

**Адаптационная оценка *Cypripedium macranthum* Sw.
в Алтайском ботаническом саду**

**Adaptive assessment of *Cypripedium macranthum* Sw.
in the Altai botanical garden**

Данилова А. Н.¹, Сумбембаев А. А.^{1,2}, Котухов Ю. А.¹

Danilova A. N.¹, Sumbembaev A. A.^{1,2}, Kotukhov Yu. A.¹

¹Алтайский ботанический сад, г. Риддер, Казахстан. E-mail: a-n-danilova@yandex.ru

¹Altai botanical garden, Ridder, Kazakhstan

²Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан. E-mail: aydars@list.ru

²al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

Реферат. Дана адаптационная оценка 3 образцам *Cypripedium macranthum*, привлеченным в интродукцию из разных эколого-фитоценологических условий произрастания для формирования культивируемой популяции вида в Алтайском ботаническом саду. По результатам фенонаблюдений и биометрических показателей образцы *Cypripedium macranthum*, привлеченные в интродукцию из молодых березовых сообществ с территории Южного Алтая с порогом вертикального распространения от 415 до 1057 м над ур. м., устойчивы в культуре, проходят полный цикл сезонного развития. Однако из-за отсутствия самосева преждевременно говорить об успешности создания культивируемой популяции *Cypripedium macranthum*.

Ключевые слова. Агротехнические мероприятия, биометрические показатели, орхидные, фенология, фенофаза, ценопопуляция, *Cypripedium macranthum* Sw.

Summary. An adaptive assessment was given to 3 samples of *Cypripedium macranthum* attracted to the introduction from different ecological and phytocenotic growing conditions for the formation of a cultigenic population of the species in the Altai Botanical garden. According to the results of phenon observations and biometric indicators, *Cypripedium macranthum* samples were attracted to the introduction from young birch communities from the territory of the Southern Altai with a vertical distribution threshold from 415 to 1057 m above the sea level. They are stable in culture and undergo a full cycle of seasonal development. However, due to the lack of self-seeding, it is premature to talk about the success of creating a cultigenic population of *Cypripedium macranthum*.

Key words. Agrotechnical measures, biometric indicators, cenopopulation, *Cypripedium macranthum* Sw., Orchids, phenophase, phenology.

Орхидные – одно из наиболее крупных и разнообразных, но также наиболее быстро исчезающих семейств цветковых растений на Земле. Это семейство целиком включено в первый и второй списки «Конвенции о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения, или CITES»; кроме того, 1779 видов орхидей вошли в Красную книгу Международного союза охраны природы или МСОП (Вахрамеева и др., 2014).

Важным направлением исследований, связанным с проблемой сохранения биоразнообразия дикорастущих орхидных, следует считать разработку методов их культивирования. Эта работа активно проводится в странах дальнего и ближнего зарубежья (Гапоненко, Гнатюк, 2011; Каримов и др., 2017; Balao et al., 2017; Naczka et al., 2018). Между тем возможности адаптации представителей семейства Orchidaceae к новым условиям произрастания ограничены из-за относительной консервативности их структурно-морфологической организации (Лебедев, Наумцев, 2015).

В Казахстане одним из центров исследований наземных орхидей природной флоры Казахстанского Алтая, их культивирования и сохранения *exsitu* является Алтайский ботанический сад.

По данным Ю. А. Котухова (2005), в пределах Казахстанского Алтая произрастает 23 вида из 15 родов сем. Orchidaceae, что составляет 85,2 % орхидных Казахстана; поэтому его можно считать регионом с наиболее богатой орхидной флорой республики. Учитывая тот факт, что 8 видов орхидей, произрастающих в регионе, занесены в Красную книгу Казахстана (2014), культивирование орхидей Казахстанского Алтая в Алтайском ботаническом саду актуально и направлено на сохранение их видового разнообразия, разработку агротехники выращивания.

Цель исследования заключалась в изучении адаптационных особенностей образцов *Cypripedium macranthum* Sw. при создании культивируемой популяции в Алтайском ботаническом саду.

Изучение адаптационных особенностей редких видов растений в интродукции для их сохранения в садах, как отмечает А. К. Скворцов (2005), должна базироваться в первую очередь на основе внутривидовой изменчивости растений. При этом сам А. К. Скворцов (2005) отмечает, что для каких бы целей не осуществлялась интродукция растений, ее первой задачей будет подбор растений, потенциально устойчивых в пункте осуществления интродукции с максимально возможным разнообразием индивидуальных генотипов.

В Алтайском ботаническом саду начиная с 2012 г. проводятся работы по изучению адаптационных показателей особей *Cypripedium macranthum*, привлеченных в интродукцию из разных местообитаний для создания устойчивой интродукционной популяции.

Климат региона, где расположен Алтайский ботанический сад, резко континентальный, характеризуется холодной 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.

На первом этапе создания культивируемой популяции *Cypripedium macranthum* сотрудники сада подобрали естественный ландшафтный комплекс в экспозиции природной флоры, эколого-биологические параметры которого максимально приближены к природной среде обитания. Участок, где проводилась посадка растений, защищен от воздействия ветров: на юго-востоке группой *Pinus sibirica* Du Tour, *Larix sibirica* Ledeb., на северо-востоке – *Abies sibirica* Ledeb., на юго-западе – *Picea obovata* Ledeb.; освещенность – рассеянная, увлажнение почвы – умеренное.

Учитывая особенности биологии вида, такие, как низкая семенная продуктивность, микосимбиозотрофизм, длительный виргинильный период онтогенеза и способность переходить в состояние вторичного покоя при наступлении неблагоприятных условий, был выбран вегетативный способ создания культивируемой популяции (Елагин, 1981). Материал завозился из естественных местообитаний в культуру живыми растениями с территории Южного Алтая Казахстанского Алтая. Для лучшей сохранности посадочного материала при транспортировке особи отбирались в природе куртиной (блоком дерна) и высаживались в грунт с комом для сохранности микоризы. Дальнейшие наблюдения за сохранностью растений в экспозиции показали, что при интродукции *Cypripedium macranthum* и других видов орхидных в Алтайском ботаническом саду метод перенесения куртинами зарекомендовал себя эффективно, обеспечивая приживаемость при пересадке на уровне 98–100 %.

В настоящее время в культивируемой популяции произрастает 34 дернины *Cypripedium macranthum*, привлеченные в интродукцию из 3-х ценопопуляций (ЦП), сформированных в молодых березовых сообществах с сомкнутостью крон 07–08. Особи по площади размещены диффузно, формируя многостебельные дернины, состоящие из генеративных и вегетативных побегов.

ЦП 1 располагается на юго-восточном предгорье Бухтарминских гор, в урочище Шубурбулак, юго-западнее с. Катон-Карагай в составе молодого березово-ивового леса; координаты местонахождения – 49°11'06" с. ш., 85°30'52" в. д., 415 м над ур. м. Почва слабо задернованная, хорошо аэрируемая, горно-луговая, кислая, рН 5,2, умеренно-увлажненная. Освещенность участка рассеянная.

ЦП 2 занимает участок на северо-западном склоне Бухтарминских гор в составе молодого березово-разнотравного леса в урочище Собачий Ключ; координаты местонахождения – 49°16'41" с. ш., 85°14'17" в. д., 657 м над ур. м. Почва рыхлая, кислая, рН 5,2, горно-луговая, слабо задернованная, умеренно-увлажненная. Освещенность участка рассеянная.

ЦП 3 находится на левой верхней террасе р. Бухтарма, восточнее с. Печи в составе молодого осоково-березового леса, 49°18'11" с. ш., 85°12'02" в. д., 1057 м над ур. м. Почва лугово-торфянистая, кислая, рН 5,2, умеренно-увлажненная, слабо задернованная. Освещенность участка рассеянная.

Для посадки в культуре в естественных местообитаниях отбирались дернины, состоящие из вегетативных и генеративных побегов. Всего завезено и высажено из ЦП 1 14 особей, из ЦП 2 и I ЦП 3 – по 10. В течение всего вегетационного периода за особями в культивируемой популяции начиная с 2013 г. проводились наблюдения за сезонным ритмом роста и развития, так как фенологические наблюдения являются обязательной составной частью процесса изучения растений, вводимых в культуру в новых условиях. Фенологические наблюдения выполнялись по принятой в ботанических центрах Казахстана «Методике фенологических наблюдений в ботанических садах СССР» (1975) и «Методике интродукционных исследований в Казахстане» (1987).

Ростовые процессы, как показали многолетние наблюдения, у изучаемого вида в значительной степени связаны с сезонностью климата. Фенофазы изучаемых образцов *Cypripedium macranthum* в условиях Алтайского ботанического сада проходят в более или менее близкие сроки, начиная вегетацию в первой половине мая при среднесуточных температурах +7,8... +11,7 °С и заканчивая ее в третьей декаде сентября при максимальной длине вегетационного периода 135 дней. В зависимости от погодных условий расхождение сроков наступления фенофаз от начала отрастания до зацветания у привлеченных образцов варьирует по годам в диапазоне от 20 до 32 суток, бутонизации 10–15 суток, цветения – 17–25 суток.

Семена в плодах созревают во второй декаде сентября одновременно с началом усыхания листьев, однако не ежегодно. В 2016 г. из-за повреждений генеративной сферы поздневесенними заморозками наблюдалось единичное цветение без образования плодов. Наиболее интенсивный рост генеративных побегов приходится на фазу бутонизации (III декада мая). Максимальный суточный прирост составляет от 1,5 до 3,0 см. На генеративном побеге отмечено формирование по 1–2 цветка. Многолетние фенологические наблюдения выявили, что *Cypripedium macranthum* в условиях Алтайского ботанического сада относится к группе среднецветущих (вторая–третья декады июня).

Для определения сохранности особей в культивируемой популяции ежегодно проводится весенняя инвентаризация после перезимовки в период отрастания растений. В течение 2014–2020 гг. выпадения не установлены. В то же время расселение растений и захват территории за счет распада куртин на партикулы и самосева не отмечено.

Численность образцов в интродукционной популяции сохраняется на первоначальном уровне. Высокой сохранности особей способствуют агротехнические мероприятия, которые проводятся на участке с ранней весны и до установления снегового покрова. Поскольку орхидеи не способны конкурировать с сорняками, то в течение вегетации на коллекции *Cypripedium macranthum* проводилась прополка с неглубоким рыхлением. Коллекционный участок с орхидеями в летний период, когда осадки не выпадали более 10 дней, поливался, чтобы исключить пересыхание. Перед уходом под снег растения ежегодно укрываются слоем листьев *Betula pendula* Roth. и *Tilia cordata* Mill. толщиной 3–5 см. Дополнительное укрытие на зиму опавшими листьями сохраняет посадки от вымерзания, а приманка, обработанная зооцидом и разложенная на участке, защищает от мышевидных грызунов в осенне-зимний период.

Интродукционный эксперимент позволяет выявить адаптивный потенциал растений к новым экологическим условиям. Одним из показателей взаимодействия генотип–среда служит выявление морфометрических признаков, проявляющихся в новых эдафо-климатических условиях. Для определения адаптивности проведен сравнительный анализ биометрических показателей изучаемых образцов *Cypripedium macranthum* в коллекции, привлеченных из разных фитоценозов (табл.). Сопоставление результатов биометрических параметров за 2015 и 2019 гг. выявило, что у образцов *Cypripedium macranthum* в культуре высота генеративных и вегетативных побегов практически не изменилась, так как получены очень близкие показатели. Проявилась незначительная тенденция к увеличению генеративных побегов по отношению к вегетативным и наблюдалось снижение численности цветков, формирующихся на цветоносе, что, вероятно, связано со старением особей в культивируемой популяции. В результате многолетних систематических наблюдений образование самосева не установлено, несмотря на ежегодное плодоношение.

Таким образом, по результатам фенонаблюдений и биометрических показателей следует, что образцы *Cypripedium macranthum*, привлеченные в интродукцию из разных местообитаний, устойчивы в культуре, проходят полный цикл сезонного развития. Широкий диапазон варьирования наступления фенофаз в культуре по годам, несмотря на консерватизм морфологических признаков, свидетельствует об адаптивных возможностях описываемых образцов. Однако из-за отсутствия самосева преждевременно говорить об успешности создания культивируемой популяции *Cypripedium macranthum* в Алтайском ботаническом саду.

Биометрические показатели 3 образцов *Cypripedium macranthum* при интродукции в Алтайском ботаническом саду в пересчете на 1 особь

| Показатели | Характеристика фитоценоза | | | | | |
|---|--|------------|--|------------|--|------------|
| | Юго-восточное предгорье Бухтарминских гор, ур. Шубурбулак, молодой березово-ивовый лес; 49°11'06" с. ш., 85°30'52" в. д., 415 м над ур. м (I ЦП) | | Северо-западный склон Бухтарминских гор, ур. Собачий Ключ, молодой березово-разнотравный лес, 49°16'41" с. ш., 85°14'17" в. д., 657 м над ур. м. (II ЦП) | | Левая верхняя терраса р. Бухтарма, молодой осоково-березовый лес, 49°18'11" с. ш., 85°12'02" в. д., 1057 м над ур. м. (III ЦП) | |
| | 2015 г. | 2019 г. | 2015 г. | 2019 г. | 2015 г. | 2019 г. |
| Высота генеративных побегов в период массового цветения, см | 29,2 ± 3,4 | 29,6 ± 0,7 | 29,4 ± 3,2 | 29,4 ± 0,7 | 29,8 ± 0,7 | 31,1 ± 3,2 |
| Высота вегетативных побегов в период массового цветения, см | 28,3 ± 0,8 | 28,2 ± 2,6 | 28,4 ± 0,8 | 28,9 ± 3,6 | 27,7 ± 1,4 | 28,6 ± 2,8 |
| Количество генеративных побегов, шт. | 4,7 ± 0,8 | 7,9 ± 1,7 | 5,3 ± 0,6 | 6,8 ± 1,3 | 6,7 ± 1,6 | 8,0 ± 1,3 |
| Количество вегетативных побегов, шт. | 5,6 ± 0,6 | 3,9 ± 0,8 | 3,3 ± 0,8 | 2,3 ± 0,3 | 3,0 ± 0,3 | 4,3 ± 0,9 |
| Количество цветков на цветоносе, шт. | 1,5 ± 0,1 | 1,2 ± 0,1 | 1,4 ± 0,1 | 1,3 ± 0,1 | 1,4 ± 0,1 | 1,3 ± 0,0 |
| Количество завязавшихся коробочек, побег/ шт. | 1,2 ± 0,0 | 1,0 ± 0,1 | 1,4 ± 0,0 | 1,3 ± 0,6 | 1,3 ± 0,2 | 1,3 ± 0,2 |
| Образование самосева, шт. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Благодарности. Статья подготовлена при финансовой поддержке НТП «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. В. Орхидные России (биология, экология и охрана). – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2014. – 474 с.

Гапоненко Н. Б., Гнатюк А. Н. Орхидные природной флоры Украины в коллекции Национального ботанического сада им. Н. Н. Гришко // Культивирование и охрана орхидей: Матер. IX Международной научной конференции (26–30 сентября 2011 г., Санкт-Петербург). – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2011. – С. 124–127.

Елагин И. Н. Фенология исчезающих видов рода *Cypripedium* / Сезонная ритмика редких и исчезающих видов растений и животных. – М.: Моск. Фил. ВГО СССР, 1981. – С. 23–24.

Каримов Ф. И., Бешко Н. Ю., Наралиева Н. Живая коллекция геофитов Центрального гербария и ботанического сада АН РУЗ и ее роль в изучении и сохранении редких видов растений // Изучение, сохранение и рациональное использование растительного мира Евразии: Межд. науч. конф. (17–19 августа 2017 г., Алматы). – Алматы, 2017. – С. 342–345.

Котухов Ю. А. Список сосудистых растений Казахского Алтая // Ботанические исследования Сибири и Казахстана, 2005. – Вып. 11. – С. 11–83.

Красная книга Казахстана. Том 2. Часть 1. Растения. – Астана, 2014. – 448 с.

Лебедев А. Н., Наумцев Ю. В. Экспонирование редких видов орхидных Тверской области как способ сохранения растений *ex situ* // Охрана и культивирование орхидей: Мат. X междунар. науч.-практ. конф. (1–5 июня 2015 г., Минск). – Минск: Изд. А. Вараксин, 2015. – С. 126–129.

Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР // Совет ботанических садов СССР. – М.: ГБС АН СССР, 1975. – 27 с.

Методики интродукционных исследований в Казахстане. – Алма-Ата: Наука, 1987. – С. 4–11.

Скворцов А. К. Формирование устойчивых интродукционных популяций. – М.: Наука, 2005. – 173 с.

Balao F., Trucchi E., Wolfe T., Bao-Hai Hao, Lorenzo M. T., Baar J., Sedman L., Kosiol C., Amman F., Chase M. W., Hedren M., Paun O. Adaptive sequence evolution is driven by biotic stress in a pair of orchid species (*Dactylorhiza*) with distinct ecological optima // *Molecular Ecology*, 2017. – №26. – P. 3649–3662.

Naczk A. M., Kowalkowska A. K., Wisniewska N., Halinski L. P., Kapusta M., Czerwicka M. Floral anatomy, ultrastructure and chemical analysis in *Dactylorhiza incarnata/maculate* complex (Orchidaceae) // *Botanical Journal of the Linnean Society*, 2018. – Vol. 20. – P. 1–25.