

БОТАНИКА / BOTANICS

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.124.20>

ОСОБЕННОСТИ СОХРАНЕНИЯ ФЛОРИСТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ В РАЙОНАХ ИНТЕНСИВНОЙ УГЛЕДОБЫЧИ

Научная статья

Куприянов А.Н.^{1,*}, Климова О.А.², Куприянов О.А.³³ORCID : 0000-0003-2510-1484;^{1,2} Кузбасский ботанический сад ФИЦ УУХ СО РАН, Кемерово, Российская Федерация³ Кемеровский филиал ФИЦ ИВТ, Кемерово, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (kupr-42[at]yandex.ru)

Аннотация

Приведены результаты сохранения 11 растений Красной книги РФ и Кузбасса *ex situ* на территории Кузбасского ботанического сада. По результатам интегральной оценки интродуцированных растений безусловно перспективным является *Phlox sibirica*, который может создавать искусственную популяцию и восстанавливаться после неблагоприятных условий. Большинство других видов вошло во второй класс – перспективные для дальнейшего изучения. В третий класс растений требующих дополнительных работ по акклиматизации попали четыре вида: *Achnatyerum confusum*, *Astragalus follicularis*, *Hedysarum turczaninovii*, *Ziziphora clinopodioides*.

Ключевые слова: Кузбасс, сохранение растений *ex situ*, интродукционная оценка.

SPECIFICS OF FLORISTIC DIVERSITY CONSERVATION IN AREAS OF INTENSIVE COAL MINING

Research article

Kupriyanov A.N.^{1,*}, Klimova O.A.², Kupriyanov O.A.³³ORCID : 0000-0003-2510-1484;^{1,2} Kuzbass Botanical Garden FRC CCC, Kemerovo, Russian Federation³ Federal Research Center for Information and Computational Technologies, Kemerovo, Russian Federation

* Corresponding author (kupr-42[at]yandex.ru)

Abstract

The results of conservation of 11 plants of the Red Book of Russia and Kuzbass *ex situ* on the territory of Kuzbass botanical garden are presented. According to the results of the integral evaluation of introduced plants, *Phlox sibirica* is clearly promising, being able to create an artificial population and recover from adverse conditions. The majority of other species were included in the second class - promising for further study. The third class of plants requiring additional work on acclimatization included four species: *Achnatyerum confusum*, *Astragalus follicularis*, *Hedysarum turczaninovii*, *Ziziphora clinopodioides*.

Keywords: Kuzbass, *ex situ* plant conservation, introductory evaluation.

Введение

Угроза глобального экологического кризиса на рубеже XX-XXI столетий определяет необходимость формирования стратегии оптимальных взаимоотношений человека и природы. Принятие Конференцией ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, 1992) ряда важных решений в области экологии и подписание многими странами, в том числе Россией, Конвенции о биологическом разнообразии обозначила этот ключевой рубеж в истории человеческой цивилизации.

В результате строительства и эксплуатации угольных карьеров происходит полное или частичное разрушение экосистем. Прямыми угрозами для биологического разнообразия является уничтожение местообитаний под отвалами, карьерами, подъездными путями. В Конвенции сохранения биологического разнообразия основными методами сохранения биологического разнообразия является охрана *in situ* (в места природного обитания) и *ex situ* (вне мест природного обитания) [16].

Кемеровская область — Кузбасс является одним из наиболее промышленных регионов России. За период разработки угольных месторождений из недр Кузбасса добыто около 9 млрд т угля. Следует отметить, что 3,96 млрд т добыто за последние 20 лет. Площадь нарушенных земель в результате добычи угля составила более 150 тыс. га. Поэтому первоочередными экологическими задачами в Кузбассе является сохранение флористического разнообразия как *in situ*, так и *ex situ* [11].

Достаточно критическая ситуация сложилась вокруг Бачатского угольного разреза АО «УК «Кузбассразрезуголь», расположенного в Беловском городском округе Кемеровской области. На территории горного отвода находится участок степи («Баятские сопки») с чрезвычайно богатым флористическим составом (Куприянов, Манаков, 2006, 2009), который неизбежно попадает под угольные разработки. В качестве офсета за пределами угольного разреза был создан региональный ботанический заказник «Бачатские сопки» на площади 709 га [5]. Тем не менее остался степной участок около 200 га, на котором произрастает 11 видов растений, внесенных в Красную книгу Кузбасса [1]. Для сохранения этих видов принято решение – сохранение растений *ex situ* – перенос части популяций на территорию Кузбасского ботанического сада ФИЦ УУХ СО РАН.

Цель исследования — оценить состояние редких и исчезающих растений, перенесенных с территории Баятских сопек, на территорию Кузбасского ботанического сада.

Объекты и методы исследования

Почвы склонов Баятских сопкок неполноразвитые, щебнистые, представленные черноземом выщелоченным с высоким содержанием гумуса (12,69%), с глубины 20 см залегает коренная порода в виде трещиноватых известняков [15]. Кузбасский ботанический сад расположен в пойме реки Томь, почвы ботанического сада представлены тяжело-глинистыми, луговыми черноземами. Участок полностью выровнен, имеет незначительный, равный на всем протяжении уклон не более 0,5 градуса [7]. Баятские сопки и Кузбасский ботанический сад относятся к лесостепной зоне Западной Сибири, но Баятские сопки относятся к, по образному выражению С.С. Трофимова, «степному ядру Кузнецкой котловины» [15], а Кузбасский ботанический сад расположен в северной лесостепи с более благоприятным уровнем увлажнения.

Поскольку наиболее редкие растения на территории Баятских сопкок обитают на карбонатных почвах и являются кальцефилами, то для их выращивания построена каменная горка из пород, слагающих Баятские сопки. Камни укладывались слоями, в промежутки наносился чернозем выщелочный близкий по составу с почвами Баятских сопкок [8].

С каменистых участков собирались семена растений, внесенные в Красную книгу РФ [6] и Кузбасса [1]: *Achnatherum confusum* Litv.) Tzvel., *Adonis villosa* Ledeb., *Allium vodopjanovae* Friesen, *Astragalus follicularis* Pall., *Gypsophila patrinii* Ser., *Hedysarum turczaninovii* Peschkova, *Linum perenne* L., *Phlox sibirica* L., *Stipa pennata* L., *Thymus marschallianus* Willd., *Ziziphora clinopodioides* Lam.

Предварительно посев семян осуществлялся на специально подготовленных грядах 1×4 м. Посев осуществлялся осенью 2018 и весной 2019 годов. После появления всходов растения пересаживались на каменистую горку. Изучение биологии редких и исчезающих растений проводилось согласно методическим рекомендациям по интродукции и восстановлению природных популяций редких и исчезающих видов растений. У растений изучалась лабораторная и полевая всхожесть семян, фенологическое развитие, отмечались особенности онтогенеза в культуре [10], [14]. Особое внимание уделялось возможности образования искусственной самоподдерживающейся популяции (образование самосева и сложной возрастной структуры). Для оценки состояния растений в культуре использовалась оценка успешности интродукции [2].

Результаты и обсуждение

Achnatherum confusum Litv.) Tzvel. Растения посеяны 01.10.2018, полевая всхожесть 1%. Высажены на горку весной 2020 года в фазу кущения. Не цветут. Оценка успешности интродукции - 60 (табл. 1).

Adonis villosa Ledeb. Высеяны семенами 18.06.2019, 14.06.2020. Всхожесть чрезвычайно низкая. Положительные результаты получены при посеве не совсем созревших семян, сразу после их сбора. Зацветают на третий год. Через четыре месяца семена частично теряют всхожесть. В культуре растения долговечны. В коллекции ботанического сада растут более 10 лет. Оценка успешности интродукции 75 (табл. 1).

Allium vodopjanovae Friesen. Высеяны семенами 01.10. 2018, полевая всхожесть 80%. На второй год высажены на горку, где быстро размножаются вегетативно, зацветает на третий год. Оценка успешности интродукции 85 (табл. 1).

Astragalus follicularis Pall. Растения посеяны 01.10.2018, всхожесть низкая. У растений формируется мощный стержневой корень, поэтому пересаживать рекомендуются в молодом возрасте. Растения в культуре не долговечны и требуют пересева через 3-4 года. Оценка успешности интродукции 55 (табл. 1).

Gypsophila patrinii Ser. Посеяны 01.10.2018, обильные всходы (полевая всхожесть составила 50%), появились 25.05. 2019 г. Растения зацвели на второй год, на четвертый год все растения перешли в сенильное состояние. В культуре рекомендуется поддерживать искусственную популяцию постоянным пересевом семян. Оценка успешности интродукции 80 (табл. 1).

Hedysarum turczaninovii Peschkova. Растения посеяны 01.10.2018, полевая всхожесть низкая. Высажены на горку весной 2020 года в фазу кущения. Не цветут. Оценка успешности интродукции 60 (табл. 1).

Linum perenne L. Растения посеяны 01.10.2018, полевая всхожесть 10%. Растения зацветают в год посева. Искусственная популяция поддерживается самосевом. Оценка успешности интродукции 85 (табл. 1).

Phlox sibirica L. Растения посажены молодыми растениями. В первые три года активно размножались вегетативно, цвели и плодоносили. В результате неблагоприятной перезимовки 2021-2022 гг. большинство искусственной популяции погибло, в настоящее время популяция активно вегетативно размножается. Оценка успешности интродукции 90 (табл. 1).

Stipa pennata L. Посев 01.10.2018, всходы – 14.05.2019. Растения находятся в вегетативном состоянии. Пересаживать растения можно только в молодом возрасте. Пересадка взрослых растений как правило заканчивается неудачей, поскольку повреждается в большой степени корневая система. Оценка успешности интродукции 75 (табл. 1).

Thymus marschallianus Willd. Пересажен на горку молодыми растениями. Активно размножается вегетативно, в культуре устойчив. После осеннего посева всхода появляются в середине мая. В культуре в первый год некоторые особи достигают молодого генеративного состояния. Оценка успешности интродукции 80 (табл. 1).

Ziziphora clinopodioides Lam. Размножается вегетативно, в культуре делением кустов. Всхожесть семян низкая, посеянные осенью всходы появляются в мае, в первый год растения достигают виргинильного состояния. В культуре рекомендуется поддерживать искусственную популяцию постоянным обновлением за счет черенкования в теплице. Оценка успешности интродукции 50 (табл. 1).

Таблица 1 - Оценка успешности интродукции растений на территории Кузбасского ботанического сада

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.124.20.1>

Виды	Зимосток	Устойчиво	Общее	Способы	Развитие	Сумма	Класс
------	----------	-----------	-------	---------	----------	-------	-------

растений	сть	сть к болезням и вредителям	состояние растений	размножения в культуре	растений в период вегетации	баллов	перспективности
<i>Achnatyerum confusum</i>	20	20	5	5	10	60	III
<i>Adonis villosa</i>	20	20	15	5	15	75	II
<i>Allium vodopjanovae</i>	20	20	15	15	15	85	II
<i>Astragalus follicularis</i>	20	20	15	5	15	75	II
<i>Gypsophila patrinii</i>	20	20	15	5	20	80	II
<i>Hedisarum turczaninovi</i>	20	20	5	10	5	60	III
<i>Linum perenne</i>	20	20	15	15	15	85	II
<i>Phlox sibirica</i>	20	20	20	10	20	90	I
<i>Stipa pennata</i>	20	20	15	15	5	75	II
<i>Thymus marschallianus</i>	20	20	15	10	15	80	II
<i>Ziziphora clinopodioides</i>	10	20	5	5	10	50	III

Наблюдения за высаженными растениями на коллекционном участке и каменистой горке Кузбасского ботанического сада показали, что все они вполне зимостойки и в условиях культуры не подвержены болезням и вредителям. Исключением является *Ziziphora clinopodioides*, которая недостаточно морозостойчива (табл. 1).

Единственное растение, превышающее в культуре размеры в природе *Phlox sibirica*, размеры большинства других растений не отличаются от природных. Меньшими размерами обладают *Ziziphora clinopodioides* и *Achnatyerum confusum*.

По способам размножения повторного привлечения требуют 6 видов, два вида можно поддерживать в культуре искусственным вегетативным размножением (*Thymus marschallianus* и *Phlox sibirica*).

По результатам интегральной оценки интродуцированных растений безусловно перспективным является *Phlox sibirica*, который может создавать искусственную популяцию и восстанавливаться после неблагоприятных условий. Большинство других видов вошло во второй класс – перспективные для дальнейшего изучения. В третий класс растений требующих дополнительных работ по акклиматизации попали четыре вида: *Achnatyerum confusum*, *Astragalus follicularis*, *Hedisarum turczaninovi*, *Ziziphora clinopodioides*.

Выращивание редких растений *ex situ* предполагает их дальнейшее использование для реконструкции нарушенных территорий [12]. И здесь возникает вопрос о долговечности растений в культуре, поскольку реконструкция утраченных популяций может потребоваться только после отработки угольных месторождений. В условиях культуры скорость прохождения возрастных состояний в значительной степени увеличивается по сравнению с естественными условиями [13], как это случилось с *Gypsophila patrinii* при выращивании в условиях ботанического сада. Поэтому сохранение растений *ex situ* должно сопровождаться изучением биологии в условиях культуры и разработки технологий их содержания.

Заключение

Наблюдения за высаженными растениями на коллекционном участке и каменистой горке Кузбасского ботанического сада показали, что все они вполне зимостойки и в условиях культуры не подвержены болезням и вредителям. Исключением является *Ziziphora clinopodioides*, которая недостаточно морозостойчива (табл. 1).

Единственное растение, превышающее в культуре размеры в природе *Phlox sibirica*, размеры большинства других растений не отличаются от природных. Меньшими размерами обладают *Ziziphora clinopodioides* и *Achnatyerum confusum*.

По способам размножения повторного привлечения требуют 6 видов, два вида можно поддерживать в культуре искусственным вегетативным размножением (*Thymus marschallianus* и *Phlox sibirica*).

По результатам интегральной оценки интродуцированных растений безусловно перспективным является *Phloxibirica*, который может создавать искусственную популяцию и восстанавливаться после неблагоприятных условий. Большинство других видов вошло во второй класс – перспективные для дальнейшего изучения. В третий класс растений требующих дополнительных работ по акклиматизации попали четыре вида: *Achnatyerumconfusum*, *Astragalusfollicularis*, *Hedisarumturczaninovii*, *Ziziphoraclinopodioides*.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Рецензия

Сообщество рецензентов Международного научно-исследовательского журнала

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.124.20.2>**Review**

International Research Journal Reviewers Community

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.124.20.2>**Список литературы / References**

1. Андреев Б.Г. Красная книга Кузбасса / Б.Г. Андреев, П.А. Волобаев, И.А. Горбунова и др. – Кемерово: ВЕКТОР-ПРИНТ, 2021. – 240 с.
2. Куприянов А.Н. Интеграционный метод успешности интродукции травянистых растений природной флоры. / А.Н. Куприянов, Л.А. Богданович, В.Г. Михайлов // Морфологические особенности растительного мира Центрального Казахстана; – Караганда: Караганда, 1986. – с. 51-55.
3. Куприянов А.Н. Ключевые ботанические территории / А.Н. Куприянов, Ю.А. Манаков – Кемерово: Ирбис, 2009. – 119 с.
4. Куприянов А.Н. Степные участки Кузнецкой котловины в опасности. / А.Н. Куприянов, Ю.А. Манаков // Степной бюллетень. – 2006. – № 20. – с. 40-41.
5. Russian Federation. О государственном комплексном природном заказнике Кемеровской области «Бачатские сопки»: Закон субъектов Федерации : [принят Администрация Кемеровской области 2017-06-26]. 2017.
6. Сергеева М.Н. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / М.Н. Сергеева, С.А. Литвинская, В. Фролова и др. – М.: КМК, 2008. – 855 с.
7. Вронская О.О. Кузбасский ботанический сад / О.О. Вронская, А.Н. Куприянов – Кемерово: Ирбис, 2021. – 92 с.
8. Климова О.А. Сохранение редких и исчезающих растений в условиях интенсивной угледобычи. / О.А. Климова, В.А. Латохин, А.Н. Куприянов // Проблемы промышленной ботаники индустриально развитых регионов; под ред. А.Н. Куприянов – Кемерово: Ирбис, 2021. – с. 53-56.
9. Akeroyd J.R. A handbook for botanic gardens on the reintroduction of plants to the wild / J.R. Akeroyd, P.W. Jackson – Richmond: BGCI, 1995. – 32 p.
10. Работнов Т.А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в лесных ценозах. / Т.А. Работнов // Труды БИН АН СССР. – 1975. – № 3-6. – с. 7-204.
11. Вашлаева Н.Ю. Сохранение биологического разнообразия в Кемеровской области / Н.Ю. Вашлаева, А.Н. Куприянов, Ю.А. Манаков и др. – Кемерово: Примула, 2015. – 32 с.
12. Горбунов Н.Ю. Методические рекомендации редких и исчезающих видов растений (для ботанических садов) / Н.Ю. Горбунов, Д.С. Дзыбов, З.Е. Кузьмин и др. – Тула: , 2008. – 53 с.
13. Жмылев П.Ю. Эволюция длительности жизни растений: факты и гипотезы. / П.Ю. Жмылев // Журнал общей биологии. – 2006. – № 67(2). – с. 107-119.
14. Смирнова О.В. Критерии выделения возрастных состояний и особенности хода онтогенеза у растений разных биоморф. / О.В. Смирнова, Л.Б. Заугольнова, Н.А. Торопова и др. // Ценопопуляции растений (основные понятия и структура); – М.: Наука, 1976. – с. 14-44.
15. Трофимов С.С. Экология почв и почвенные ресурсы Кемеровской области / С.С. Трофимов – Новосибирск: Наука, 1975. – 289 с.
16. Akeroyd J. A Handbook for Botanic Garden on the reintroduction of plants to the wild / J. Akeroyd, P.W. Jackson – Richmond: BGCI: RTZ Corp. PLC, 1995. – 31 p.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Andreev B.G. Krasnaya kniga Kuzbassa [Red Book of Kuzbass] / B.G. Andreev, P.A. Volobaev, I.A. Gorbunova et al. – Кемерово: ВЕКТОР-ПРИНТ, 2021. – 240 p. [in Russian]
2. Kupriyanov A.N. Integracionnyj metod uspeshnosti introdukcii travyanisty'x rastenij prirodnoj flory' [Integration method for the success of the introduction of herbaceous plants of natural flora]. / A.N. Kupriyanov, L.A. Bogdanovich, V.G. Mixajlov // Morphological features of the flora of Central Kazakhstan; – Karaganda: Karaganda, 1986. – p. 51-55. [in Russian]
3. Kupriyaoov A.N. Klyuchevy'e botanicheskie territorii [Important Plant Area of Кемерово Region] / A.N. Kupriyaoov, Yu.A. Manakov – Кемерово: Irbis, 2009. – 119 p. [in Russian]
4. Kupriyanov A.N. Stepny'e uchastki Kuzneczkoy kotloviny' v opasnosti [Steppe areas of the Kuznetsk basin in danger]. / A.N. Kupriyanov, Yu.A. Manakov // Stepoj byulleten' [Steppe Bulletin]. – 2006. – № 20. – p. 40-41. [in Russian]
5. Russian Federation. O gosudarstvennom kompleksnom prirodnom zakaznike Кемеровской области «Bachatskie sopki» [On the state complex natural reserve of the Кемерово region "Bachatskie Sopki"] : Law of the Subjects of the Federation : [accepted by 2017-06-26]. 2017. [in Russian]

6. Sergeeva M.N. Krasnaya kniga Rossijskoj Federacii (rasteniya i griby') [Red Data Book of the Russian Federation (Plants and Mushrooms)] / M.N. Sergeeva, S.A. Litvinskaya, V. Frolova et al. – M.: KMK, 2008. – 855 p. [in Russian]
7. Vronskaya O.O. Kuzbasskij botanicheskiy sad [Kuzbass Botanical Garden] / O.O. Vronskaya, A.N. Kupriyanov – Kemerovo: Irbis, 2021. – 92 p. [in Russian]
8. Klimova O.A. Soxranenie redkix i ischezayushhix rastenij v usloviyax intensivnoj ugledoby'chi [Preservation of rare and endangered plants in conditions of intensive coal mining]. / O.A. Klimova, V.A. Latoxin, A.N. Kupriyanov // Problems of industrial botany of industrially developed regions; edited by A.N. Kupriyanov – Kemerovo: Irbis, 2021. – p. 53-56. [in Russian]
9. Akeroyd J.R. A handbook for botanic gardens on the reintroduction of plants to the wild / J.R. Akeroyd, P.W. Jackson – Richmond: BGCI, 1995. – 32 p.
10. Rabotnov T.A. Zhiznennyj cikl mnogoletnix travyanisty'x rastenij v lesny'x cenzax [Life cycle of perennial herbaceous plants in forest cenoses]. / T.A. Rabotnov // Trudy' BIN AN SSSR [Proceedings of BIN AS USSR]. – 1975. – № 3-6. – p. 7-204. [in Russian]
11. Vashlaeva N.Yu. Soxranenie biologicheskogo raznoobraziya v Kemerovskoj oblasti [Conservation of biological diversity in the Kemerovo region] / N.Yu. Vashlaeva, A.N. Kupriyanov, Yu.A. Manakov et al. – Kemerovo: Primula, 2015. – 32 p. [in Russian]
12. Gorbunov N.Yu. Metodicheskie rekomendacii redkix i ischezayushhix vidov rastenij (dlya botanicheskix sadov) [Methodological recommendations for rare and endangered plant species (for botanical gardens)] / N.Yu. Gorbunov, D.S. Dzy'bov, Z.E. Kuz'min et al. – Tula: , 2008. – 53 p. [in Russian]
13. Zhmy'lev P.Yu. E'voljuciya dlitel'nosti zhizni rastenij: fakty' i gipotezy' [Evolution of Plant Lifespan: Facts and Hypotheses]. / P.Yu. Zhmy'lev // Zhurnal obshhej biologii [Journal of General Biology]. – 2006. – № 67(2). – p. 107-119. [in Russian]
14. Smirnova O.V. Kriterii vy'deleniya vozrastny'x sostoyanij i osobennosti xoda ontogeneza u rastenij razny'x biomorf [Criteria for identifying age states and features of the course of ontogenesis in plants of different biomorphs]. / O.V. Smirnova, L.B. Zaugol'nova, N.A. Toropova et al. // Plant cenopopulations (basic concepts and structure); – M.: Nauka, 1976. – p. 14-44. [in Russian]
15. Trofimov S.S. E'kologiya pochv i pochvenny'e resursy' Kemerovskoj oblasti [Soil ecology and soil resources of the Kemerovo region] / S.S. Trofimov – Novosibirsk: Nauka, 1975. – 289 p. [in Russian]
16. Akeroyd J. A Handbook for Botanic Garden on the reintroduction of plants to the wild / J. Akeroyd, P.W. Jackson – Richmond: BGCI: RTZ Corp. PLC, 1995. – 31 p.