

## Обсуждение результатов первичной интродукции редких и исчезающих видов растений Восточного Казахстана в Алтайском ботаническом саду

### Discussion of the results of the primary introduction of rare and endangered plant species of East Kazakhstan in the Altai Botanical Garden

Данилова А. Н., Котухов Ю. А., Ануфриева О. А.

Danilova A. N., Kotukhov Yu. A., Anufrieva O. A.

Алтайский ботанический сад, г. Риддер, Казахстан. E-mails: a-n-danilova@yandex.ru, altai\_bs@mail.ru  
Altai botanical garden, Ridder, Kazakhstan

**Реферат.** По результатам первичной интродукции на основании показателей адаптивности в условиях культуры редкие и исчезающие виды флоры Восточного Казахстана ранжированы по трем категориям, предложенным К. А. Соболевской. В 1-ю категорию включены 45 видов редких и исчезающих растений, которые положительно реагировали на условия культуры. Во вторую категорию отнесены 16 видов, давшие противоречивые результаты интродукции из-за недостаточной изученности. Третья категория – 9 узкоспециализированных видов, давших отрицательный результат при интродукции, которые могут сохраняться только в природных местах обитания. При изучении адаптационного потенциала в культуре у двух редких видов орхидей – *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soo и *Dactylorhiza maculata* (L.) Soo, привлеченных в первичную интродукцию с Калбинского Алтая, по результатам фенологических наблюдений выявлена нестабильность в сезонных ритмах развития видов, связанная с погодными условиями периода вегетации 2021 г. При сопоставлении морфометрических показателей у образцов *D. incarnata* и *D. maculata* в природных ценопопуляциях и при интродукции за 2019–2020 гг. различия не установлены.

**Ключевые слова.** Адаптация, биометрия, вид, интродукция, Калбинский Алтай, образец, фенология, ценопопуляция.

**Summary.** According to the results of the primary introduction, based on the study of adaptability indicators in cultural conditions, the studied rare and endangered species of the flora of East Kazakhstan are ranked according to three categories proposed by K. A. Sobolevskaya. The 1<sup>st</sup> category includes 45 species of rare and endangered plants that reacted positively to the conditions of culture. The second category includes 16 species that gave contradictory results of introduction due to insufficient knowledge. The third category consists of 9 highly specialized species that have given a negative result during introduction, which can be preserved only in natural habitats. When studying the adaptive potential in culture of two rare species of orchids – *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soo and *Dactylorhiza maculata* (L.) Soo, attracted to the primary introduction from the Kalbinsky Altai, according to the results of phenological observations, instability in the seasonal rhythms of species development associated with the weather conditions of the growing season of 2021 was revealed. When comparing morphometric indicators of *D. incarnata* and *D. maculata* samples in natural cenopopulations and during introduction for 2019–2020, no differences were established.

**Key words.** Adaptation, biometrics, coenopopulation, Kalbinsky Altai, introduction, phenology, sample, species.

При быстро усиливающемся прессе обеспечить охрану биоресурсов в природных условиях стало нереальной задачей (Виноградова, 2005). В связи с этим одним из основных способов сохранения редких видов растений является их интродукция в ботанических садах (Международная программа ботанических ..., 2000). Создание коллекций редких, эндемичных и реликтовых видов позволяет сформировать генофонд в культуре, оценить их эколого-биологические особенности, разработать способы выращивания и размножения.

Ведущей организацией в Восточном Казахстане, где проводятся комплексные интродукционные исследования редких и исчезающих видов растений, является Алтайский ботанический сад. Климат региона, где расположен Алтайский ботанический сад, резко континентальный, характеризуется холод-

ной продолжительной зимой, жарким летом, резкими колебаниями температуры воздуха и влажности в течение суток, сезона, года. По данным Риддерской метеостанции среднегодовая температура воздуха составляет 1,8 °С при абсолютном максимуме +41,5 °С и минимуме –46,7 °С. Безморозный период – 51–139 дней. Среднегодовое количество осадков колеблется от 432 до 937 мм с летним максимумом. Снеговой покров устойчивый, сходит во второй половине апреля. Полное оттаивание почвы на глубине 10–12 см в среднем по показателю отмечается с конца апреля – начала мая (Данилова и др., 2021).

Интродукцией редких и исчезающих растений научные сотрудники сада занимаются свыше 45 лет. В экспозиции природной флоры изучаются онтогенез, феноритмы, плодоношение, дается оценка успешности интродукции. При интродукционном эксперименте учитывается два основных критерия: параллельность и успешность. В первом случае в интродукции создаются фитоценоотические комплексы за счет привлечения образцов одного вида из разных эколого-географических местонахождений; во втором – на одних и тех же видах дается оценка успешности интродукции.

В связи с этим цель нашего исследования состояла в ранжировании по степени адаптации на условия культуры редких и исчезающих видов растений Восточного Казахстана по результатам первичной интродукции в Алтайском ботаническом саду, а также в изучении адаптационного потенциала в культуре двух редких видов орхидей – *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soo и *Dactylorhiza maculata* (L.) Soo, привлеченных в первичную интродукцию с Калбинского Алтая.

По результатам многолетних исследований по степени реакции и адаптации на условия культуры интродуцируемые редкие и исчезающие виды растений в Алтайском ботаническом саду, прошедшие опыт первичной интродукции, сгруппированы по трем категориям, предложенным К. А. Соболевской (1984).

**Категория 1.** Виды, успешно прошедшие опыт первичной интродукции: *Alfredia cernua* (L.) Cass., *Allium altaicum* Pall., *Allium microdictyon* Prokh., *Allium ledebourianum* Schult. et Schult., *Allium hymenorhizum* Ledeb., *Amygdalus ledebouriana* Schlecht., *Anemonoides altaica* (C. A. Mey.) Holub., *Betula microphylla* Bunge, *Brunnera sibirica* Stev., *Campanula latifolia* L., *Campanula trachelium* L., *Cypripedium macranthon* Sw., *Corydalis bracteata* (Steph.) Pers., *Dactylorchiza longifolia* (L. Neum.) Aver., *D. majalis* (Reichenb.) P. F., *Daphne altaica* Pall., *Dryopteris carthusiana* Fomin, *Dryopteris dilatata* (Hoffm.) A. Gray, *Dryopteris filix-max* (L.) Schott, *Erythronium sibiricum* (Fisch. ex C. A. Mey.) Kryl., *Fritillaria meleagroides* Patrin ex Schult., *Fritillariameleagris* L., *Gymnadenia conopsea* (L.) R. Br., *Iris bloudowii* Ledeb., *Iris ludwigii* Maxim., *Ixiolirion tataricum* (Pall.) Schult., *Leontopodium fedschenkoanum* Beauverd, *Lilium martagon* L., *Ophioglossum vulgatum* L., *Orchis militaris* L., *Paeonia anomala* L., *Paeonia intermedia* C. A. Mey., *Pyrethrum kellerii* (Kryl. et Plotn.) Krasch., *Rheum altaicum* Losinsk., *Rheum compactum* L., *Rhodiola rosea* L., *Stemmacantha carthamoides* (Willd.) M. Dittrich, *Tulipa altaica* Pall. ex Spreng., *Dactylorchiza incarnata* (L.) Soo, *Paeonia hybrida* Pall., *Sibirea laevigata* (L.) Maxim. Всего 45 видов.

**Категория 2.** Виды, давшие противоречивые результаты интродукции: *Actaea spicata* L., *Adonis sibirica* Patrin ex Ledeb., *Adonis wogensis* Stev., *Allium galanthum* Kar. et Kir., *Allium robustum* *Artemisia kotuchovii* Kupr., *Hedysarum austrosibiricum* B. Fedtsch., *Hemerocallis minor* Mill., *Iris scariosa* Willd. ex Link, *Mertensia popovii* Rubtz., *Paris quadrifolia* L., *Polystichum braunii* (Spenn.) Fee, *Polystichum lonchitis* (L.) Roth., *Rhodiola algida* (Ledeb.) Fisch. et C. A. Mey., *T. heteropetala* (Regel.) Baker, *Stipa pennata* L., *Tulipa uniflora* (L.) Bess. ex Baker. Всего 14 видов.

**Категория 3.** Виды, давшие отрицательный результат при интродукции: *Allium mongolicum* Regel., *Allium polyrhizum* Turcz. ex Regel., *Allium caespitosum* Siev. ex Bong., *Echinops saissanicus* (B. Keller) Bobr., *Neottia camtschatea* (L.) Reichenb., *Epipactis helleborine* (L.) Crantz, *Goodyera repens* (L.) R. Br., *Trollius lilacinus* Bunge, *Stemmacantha cerratuloides* (Georgi) Bobr.

Таким образом, 45 видов положительно реагировали на условия культуры; 16 видов еще недостаточно изучены, в культуре они дали противоречивые результаты; 9 узкоспециализированных видов могут сохраняться только в природных местах обитания.

В настоящее время первичную интродукцию в экспозиции природной флоры проходят 2 редких вида орхидей – *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soo (3 образца) и *Dactylorhiza maculata* (L.) Soo (1 образец), привлеченные с Калбинского Алтая в 2018 г. Учитывая особенности биологии видов, такие как микосимбиотрофизм и длительный период онтогенеза, растения из природных популяций привлечены живыми растениями (Вахрамеева и др., 2014). Для лучшей сохранности посадочного материала при транспортировке особи отбирались в природе с блоком дерна и высаживались в грунт с комом для сохранности микоризы. Для посадки образцов выбраны открытые участки при полной освещенности в течение всего светового дня и с умеренным увлажнением почвы. На обоих участках почвы слабокис-

лые, рН = 5,9. Полив высаженных экземпляров проводился обильно ежедневно в течение 10 дней. При таких агротехнических мероприятиях приживаемость растений всех образцов составила 98 %.

В ходе экспедиционных выездов в 2018 г. отбор образцов *D. incarnata* в природе Калбинского Алтая проведен из следующих исходных точек местообитания.

1. Ценопопуляция вейниково-осокового фитоценоза, 49°25'55" с. ш., 82°36'55" в. д., 782 м над ур. м., выделена в юго-западной части гор Коктау. Вид занимает заливные луга, размещен небольшими группами по долине ручья Талдыбулак, в районе озера Торткара. Рельеф преимущественно выровнен, представляет собой небольшое межхолмовое понижение. Почвенный грунт увлажненный, освещенность участка полная в течение всего светового дня.

2. Ценопопуляция разнотравно-злакового фитоценоза, 49°30'01" с. ш., 82°37'03" в. д., 860 м над ур. м., выявлена и обследована в верхнем пределе юго-восточного склона гор Коктау в урочище Талды. Почвы горно-луговые, увлажненные. Почвенный субстрат представлен горным черноземом; освещенность участка полная в течение всего светового дня.

3. Ценопопуляция осоково-кровохлебкового фитоценоза, 49°25'52" с. ш., 82°36'49" в. д., 791 м над ур. м. Расположена в юго-западной окраине Сибинской впадины гор Коктау. Вид занимает открытые заливные разнотравные луга, продуваемые ветрами. Рельеф участка преимущественно выровненный, без резких понижений. Почвы увлажненные, луговые, хорошо гумусированные; освещенность участка полная в течение всего светового дня.

Образец *Dactylorhiza maculata* привлечен в интродукцию из осоково-хвощевого фитоценоза, 49°21'59" с. ш., 83°05'23" в. д., 1090 м над ур. м., окр. с. Верхние Таинты, дол. р. Желдорак, ур. Сырки. Почвы увлажненные, луговые, хорошо гумусированные; освещенность участка рассеянная из-за одиночно растущих кустов ив.

На первом этапе интродукционного эксперимента для выявления адаптационного потенциала к новым экологическим условиям актуальным является изучение ритма сезонного развития. Ежегодно проводимая весенняя инвентаризация генофонда растений в экспозиции природной флоры после перезимовок выявила сохранность высаженных орхидей на делянках на уровне 85 %. Основной причиной выпада явились мышевидные грызуны, уничтожившие подземные органы.

Таблица

Биометрические показатели образцов *Dactylorhiza incarnata* и *Dactylorhiza maculata* на первом этапе интродукции в Алтайском ботаническом саду

| Показатели                      | Ценопопуляция <i>Dactylorhiza incarnata</i>  |  |  | Ценопопуляция <i>Dactylorhiza maculata</i>  |
|---------------------------------|--|--|--|---|
|                                 | вейниково-осокового фитоценоза, 49°25'55" с. ш., 82°36'55" в. д., 782 м над ур. м. | разнотравно-злакового фитоценоза, 49°30'01" с. ш., 82°37'03" в. д., 860 м над ур. м. | осоково-кровохлебкового фитоценоза, 49°25'52" с. ш., 82°36'49" в. д., 791 м над ур. м. | осоково-хвощевого фитоценоза, 49°21'59" с. ш., 83°05'23" в. д., 1090 м над ур. м. |
| Высота генеративного побега, см | 32,0 ± 6,1   | 46,5 ± 7,1   | 63,4 ± 6,3   | 37,7 ± 1,7  |
| Длина прикорневого листа, см    | 11,7 ± 4,5   | 11,7 ± 4,5   | 8,7 ± 3,4  | 9,4 ± 4,5   |
| Ширина прикорневого листа       | 1,7 ± 0,6  | 1,7 ± 0,6  | 2,3 ± 0,7  | 2,1 ± 0,4   |
| Длина стеблевого листа, см      | 15,4 ± 0,8   | 15,8 ± 0,8   | 17,3 ± 3,4   | 16,2 ± 1,8  |
| Ширина стеблевого листа, см     | 1,9 ± 0,3  | 1,9 ± 0,2  | 2,5 ± 0,7  | 1,9 ± 0,3   |
| Высота соцветия, см             | 9,2 ± 1,7  | 10,5 ± 2,2   | 14,3 ± 4,0   | 6,5 ± 0,8   |
| Ширина соцветия, см             | 2,9 ± 0,2  | 2,9 ± 0,2  | 3,0 ± 0,5  | 2,8 ± 0,3   |
| Число цветков в соцветии, шт.   | 20,7 ± 3,9   | 18,2 ± 1,4   | 26,0 ± 4,0   | 19,3 ± 1,8  |
| Число листьев на стебле, шт.    | 5,33 ± 1,7   | 5,33 ± 1,0   | 6,5 ± 1,2  | 4,5 ± 0,1   |
| Плодообразование, %             | 14,0   | 10,6   | 12,4   | 11,7  |

Фенологические наблюдения в течение 2019–2021 гг. показали, что все 3 образца *Dactylorhiza incarnata* отрастать начинали в первой декаде мая при среднесуточной температуре 5,7 °С. Начало ве-

гетация *Dactylorhiza maculata* отмечено позднее – во второй декаде мая при среднесуточной температуре 12,0 °С. В 2019–2020 гг. цветение обоих видов началось в середине июня и продолжалось в течение 14 дней. Все интродуцированные образцы цветение завершили плодоношением, семена созрели в первых числах сентября. Вегетация закончилась естественно в конце сентября. Вторичный рост не отмечен.

В 2021 г. климатические условия в третьей декаде мая – первой половине июня характеризовались более высокими температурами по сравнению 2019–2020 гг. и небольшим количеством выпавших осадков, что обусловило сильную засуху и отрицательно сказалось на сезонном развитии образцов обоих видов. В фазу цветения вступили единичные особи в первых числах июня, продолжительность которой составила 7 дней. Затем цветки засохли, не сформировав плоды. Вегетация закончилась естественно в конце второй декады июля. Вторичный рост не отмечен. Применение искусственных поливов в июне не оказало положительного эффекта.

Одним из показателей реакции растений на новые эдафо-климатические условия являются биометрические показатели интродуцентов. Из-за того, что в 2021 г. образцы, отреагировавшие на погодноклиматические условия в период вегетации сокращением продолжительности фаз сезонного развития, единичным цветением, отсутствием плодоношения и ранним завершением вегетационного периода, биометрические параметры не определялись. Морфологические показатели приведены в таблице на основании замеров за 2019–2020 гг.

В наших исследованиях в условиях культуры средняя высота генеративного побега у образцов *D. incarnata* составляла в зависимости от происхождения от 32,0 до 63,4 см, длина прикорневых листьев – от 8,7 до 11,7 см, ширина – от 1,7 до 2,3, высота соцветия – от 9,2 до 14,3 см, число цветков в соцветии – от 18,2 до 26,0 шт. При изучении в ценопопуляциях, откуда были изъяты образцы для интродукции в 2018 г., эти показатели варьировали практически на этих же уровнях. Такая же закономерность прослежена и для образца *D. maculata*. По сравнению с природными показателями в культуре зафиксировано незначительное снижение плодообразования. В культуре этот показатель составил у *D. incarnata* на уровне 10,6–14,0 %, в природе, в среднем, 18,7 %; у *D. maculata* 11,7 % и 15,3 % соответственно.

Таким образом, на основании сопоставления морфометрических показателей у образцов *D. incarnata* и *D. maculata* в природных ценопопуляциях и при интродукции за 2019–2020 гг. различия не установлены. По результатам фенологических наблюдений выявлена нестабильность в сезонных ритмах развития при интродукции у образцов обоих видов, связанная с погодными условиями периода вегетации 2021 г. Из-за непродолжительного периода наблюдений за образцами *D. incarnata* и *D. maculata*, привлеченными в культуру в 2018 г., полученные результаты не позволяют определить категорию успешности их интродукции. Работа нуждается в продолжении, при этом некоторые биоэкологические вопросы могут быть решены при изучении родового комплекса рода *Dactylorhiza*. В связи с этим нами начата первичная интродукция с 2020 г. *D. longifolia* (L. Neum.) Aver, *D. fuchsii* (Druce) Soo, *D. umbrosa* (Kar. et Kir.) Nevski, *D. salina* (Turz. ex Lindl.) Soo.

**Благодарности.** Статья подготовлена в рамках научно-технической программы «Разработка научно-практических основ и инновационных подходов интродукции растений в природных зонах Западного и Восточного Казахстана для рационального и эффективного использования» Министерства образования и науки Республики Казахстан (2021–2022) гг.

#### ЛИТЕРАТУРА

**Вахрамеева М. Г., Варлыгина Т. И., Татаренко И. Ф.** Орхидные России (биология, экология, охрана). – М.: Т-во науч. изд. КМК, 2014. – 437 с.

**Виноградова Ю. К.** Принципы сохранения биоресурсов ex-situ // Ботанические сады, как центр сохранения биоразнообразия: Материалы междунар. конф. – М., 2005. – С. 91–94

**Данилова А. Н., Сумбембаев А. А., Котухов Ю. А.** Адаптационная оценка *Cypripedium macranthon* Sw. в Алтайском ботаническом саду // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии, 2021. – Т. 20, № 1. – С. 151–155. DOI: 10.14258/pbssm.2021028

*Международная программа ботанических садов по охране растений.* – М., 2000. – С. 26–29

**Соболевская К. А.** Исчезающие растения Сибири в интродукции. – Новосибирск: Изд-во «Наука», Сибирское отделение, 1984. – 222 с.