лекарственных растений) и в Сибирском ботаническом саду (группа декоративных растений), перекрываются в небольшой степени; количество общих видов составляет 65 (11.4 %). В данной статье изучены особенности интродукции 65 видов, общих для обоих интродукционных пунктов (табл. 1), а также проанализированы итоги интродукции полных массивов данных для Екатеринбурга и Томска (полные списки изученных видов приведены в работах автора данной статьи (Васфилова, 2018, 2019, 2020), докторской диссертации Т.Н. Беляевой (2020б)).

Оценка интродукционной перспективности видов, общих для обоих интродукционных пунктов, проводилась автором данной статьи с использованием шкалы, разработанной Т.А. Беляевой (2020б) на основе шкал Р.А. Карпisonовой (1985) и Н.В. Трулевич (1991). Подавляющее большинство общих видов оказались высокоустойчивыми либо устойчивыми. Поэтому в данном случае сравнение результатов интродукции проводили только для этих двух групп, т. е. выделяли наиболее перспективные виды. При этом учитывались те градации каждого фактора (распространение, жизненная форма и др.), для которых число общих видов более 10.

Распределение видов по хорологическим и поясно-зональным группам делали с учетом классификаций Л.И. Малышева, Г.А. Пешковой (1984), А.С. Ревушкина (1988). Анализ феноритмотипов проводили в соответствии с классификацией, приведенной в монографии Р.А. Карпisonовой (1985). Оценка успешности интродукции всего массива видов в условиях Екатеринбурга проводилась на основе модифицированной шкалы Р.А. Карпisonовой (Карпisonова, 1985; Васфилова, 2019) с использованием методов статистического анализа влияния различных факторов (биологических особенностей видов) на результат интродукции (однофакторный дисперсионный анализ и ранговый критерий Краскела – Уоллиса, представляющий непараметрическую альтернативу однофакторного дисперсионного анализа).

Как отмечает Т.Н. Беляева (2020а, б), в условиях южной тайги Западной Сибири климат характеризуется холодной зимой и коротким летом. Основными факторами, лимитирующими успех интродукции травянистых растений, являются низкие зимние температуры, резкие колебания температур весной и осенью, поздневесенние заморозки, совпадающие с периодами активной вегетации растений, а также раннеосенние заморозки; сравнительно короткий вегетационный и безморозный периоды. Аналогичная ситуация складывается в условиях южной тайги Среднего Урала.

Виды выращивали из семян, полученных из ботанических садов и дендрариев России и мира. Часть видов перенесена в условия ботанических садов Екатеринбурга и Томска из природных популяций (семенами либо живыми растениями). Все виды выращивали в открытом грунте. Продолжительность изучения конкретных видов многолетних растений составляла в обоих пунктах интродукции от 10 до 20 лет.

Таблица 1

Интродукционная устойчивость видов, общих для Екатеринбурга и Томска

Introduction sustainability of species common to Yekaterinburg and Tomsk

| Вид | Устойчивость | | |
|--|------------------|-------|-------|
| | Екатеринбург | Томск | |
| 1 | 2 | 3 | |
| | Apiaceae | | |
| <i>Eryngium planum</i> L. | BY* | | BY |
| | Apocynaceae | | |
| <i>Vinca minor</i> L. | y** | | y |
| | Aristolochiaceae | | |
| <i>Asarum europaeum</i> L. | y | | y |
| | Asteraceae | | |
| <i>Achillea millefolium</i> L. | BY | | BY |
| <i>Antennaria dioica</i> (L.) Gaertn. | y | | y |
| <i>Arnica chamissonis</i> Less. | BY | | y |
| <i>Echinacea pallida</i> (Nutt.) Nutt. | y | | CY |
| <i>E. purpurea</i> (L.) Moench | BY | | BY |
| <i>Echinops sphaerocephalus</i> L. | BY | | BY |
| <i>Rudbeckia laciniata</i> L. | BY | | BY |
| <i>Solidago canadensis</i> L. | BY | | BY |
| <i>Tanacetum corymbosum</i> (L.) Sch. Bip. | BY | | BY |
| <i>T. coccineum</i> (Willd.) Grierson | y | | y |
| <i>T. vulgare</i> L. | BY | | BY |
| <i>Telekia speciosa</i> (Schreb.) Baumg. | y | | BY |
| | Berberidaceae | | |
| <i>Podophyllum hexandrum</i> Royle | y | | y |
| | Boraginaceae | | |
| <i>Lithospermum officinale</i> L. | BY | | BY |
| <i>Pulmonaria mollis</i> Wulfen ex Hornem | y | | y |
| | Brassicaceae | | |
| <i>Lunaria rediviva</i> L. | CY | | y |
| | Campanulaceae | | |
| <i>Campanula latifolia</i> L. | y | | BY |
| <i>Codonopsis clematidea</i> (Schrenk) C.B. Clarke | y | | y |
| <i>Platycodon grandiflorus</i> (Jacq.) A. DC. | y | | y |
| | Caryophyllaceae | | |
| <i>Dianthus plumarius</i> L. | BY | | y |
| <i>Herniaria glabra</i> L. | BY | | BY |
| <i>Silene chalcedonica</i> (L.) E.H.L. Krause | BY | | BY |
| | Crassulaceae | | |
| <i>Rhodiola rosea</i> L. | y | | y |
| <i>Sedum acre</i> L. | y | | BY |
| <i>Hylotelephium maximum</i> (L.) Holub (<i>Sedum maximum</i> (L.) Suter) | BY | | y |
| <i>Hylotelephium telephium</i> (L.) H. Ohba (<i>Sedum telephium</i> L.) | BY | | BY |
| | Gentianaceae | | |
| <i>Gentiana lutea</i> L. | y | | y |
| | Hypericaceae | | |
| <i>Hypericum perforatum</i> L. | BY | | BY |
| | Lamiaceae | | |
| <i>Ajuga reptans</i> L. | y | | BY |
| <i>Glechoma hederacea</i> L. | BY | | BY |
| <i>Hyssopus officinalis</i> L. | BY | | BY |
| <i>Melissa officinalis</i> L. | MY*** | | CY*** |

Окончание табл. 1

| 1 | 2 | 3 |
|---|----------------|----|
| <i>Origanum vulgare</i> L. | ВУ | ВУ |
| <i>Prunella vulgaris</i> L. | ВУ | ВУ |
| <i>Scutellaria baicalensis</i> Georgi | У | У |
| <i>Thymus pannonicus</i> All. (<i>Thymus marschallianus</i> Willd.) | ВУ | У |
| | Lythraceae | |
| <i>Lythrum salicaria</i> L. | ВУ | ВУ |
| | Malvaceae | |
| <i>Althaea officinalis</i> L. | ВУ | СУ |
| <i>Malva thuringiaca</i> (L.) Vis. (<i>Lavatera thuringiaca</i> L.) | ВУ | ВУ |
| | Paeoniaceae | |
| <i>Paeonia anomala</i> L. | ВУ | ВУ |
| | Plantaginaceae | |
| <i>Digitalis ciliata</i> Trautv. | ВУ | У |
| <i>D. grandiflora</i> Mill. | ВУ | ВУ |
| <i>Veronica longifolia</i> L. | ВУ | ВУ |
| <i>V. officinalis</i> L. | ВУ | ВУ |
| | Polemoniaceae | |
| <i>Polemonium caeruleum</i> L. | ВУ | У |
| | Polygonaceae | |
| <i>Bistorta officinalis</i> Delarbre (<i>Persicaria bistorta</i> (L.) Samp.) | ВУ | ВУ |
| | Primulaceae | |
| <i>Lysimachia nummularia</i> L. | ВУ | ВУ |
| <i>Primula veris</i> subsp. <i>macrocalyx</i> (Bunge) Lüdi | У | ВУ |
| | Ranunculaceae | |
| <i>Aconitum napellus</i> L. | У | У |
| <i>Adonis vernalis</i> L. | У | СУ |
| <i>Delphinium elatum</i> L. | ВУ | У |
| <i>Thalictrum minus</i> L. | ВУ | ВУ |
| | Rosaceae | |
| <i>Drymocallis rupestris</i> (L.) Soják | ВУ | ВУ |
| <i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim. | ВУ | ВУ |
| <i>F. vulgaris</i> Moench | ВУ | ВУ |
| <i>Potentilla alba</i> L. | У | У |
| <i>P. argentea</i> L. | ВУ | ВУ |
| <i>P. erecta</i> (L.) Raeusch. | ВУ | У |
| <i>P. recta</i> L. | ВУ | ВУ |
| <i>Sanguisorba officinalis</i> L. | ВУ | ВУ |
| | Rubiaceae | |
| <i>Galium verum</i> L. | ВУ | ВУ |
| | Saxifragaceae | |
| <i>Bergenia crassifolia</i> (L.) Fritsch. | ВУ | ВУ |

Примечание. Здесь и далее: * ВУ – высокоустойчивые виды, У – устойчивые виды, СУ и МУ – средне- и малоустойчивые виды.

Note. * ВУ – highly-resistant species, У – resistant species, СУ and МУ – medium- and low-resistant species.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Как показали проведенные исследования, на результат интродукции оказали влияние различные факторы.

1. Особенности географического распространения**1.1 Хорологические группы видов**

Изучение видов, общих для обоих пунктов интродукции в подзоне южной тайги, показало, что

Таблица 2

Результаты интродукции в подзону южной тайги видов, общих для Екатеринбурга и Томска
 Results of the introduction into the southern taiga subzone of species common to Yekaterinburg and Tomsk

| Группы видов | Доля видов в Томске, % | | | Доля видов в Екатеринбурге, % | | |
|---|------------------------|------|----------|-------------------------------|------|---------|
| | ВУ* | У* | СУ и МУ* | ВУ | У | СУ и МУ |
| Хорологические группы | | | | | | |
| Голарктические | 83.3 | 16.7 | 0 | 83.3 | 16.7 | 0 |
| Евроазиатские | 74.2 | 19.4 | 6.4 | 80.6 | 19.4 | 0 |
| Поясно-зональные группы | | | | | | |
| Лесные бореальные | 76.2 | 23.8 | 0 | 76.2 | 23.8 | 0 |
| Лесные неморальные | 58.3 | 33.3 | 6.4 | 50.0 | 33.3 | 16.7 |
| Жизненные формы по системе К. Раункиера | | | | | | |
| Гемикриптофиты | 66.0 | 25.5 | 8.5 | 72.3 | 23.4 | 4.3 |
| Жизненные формы по системе И.Г. Серебрякова | | | | | | |
| Длиннокорневищные | 91.7 | 8.3 | 0 | 100 | 0 | 0 |
| Короткокорневищные | 56.5 | 30.4 | 13.1 | 60.9 | 34.8 | 4.3 |
| Феноритмотип | | | | | | |
| Весенне-летне-зимнезеленые | 58.8 | 41.2 | 0 | 75.9 | 24.1 | 0 |
| Сезонное развитие | | | | | | |
| Начало отрастания | 70.5 | 27.3 | 2.2 | 78.3 | 21.7 | 0 |

наиболее успешно протекает интродукция голарктических и евроазиатских видов. Доля высокостойчивых видов в этих группах составила соответственно 83.3 и 80.6 % в Екатеринбурге, 83.3 и 74.2 % в Томске (табл. 2).

Анализ полных массивов данных для этих пунктов интродукции показал, что в условиях Западной Сибири высокостойчивыми и устойчивыми видами также оказались интродуценты с широким ареалом. Кроме них перспективны виды европейские (из Северной, Центральной и Восточной Европы), североазиатские, восточноазиатские (особенно маньчжурские, сахалино-хоккайдские), североамериканские виды (Морякина и др., 2008а, б; Беляева, 2020а, б; Прокопьев и др., 2020) (табл. 3). В группе малоустойчивых и среднеустойчивых интродуцентов доминировали южноевропейские виды и многолетники, распространенные в Южной Европе, Средиземноморье, на Балканах, в Малой Азии. Группа мало- и среднеустойчивых видов в Томске также включала некоторые термофильные восточноазиатские и североамериканские виды, а слабая или средняя устойчивость некоторых холодостойких видов при интродукции в зону южной тайги Западной Сибири обусловлена особенностями их экологии и поясно-зональной приуроченности (высокогорные и горные биомы) (Беляева, 2020б). На Среднем Урале наиболее перспективны виды голарктические, евросибирские, евроазиатские, европейско-западноазиатские, а также южносибирские (Васфилова, 2019). Успешность интродукции наиболее низка у группы европейско-юго-западноазиатских видов, которые ста-

тистически достоверно отличались от голарктических, евроазиатских, европейско-западноазиатских видов.

Таким образом, в обоих пунктах интродукции, расположенных в южной тайге, наиболее успешно протекала интродукция широкоареальных видов, а также евроазиатских видов (с ареалами, включающими Северную, Центральную, Восточную Европу и Северную Азию). Значительно снижена перспективность интродукции у средиземноморских и юго-западноазиатских видов, являющихся в значительной степени теплолюбивыми.

Представляют интерес данные Р.А. Карпинской (1985), проанализировавшей результаты интродукции травянистых многолетников широколиственных лесов в Главном ботаническом саду РАН (Москва), расположенном в подзоне хвойно-широколиственных лесов – подтайге (по классификации Исаченко, Шляпникова, 1989). По ее наблюдениям, очень перспективными являются виды Восточной Европы и Дальнего Востока, а также широкоареальные (см. табл. 3). Мало перспективны растения Крыма, Кавказа и Средней Азии. Эти результаты, в целом, согласуются с выводами по результатам интродукции в южнотаежную подзону.

1.2. Поясно-зональная приуроченность

Среди интродуцированных видов, общих для Екатеринбурга и Томска, наиболее высокостойчивы лесные бореальные виды, несколько ниже перспективность у лесных неморальных растений (см. табл. 2). Можно предполагать большую перспек-

Таблица 3

Биологические особенности видов, наиболее перспективных для интродукции в подзону южной тайги и некоторые другие пункты таежной зоны

Biological features of the most promising species for introduction into the southern taiga subzone and some other points of the taiga zone

| Биологические особенности видов | Пункты интродукции | | | |
|---|---|--|--|---|
| | Томск, южная тайга | Екатеринбург, южная тайга | Москва, подтайга | Якутск, средняя тайга |
| Хорологические группы | Широкоареальные, европейские (Сев., Центр., Вост. Европа), североазиатские, восточноазиатские (особенно маньчжурские, сахалино-хоккайдские), североамериканские | Голарктические, европейско-западноазиатские, евросибирские, евроазиатские, южносибирские | Широкоареальные, восточно-европейские, дальневосточные | |
| Поясно-зональные группы | Лесные, лесостепные, горно-лесные | Лесные (boreальные и неморальные) | | |
| Жизненные формы по системе К. Раункиера | Гемикриптофиты, корневищные и луковичные геофиты | Гемикриптофиты | | Розеточные гемикриптофиты, луковичные геофиты |
| Жизненные формы по системе И.Г. Серебрякова | Длиннокорневищные, столонообразующие ползучие | Длиннокорневищные, ползучие | Длиннокорневищные, ползучие, клубневые | |
| Феноритмотипы | Весенне-летнезеленые и весенне-летне-осенне-зеленые | Весенне-летне-осенне-зимнезеленые | | Длительно вегетирующие |
| Начало отрастания | Раннее | Раннее | Раннее и среднее | |
| Начало цветения | Рано зацветающие | Рано зацветающие | | Рано зацветающие |

тивность и для плюризональных видов (доля высокоустойчивых видов составляет 87.5 %), но в данной группе число видов, общих для Екатеринбурга и Томска невелико (8 видов).

Для полного массива интродуцентов в южной тайге Западной Сибири наиболее высокий процент устойчивых и высокоустойчивых видов установлен в лесной группе (93.6 % от общего числа исследованных видов), а также лесостепной и горно-лесной группах (Беляева, 2020а, б; Прокопьев и др., 2020) (см. табл. 3). Наименее устойчивы степные и горно-степные виды: процент средне- и малоустойчивых многолетников в этих поясно-зональных группах составляет соответственно 29.2 и 28.6 %. В южнотаежной подзоне Среднего Урала также высоко перспективны лесные (boreальные и неморальные) виды, и виды, распространенные от boreальной до степной зоны (Васфилова, 2019). Но статистически достоверно уменьшается перспективность интродукции только у группы из 11 субтропических видов (в том числе у присутствующих и в тропическом поясе), по сравнению со всеми остальными группами. Это вполне объяснимо, поскольку субтропические виды вряд ли могут быть устойчивы в условиях Среднего Урала из-за сильного несоответствия природно-климатических условий. Эти виды характеризуются аре-

алами, наиболее удаленными от региона интродукции.

Таким образом, в подзоне южной тайги в целом наиболее успешно протекает интродукция лесных (boreальных и неморальных) видов (см. табл. 3).

2. Жизненные формы

Одним из ведущих факторов в процессе адаптации растений к новым условиям среды является принадлежность к той или иной жизненной форме (Головкин, 1973). Представляет интерес, какие именно жизненные формы более перспективны для интродукции в конкретные регионы с определенными природно-климатическими условиями. Выяснение вопроса: насколько велики приспособительные возможности той или иной жизненной формы, насколько она может соответствовать новым условиям среды обитания при интродукции растений – является важным для возможности интродукционного прогноза.

При анализе жизненных форм по системе К. Раункиера изучались хамефиты, гемикриптофиты и геофиты. Проведенное исследование показало, что наиболее перспективными в группе интродуцентов, общих для Екатеринбурга и Томска, являются гемикриптофиты, среди которых процент

высокоустойчивых видов намного выше, чем устойчивых (см. табл. 2). Среди жизненных форм, выделенных по системе И.Г. Серебрякова, очень высокая перспективность характерна для травянистых длиннокорневищных растений. Вероятно, это связано с высокой интенсивностью вегетативного размножения у видов данной группы, которое, как отмечал И.Г. Серебряков (1964), усиливается в условиях холодного климата, а также избыточного увлажнения. Немного менее устойчивы короткокорневищные растения (см. табл. 2).

По данным В.А. Морякиной с соавторами (2008а), Т.Н. Беляевой (2020а, б), в южнотаежной подзоне Западной Сибири наиболее перспективные для интродукции травянистые растения принадлежали к гемикриптофитам, а также корневищным и луковичным геофитам (по системе К. Раункиера) (см. табл. 3): доля высокоустойчивых видов в этих группах составляла соответственно 43.65 и 49.1 %. Заметно менее устойчивы хамефиты: доля высокоустойчивых видов в этой группе – 28.6 %. Анализ жизненных форменного комплекса видов в Томске по системе И.Г. Серебрякова (1962, 1964) показал, что наиболее перспективны для интродукции травянистые столообразующие, ползучие, длиннокорневищные растения (см. табл. 3). Высокоустойчивые многолетники преобладали в группах столообразующих (70.8 %), длиннокорневищных растений (53.2 %) и составили 44.6–45 % у короткокорневищных и кистекорневых многолетников. Наибольшее число мало- и среднеустойчивых видов выявлено у растений стержнекорневой и дерновинной биоморфы, кустарничков и полукустарничков (Беляева, 2020б).

При интродукции растений в южную тайгу Среднего Урала для всего массива видов выявлена значительно более высокая перспективность гемикриптофитов (Васфилова, 2018). Высокую успешность интродукции гемикриптофитов в достаточно суровых климатических условиях отмечали Б.Н. Головкин (1973) – для растений, переселенных в Хибины, Н.С. Данилова (1996) – для видов, интродуцированных в Якутию (в подзону средней тайги по классификации А.Г. Исаченко, А.А. Шляпникова (1989)). При анализе жизненных форм по системе И.Г. Серебрякова установлено, что самая высокая интродукционная перспективность на Среднем Урале характерна для травянистых длиннокорневищных растений, близки к ним растения с ползучей жизненной формой (см. табл. 3).

Приведенные результаты хорошо согласуются с данными, полученными для других подзон таежной зоны. Так, по данным Р.А. Карпинской (1985), в подзоне хвойно-широколиственных ле-

сов (в Главном ботаническом саду РАН), сравнение жизненных форм по классификации И.Г. Серебрякова показало, что очень перспективными являются травянистые длиннокорневищные, ползучие и клубневые виды, в меньшей степени – луковичные и кистекорневые (см. табл. 3); мало перспективны полукустарнички. По данным В.П. Мишурова с соавторами (1999), в условиях среднетаежной подзоны Республики Коми (Сыктывкар) перспективными для интродукции также являются травянистые корневищные растения.

В условиях Якутска (средняя тайга), по наблюдениям Н.С. Даниловой (1996) с использованием классификации К. Раункиера, наиболее успешно интродуцировались розеточные гемикриптофиты и луковичные геофиты (см. табл. 3).

В целом при интродукции растений в таежную зону, в частности, в условия подзоны южной тайги, наиболее перспективной жизненной формой по системе К. Раункиера оказались гемикриптофиты, заметно менее устойчивы хамефиты. Использование системы И.Г. Серебрякова показало, что высоко устойчивы травянистые растения с большой интенсивностью вегетативного размножения – длиннокорневищные, а также ползучие.

3. Характер сезонного развития и феноритмотипы

По мнению Т.В. Шулькиной (1987), ритм развития интродуцированного растения является главным критерием, определяющим результат его интродукции. Данные фенологических наблюдений в комплексе с другими характеристиками дают возможность объективно оценивать результаты интродукции конкретных видов.

При изучении группы видов, общих для Екатеринбурга и Томска, установлено, что наиболее успешно протекает интродукция видов с ранним началом вегетации (см. табл. 2).

Анализ полных массивов видов в обоих интродукционных пунктах также показал, что в подзоне южной тайги максимальное количество высокоустойчивых интродуцентов наблюдается среди видов, рано отрастающих, а также рано переходящих к цветению (см. табл. 3), по сравнению с видами, характеризующимися средними и поздними сроками весеннего отрастания и начала цветения (Васфилова, 2020; Беляева, 2020а, б). По нашим данным (Васфилова, 2020), влияние срока начала вегетации на результат интродукции видов является статистически достоверным. Максимальный процент высокоустойчивых видов среди рано отрастающих многолетников в условиях Томска, по данным Т.Н. Беляевой (2020б), составлял около 49 %, тогда как в группе средних и в группе позд-

них интродуцентов он равнялся соответственно 30 и 12.5 %.

Н.С. Данилова (1996) приводила данные о повышенном количестве высокоустойчивых и устойчивых видов среди растений, начинающих цвети в более ранние сроки, в условиях Якутска и отмечала, что раннее цветение является одной из адаптаций растений к экстремальным климатическим условиям (Данилова, 2010). По наблюдениям Р.А. Карпинской (1985), при интродукции в условия Москвы большинство очень перспективных и перспективных видов характеризуются ранним и средним отрастанием, а мало перспективные виды – поздним началом роста. Кроме того, наиболее перспективным видам свойственно и более продолжительное цветение (Васфилова, 2020). Такое ускорение темпов развития растений, сокращение префлорального периода, увеличение длительности цветения, вероятно, являются приспособлениями к более короткому вегетационному периоду в условиях интродукции.

Но взаимосвязь феноритмотипа с интродукционной перспективностью видов в подзоне южной тайги оказалась различной на Среднем Урале и юге Западной Сибири (см. табл. 2). На Среднем Урале при анализе как всего массива интродуцированных видов (Васфилова, 2020), так и группы общих с Томском видов (см. табл. 2), более высокой интродукционной перспективностью характеризовались длительно вегетирующие виды – с весенне-летне-зимнезеленым феноритмотипом (ВЛЗ3). У них наблюдалось более интенсивное семенное и вегетативное размножение, повышенная длительность цветения. Н.С. Данилова (1996) также упоминала о повышенной устойчивости длительно вегетирующих видов при интродукции в условиях Якутска и при этом отмечала, что данный феноритмотип особенно характерен для розеточных гемикриптофитов, т. е. для жизненной формы, наиболее перспективной для интродукции в данном пункте. Зимнезеленость может быть молодым прогрессивным признаком, возникающим вторично, как приспособление к жизни в условиях сурового климата с коротким вегетационным периодом, снежной и холодной зимой, и обеспечивает переживание неблагоприятного зимнего сезона (Серебрякова, 1976; Тюрина, 1978; и др.). Сохранение в зимний период в континентальном климате ассимиляционного аппарата позволяет растениям переходить к фотосинтезу весной в максимально короткие сроки (Голубев, 1965).

В южной тайге Западной Сибири анализ группы видов, общих с Екатеринбургом, также показал несколько более высокую перспективность видов с весенне-летне-зимнезеленым феноритмотипом

(см. табл. 2). Однако при изучении всего массива интродуцированных в Томске видов установлено, по данным Т.Н. Беляевой (2020б), что наиболее высокой устойчивостью обладали виды с весенне-летнезеленым (ВЛЗ) и весенне-летне-осеннезеленым (ВЛОЗ) феноритмотипами, а среди весенне-летне-зимнезеленых видов (ВЛЗ3) установлен наилучший процент средне- и малоустойчивых интродуцентов, которые составляют более 22 % от общего количества видов с данным феноритмотипом. Но при этом в группе весенне-летне-зимнезеленых растений значительное число видов происходило из Средиземноморья, Кавказа и Малой Азии, а это теплолюбивые растения, которые, как было показано выше, наименее перспективны для интродукции, по сравнению с другими хорологическими группами, в данном интродукционном пункте. Кроме того, в группе весенне-летне-зимнезеленых растений преобладали хамефиты (44 %), которые, как отмечалось выше, также характеризовались сниженней интродукционной перспективностью.

Возможно, специфика географического распространения видов оказывает на результат интродукции более выраженное влияние, чем принадлежность к определенному феноритмотипу. Б.Н. Головкин (1973) также отмечал более высокую значимость приуроченности видов к определенным ботанико-географическим зонам, т. е. особенностей их распространения, для успеха интродукции растений в условия Субарктики. По данным этого исследователя, вклад данного фактора в общую изменчивость, обусловленную совокупным действием всех возможных факторов, от которых зависел успех интродукции, составлял 14.3 %. Это значительно превышало вклад таких факторов, как вертикальная поясность в природном ареале (6.3 %), жизненная форма вида (3.0 %), отношение его к условиям увлажнения (2.9 %) и условиям освещенности (1.4 %).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучены травянистые растения, интродуцированные в Ботаническом саду УрО РАН в Екатеринбурге (группа лекарственных растений) и в Сибирском ботаническом саду в Томске (группа декоративных растений). Количество общих для обоих пунктов интродукции видов составляло 65 (11.4 %). В ходе работы изучены взаимосвязи биологических особенностей 65 видов, общих для обоих интродукционных пунктов, с результатами их интродукции, а также проанализированы итоги интродукции полных массивов данных для Екатеринбурга и Томска. Таким образом, проведен анализ как различных массивов видов с использованием разных методик оценки, так и видов, общих для этих ин-

тродукционных пунктов в южно-таежной подзоне с применением унифицированной методики. При этом выявленные закономерности оказались, в целом, близки, что позволяет предположить их достаточно высокую устойчивость и надежность выявления наиболее перспективных видов.

В ходе анализа выделены наиболее характерные биологические особенности видов, высоко перспективных для интродукции в подзону южной тайги. Это виды широкоареальные, а также распространенные на территории Европы (кроме Южной Европы) и в Северной Азии; лесные (boreальные и неморальные). Результат анализа жизненных форм интродуцентов показал, что наиболее перспективны гемикриптофиты (по классификации К. Раункиера), травянистые длиннокорневищные и ползучие растения (по классификации И.Г. Серебрякова), характеризующиеся высокой интенсивностью вегетативного размножения. Перспективны также виды с ранним началом вегетации и рано переходящие к цветению.

Близкие биологические особенности характерны для успешных интродуцентов и других пунктов интродукции в таежной зоне в целом: в Москве – в подзоне хвойно-широколиственных лесов (подтайге); в Якутске – в подзоне средней тайги.

Благодарности. Работа выполнена в рамках темы “Фенотипическое и генетическое разнообразие флоры и растительности Северной Евразии, изучение адаптации интродуцированных растений природной и культурной флоры, с учетом возможных рисков для экосистем”, № 1022040100468-6-1.6.11;1.6.20, и на базе УНУ “Коллекция растений открытого и закрытого грунта Ботанического сада УрО РАН”, рег. номер 673947.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

- Беляева Т.Н. 2020а.** Интродукция декоративных двудольных многолетних растений в южной тайге Западной Сибири. В: Ботанические сады как центры изучения и сохранения фиторазнообразия: Труды Международной научной конференции, посвященной 140-летию Сибирского ботанического сада Томского государственного университета. 15-18. DOI: 10.17223/978-5-94621-956-3-2020-4 [Belyaeva T.N. 2020. Introduction of ornamental dicotyledonous perennial plants in the southern taiga of Western Siberia. In: Botanical gardens as centers for the study and conservation of phytodiversity: Proceedings of the International Sci. Conf. dedicated to the 140th anniversary of the Siberian Botanical Garden of Tomsk State University. 15-18. (In Russian)].
- Беляева Т.Н. 2020б.** Биологические особенности декоративных двудольных многолетних растений при интродукции в условиях южной тайги Запад-

ной Сибири: Дис. ... д-ра биол. наук. Томск. 49 с. https://dissertations.tsu.ru/DegreeApplicationsFiles/application-5d81275a-820e-487a-a2c4-6b6e90e0e218/e48339e7-e0be-4f0c-a6ae-9039e2740bf0-%D0%91%D0%B5%D0%BB%D1%8F%D0%B5%D0%B2%D0%B0_%D0%A2.%D0%9D._%D0%94%D0%B8%D1%81%D1%81%D0%B5%D1%80%D1%82%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F.pdf [Belyaeva T.N. 2020b. Biological features of ornamental dicotyledonous perennial plants upon introduction in the southern taiga of Western Siberia. Diss. Dr. Sci. (Biol.). Tomsk. 49 p. (In Russian)].

Булах П.Е. 2010. Теория и методы прогнозирования в интродукции растений. Киев. 110 с. [Bulakh P.E. 2010. Theory and methods of forecasting during plant introductions. Kyiv. 110 p. (In Russian)].

Васфилова Е.С. 2018. Взаимосвязь жизненных форм растений с результатами их интродукции в новые условия среды. *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация.* 2:94-104. [Vasfilova E.S. 2018. Interrelation of life forms of plants with the results of their introduction to new environmental conditions. *Vestnik Voronezhskogo Gosudarstvennogo Universiteta. Seriya: Khimiya. Biologiya. Farmatsiya = Proceedings of Voronezh State University. Series: Chemistry. Biology. Pharmacy.* 2:94-104. (In Russian)].

Васфилова Е.С. 2019. Влияние особенностей географического распространения видов травянистых растений на перспективность их интродукции. *Растительный мир Азиатской России.* 1(33): 91-100. DOI: 10.21782/RMAR1995-2449-2019-1(91-100) [Vasfilova E.S. 2019. The influence of the geographical distribution of herbaceous plants species on the prospectivity of their introduction. *Rastitel'nyj Mir Aziatskoj Rossii = Flora and Vegetation of Asian Russia.* 1(33):91-100. (In Russian)].

Васфилова Е.С. 2020. Взаимосвязь особенностей сезонного развития растений с результатами их интродукции в условиях Среднего Урала. *Растительный мир Азиатской России.* 2(38):48-55. DOI: 10.21782/RMAR1995-2449-2020-2(48-55) [Vasfilova E.S. 2020. The relationship of the features of the seasonal plants development with the results of their introduction in the conditions of the Middle Urals. *Rastitel'nyj Mir Aziatskoj Rossii = Flora and Vegetation of Asian Russia.* 2(38):48-55. (In Russian)].

Головкин Б.Н. 1973. Переселение травянистых многолетников на Полярный Север. Л. 268 с. [Bulakh P.E. 2010. Relocation of herbaceous perennials to the Polar North. Leningrad. 268 p. (In Russian)].

Голубев В.Н. 1965. Эколого-биологические особенности травянистых растений и растительных сообществ лесостепи. М. 298 с. [Golubev V.N. 1965. Ecological and biological features of herbaceous plants and plant communities of the forest-steppe. Moscow. 298 p. (In Russian)].

- Данилова Н.С.** 1996. Биологическое разнообразие флоры Якутии – источник интродукции: Автограф. дис. ... д-ра биол. наук. М. 35 с. [Danilova N.S. 1996. Biological diversity of the flora of Yakutia – a source of introduction. Abstract of Diss. Dr. Sci. Moscow. 35 p. (In Russian)].
- Данилова Н.С.** 2010. Интродукция травянистых розоцветных бассейна Средней Лены. *Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова*. 7(4):5-10. [Danilova N.S. 1996. Introduction of herbaceous Rosaceae of the Middle Lena basin. *Vestnik Severo-Vostochnogo Federal'nogo Universiteta im. M.K. Ammosova = Bulletin of the North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosova*. 7(4):5-10. (In Russian)].
- Исаченко А.Г., Шляпников А.А.** 1989. Природа мира: Ландшафты. М. 504 с. [Isachenko A.G., Shlyapnikov A.A. 1989. Nature of the world: Landscapes. Moscow. 504 p. (In Russian)].
- Карпisonова Р.А.** 1985. Травянистые растения широколиственных лесов СССР: Эколого-флористическая и интродукционная характеристика. М. 206 с. [Karpisonova R.A. 1985. Herbaceous plants of broad-leaved forests of the USSR: Ecological-floristic and introduction characteristic. Moscow. 206 p. (In Russian)].
- Карпун Ю.Н.** 2004. Основы интродукции растений. *Hortus botanicus*. 2:17-32. [Karpun Yu.N. 2004. Basics of plant introduction. *Hortus Botanicus = Botanical Garden*. 2:17-32. (In Russian)].
- Коровин С.Е., Демидов А.С.** 1981. Интродукционный прогноз и его методические аспекты. *Журнал общей биологии*. 42(5):673-679. [Korovin S.E., Demidov A.S. 1981. Introduction forecast and its methodological aspects. *Zhurnal Obshchej Biologii = Journal of General Biology*. 42(5):673-679. (In Russian)].
- Культиасов М.В.** 1963. Экологические основы интродукции растений природной флоры. *Труды Главного Ботанического сада*. 9:3-37. [Kul'tiasov M.V. 1963. Ecological basis for the introduction of plants of natural flora. *Trudy Glavnogo Botanicheskogo Sada = Proceedings of the Main Botanical Garden*. 9:3-37. (In Russian)].
- Малышев Л.И., Пешкова Г.А.** 1984. Особенности и генезис флоры Сибири (Предбайкалье и Забайкалье). Новосибирск. 265 с. [Malyshev L.I., Peshkova G.A. 1984. Features and genesis of the flora of Siberia (Pre-Baikalia and Transbaikalia). Novosibirsk. 265 p. (In Russian)].
- Мишуро В.П., Волкова Г.А., Портнягина Н.В.** 1999. Интродукция полезных растений в подзоне средней тайги Республики Коми. Т. 1. СПб. 216 с. [Mishurov V.P., Volkova G.A., Portnyagina N.V. 1999. Introduction of useful plants in the middle taiga sub-zone of the Komi Republic. Vol. 1. St. Petersburg. 216 p. (In Russian)].
- Морякина В.А., Беляева Т.Н., Баранова А.Л., Прокопьев А.С.** 2008а. Интродукция декоративных видов растений из различных флористических областей Земного шара в лесной зоне Западной Сибири. *Вестник Томского государственного университета*. 310:184-187. [Moryakina V.A., Belyaeva T.N., Baranova A.L., Prokop'ev A.S. 2008a. Introduction of ornamental plant species from various floristic regions of the globe into the forest zone of Western Siberia. *Vestnik Tomskogo Gosudarstvennogo Universiteta = Tomsk State University Journal*. 310:184-187. (In Russian)].
- Морякина В.А., Свиридова Т.П., Беляева Т.Н., Степанюк Г.Я., Амельченко В.П., Зиннер Н.С.** 2008б. Сохранение биоразнообразия растений мировой флоры в Сибирском ботаническом саду Томского госуниверситета. *Информационный вестник ВОГиС*. 12(4):555-563. [Moryakina V.A., Sviridova T.P., Belyaeva T.N., Stepanyuk G.YA., Amel'chenko V.P., Zinner N.S. 2008b. Conservation of plant biodiversity of the world flora in the Siberian Botanical Garden of Tomsk State University. *Informatsionnyj Vestnik VOGiS = Information Bulletin of VOGiS*. 12(4):555-563. (In Russian)].
- Прокопьев А.С., Чернова О.Д., Беляева Т.Н., Катаева Т.Н.** 2020. Редкие растения Сибири в культуре: видовое разнообразие, интродукционная оценка. *Растительные ресурсы*. 56(4):291-313. DOI: 10.31857/S003399462004007X [Prokop'ev A.S., Chernova O.D., Belyaeva T.N., Kataeva T.N. 2020. Rare plants of Siberia in culture: species diversity, introduction assessment. *Rastitel'nye Resursy = Plant Resources*. 56(4):291-313. (In Russian)].
- Ревушкин А.С.** 1988. Высокогорная флора Алтая. Томск. 320 с. [Revushkin A.S. 1988. High mountain flora of Altai. Tomsk. 320 p.] (In Russian)].
- Семенова Г.П.** 2001. Интродукция редких и исчезающих растений Сибири. Новосибирск. 142 с. [Semenova G.P. 2001. Introduction of rare and endangered plants of Siberia. Novosibirsk. 142 p. (In Russian)].
- Сидорович Е.А., Лунина Н.М.** 1992. Интродукция травянистых многолетников в Беларусь. Минск. 136 с. [Sidorovich E.A., Lunina N.M. 1992. Introduction of herbaceous perennials in Belarus. Minsk. 136 p. (In Russian)].
- Серебряков И.Г.** 1962. Экологическая морфология растений. М. 378 с. [Serebryakov I.G. 1962. Ecological plant morphology. Moscow. 378 p. (In Russian)].
- Серебряков И.Г.** 1964. Жизненные формы высших растений и их изучение. В: Полевая геоботаника. Под ред. Е.М. Лавренко, А.А. Корчагина. М.; Л. 3:146-205. [Serebryakov I.G. 1964. Life forms of higher plants and their study. In: E.M. Lavrenko, A.A. Korchagin (Eds.). Field geobotany. Moscow; Leningrad. 3:146-205. (In Russian)].
- Серебрякова Т.И.** 1976. Некоторые итоги ритмологических исследований в разных ботанико-географических зонах СССР. В: Проблемы экологической морфологии растений. М. 216-239. [Serebryakova T.I. 1976. Some results of rhythmological

- studies in different botanical and geographical zones of the USSR. In: Problems of ecological morphology of plants. Moscow. 216-239. (In Russian)].
- Трулевич Н.В. 1991.** Эколого-фитоценотические основы интродукции растений. М. 216 с. [Trulevich N.V. 1991. Ecological and phytocenotic basis of plant introduction. Moscow. 216 p. (In Russian)].
- Тюрина Е.В. 1978.** Интродукция зонтичных в Сибири. Новосибирск. 240 с. [Tyurina E.V. 1978. Introduction of Umbelliferae in Siberia. Novosibirsk. 240 p. (In Russian)].
- Цицилин А.Н., Ковалев Н.И. 2021.** Лекарственное растениеводство России в XXI веке (вызовы и перспективы развития). *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии.* 1:42-54. DOI: 10.26897/0021-342X-2021-1-42-54 [TSitsilin A.N., Kovalev N.I. 2021. Medicinal plant production in Russia in the 21st century (challenges and development prospects). *Izvestiya Timiryazevskoj Sel'skokhozyajstvennoj Akademii = Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy (TAA).* 1:42-54. (In Russian)].
- Шулькина Т.В. 1987.** О значении признаков жизненной формы в прогнозировании результатов интродукции травянистых растений. *Бюллетень Главного Ботанического сада.* 145:3-8. [Shul'kina T.V. 1987. On the importance of life form traits in predicting the results of the introduction of herbaceous plants. *Byulleten' Glavnogo Botanicheskogo Sada = Bulletin of the Main Botanical Garden.* 145:3-8. (In Russian)].

ANALYSIS OF THE BIOLOGICAL FEATURES OF HERBACEOUS PLANTS, PROSPECTIVE FOR INTRODUCTION INTO THE SOUTHERN TAIGA SUBZONE

Evgeniya S. Vasfilova

Institute Botanic Garden, UrB RAS, 620144, Yekaterinburg, 8th Marth str., 202a, Russia; euvas@mail.ru

The success of plant introduction (transfer to new environmental conditions) is largely determined by their various biological features. This article analyzes the results of the introduction of several hundred species of herbaceous plants into the southern taiga of the Middle Urals (Ekaterinburg) and Western Siberia (Tomsk), as well as into some other introduction points of the taiga zone. The influence of the specificity of geographical distribution of species (chorological and zonal groups), their life forms, the pattern of seasonal development and phenorhythmotypes on the success of introduction was studied. General biological features of the species have been identified that contribute to their successful introduction into the southern taiga subzone, which suggests the stability and reliability of the established patterns. It has been shown that species distributed throughout Europe (except Southern Europe) and in Northern Asia are promising for introduction into these conditions. The introduction of forest (boreal and nemoral) species is proceeding successfully. The result of the analysis of the life forms of introduced species showed that hemicryptophytes are the most promising (according to the classification of K. Raunkier), herbaceous long-rhizome and creeping plants (according to the classification of I.G. Serebryakov) characterized by a high intensity of vegetative propagation. Species that regrowth early and begin flowering early during the growing season are also promising.

The least successful introduction into the southern taiga is typical for Mediterranean and South-West Asian species, as well as for those distributed in the subtropical zone. Species with the life form of chameophytes (according to the classification of K. Raunkier) and subshrubs (according to the classification of I.G. Serebryakov) are of little prospectivity, as well as species characterized by late times of spring regrowth and the beginning of flowering.

Key words: *plant introduction, southern taiga, geographical distribution, life form, seasonal development, Middle Urals, Western Siberia.*

For citation: Vasfilova E.S. 2024. Analysis of the biological features of herbaceous plants, prospective for introduction into the southern taiga subzone. *Rastitel'nyj Mir Aziatskoj Rossii = Flora and Vegetation of Asian Russia.* 17(2):109-119. DOI: 10.15372/RMAR20240202

Acknowledgments. *The work was carried out within the framework of the topic "Phenotypic and genetic diversity of flora and vegetation of Northern Eurasia, studying the adaptation of introduced plants of natural and cultural flora, taking into account possible risks for ecosystems", No. 1022040100468-6-1.6.11;1.6.20, and on the basis UNI "Collection of open and closed ground plants of the Botanical Garden of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences", reg. number 673947.*

ORCID ID

E.S. Vasfilova 0000-0001-5892-2292

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The author declare no conflict of interest.

Поступила в редакцию / Received by the editors 21.12.2023

Принята к публикации / Accepted for publication 05.02.2024