

УДК 581.142:502.75

*А.Г. Быструшкин, Е.В. Письмаркина***ПРОРАСТАНИЕ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ СЕМЯН *CERASTIUM IGOSCHINIAE* POBED. (CARYOPHYLLACEAE) – РЕДКОГО ЭНДЕМИКА СЕВЕРНОГО УРАЛА**

Ясколка Игошиной является редким эндемиком Северного Урала, произрастающим в специфических условиях высокогорных каменистых тундр только на обнажениях ультраосновных горных пород. Немногочисленные популяции этого вида находятся под угрозой исчезновения в результате уничтожения их местообитаний при разработке ультраосновных пород горнодобывающими компаниями на Северном Урале. Ранее попытки интродуцировать этот вид предпринимались в Ботаническом саду УрО РАН, но не увенчались успехом. В связи с этим цель исследований – изучить закономерности прорастания семян ясколки Игошиной в контролируемых лабораторных условиях. Динамика прорастания семян носит конвергентный характер и проявляется в исследованной популяционной выборке единообразно. Условия для прорастания семян этого вида при постоянной достаточно высокой температуре 25 °С в темноте близки к оптимальным. При таких условиях можно прогнозировать устойчивое возобновление популяции из наличного семенного пула на основе пространственной равномерности появления всходов.

Ключевые слова: ясколка Игошиной, *Cerastium igoschiniae*, эндемизм, охрана растений, интродукция, прорастание семян.

DOI: 10.35634/2412-9518-2019-29-4-555-559

Ясколка Игошиной (*Cerastium igoschiniae* Pobed.) – высокогорный эндемик Северного Урала [1]. Назван в честь исследовательницы растительного покрова Урала К.Н. Игошиной (1894–1975), по сборам которой и был описан в 1968 г. Вид, морфологически близкий к гипоарктическому *C. beergianum* sensu Schischk., non Cham et Schlecht (*C. jeniseense* Hult.) и плюризональному *C. arvense* L. [2; 3]. По предположению П.Л. Горчаковского [1; 4], *C. igoschiniae* – это обособившаяся раса *C. arvense*, сформировавшаяся в условиях высокогорий. П.В. Куликов с соавторами [3] не исключают, что формирование *C. igoschiniae* происходило в результате межвидовой гибридизации с участием *C. jeniseense* и *C. krylovii* Schischk. et Gorczak.

Cerastium igoschiniae в настоящее время известен из Свердловской области и Ямало-Ненецкого автономного округа, однако все достоверные местонахождения этого вида расположены на восточном макросклоне южной части Северного Урала в пределах Свердловской области [3]. Растения с Полярного Урала (территория Ямало-Ненецкого автономного округа) [5; 6], по мнению П.В. Куликова с соавторами [3], нетипичны. Для Пермского края *C. igoschiniae* приводится ошибочно [3; 7].

Местонахождения *C. igoschiniae* на Северном Урале: гора Косьвинский камень (locus classicus) (LE, SVER), Жёлтая сопка в составе массива Денежкин Камень (LE, SVER), Йовское плато (перевал) Тылайско-Конжаковско-Серебрянского горного массива (LE). Растёт в составе петрофитных тундроподобных сообществ на обдуваемых плато с выходами дунитов, вдоль троп проникает в верхнюю часть горно-лесного пояса [3]. Дуниты – это интрузивные ультраосновные горные породы, богатые марганцем и железом, но бедные кальцием. В результате выветривания дунитов образуется тонкий слой подвижного мелкозема с повышенной водопроницаемостью, то есть сухой и хорошо прогреваемый субстрат [4; 8].

Cerastium igoschiniae внесен в Красную книгу Свердловской области [9] и в список «Таксоны животных, растений и грибов, нуждающихся в особом внимании к их состоянию в природной среде», или Приложение 1 Красной книги Ямало-Ненецкого автономного округа [6]. Популяции на достоверно известных местонахождениях немногочисленны. Охраняется в заповеднике «Денежкин камень» [10]. Популяции вне заповедника находятся под угрозой исчезновения из-за расширения работ по добыче минерального сырья на ультраосновных породах.

Учитывая редкость и угрозу исчезновения большинства североуральских популяций *C. igoschiniae*, а также то, что это декоративное растение, уместное для применения в ландшафтном дизайне (при озеленении каменистых форм), актуальна интродукция вида в ботанические сады. Неоднократно предпринималось культивирование *C. igoschiniae* в Ботанических садах УрО РАН и Уральского федерального университета [3], однако растения не прижились, «выпадая» из посадок

через 2-3 года выращивания, то есть устойчивых интродукционных популяций пока не создано. В связи с этим целью нашего исследования было изучение особенностей прорастания семян ясколки Игошиной в контролируемых лабораторных условиях с созданием интродукционной популяции в перспективе.

Материалы и методы исследований

Семена собирали в сентябре 2017 г. на Северном Урале на отроге Юдинское плечо горы Косвинский камень в каменистых тундрах на обнажениях дунита и в дальнейшем хранили в плодах при комнатной температуре. Для проращивания семена шелушили вручную, после чего отобрали 250 выполненных неповреждённых семян. Перед посевом семена обработали раствором перманганата калия $KMnO_4$ в течение 20 мин., промыли дистиллированной водой и поместили в чашки Петри на влажную фильтровальную бумагу по 50 шт. в пяти повторностях. Проращивали семена в климатической камере Binder при постоянной температуре $25^{\circ}C$ в темноте. Энергию прорастания учитывали на 3 сутки, а всхожесть на 7 сутки эксперимента.

При анализе результатов применяли общепринятые методы вариационной статистики. Распределение признаков исследовали с применением критерия X^2 . Оценку вариабельности признаков проводили по коэффициенту вариации в соответствии со шкалой изменчивости С.А. Мамаева [11], оценку сопряжённой изменчивости – по коэффициенту корреляции Пирсона в соответствии со шкалой тесноты связи признаков [12]. Уровень значимости статистических критериев общепринятый, $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение

Набухание и прорастание семян ясколки Игошиной начинается на вторые сутки эксперимента и спустя 7 суток увеличение количества проросших семян прекращается. Результаты анализа проращивания семян представлены в таблице.

Энергия прорастания и всхожесть семян *Cerastium igoschiniae*

№ повторности	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %
1	14	84
2	8	56
3	6	84
4	26	100
5	30	86

Энергия прорастания семян ясколки Игошиной варьирует в широких пределах, составляя в среднем 16,8 % (ошибка среднего $\pm 4,8$ %). Всхожесть составляет в среднем 82 % (ошибка среднего $\pm 7,2$ %). Показатель энергии прорастания в различных повторностях эксперимента варьирует на очень высоком уровне по шкале изменчивости ($V=63,9$ %), что свидетельствует об очень высоком уровне разнокачественности семян ясколки Игошиной по этому показателю. Показатель всхожести семян варьирует на среднем уровне, значение коэффициента вариации для признака всхожесть семян составило $V=19,5$ %. При этом сопряжённая изменчивость энергии прорастания и всхожести семян проявляется на среднем уровне, коэффициент корреляции $r=0,61$, что характеризует тенденцию более высокой всхожести семян в тех повторностях, где наблюдается более высокая энергия прорастания. Наблюдаемые различия в изменчивости энергии прорастания и всхожести семян свидетельствуют о том, что разнокачественность семян по их жизнеспособности и способности к прорастанию в средней степени связана с разной скоростью их прорастания.

Анализ распределения семян в повторностях не выявил значимых различий распределения по энергии прорастания и распределения по всхожести ($X^2=7,94$, $df=4$, $p>0,05$), следовательно, оба признака, характеризующих динамику прорастания семян ясколки Игошиной, распределены в выборке одинаково и позволяют охарактеризовать семена по динамике прорастания как единую статистическую совокупность.

Проверка распределения семян на равномерность показала, что распределение семян в повторностях от неравномерного при учёте энергии прорастания ($X^2=13,714$, $df=4$, $p<0,01$) меняется на равномерное распределение при учёте всхожести ($X^2=6,244$, $df=4$, $p>0,05$). Пространственная равномерность появления всходов является важным фактором устойчивости возобновления популяций семенных растений [16-18].

В ходе прорастания наблюдается снижение изменчивости между повторностями по количеству взошедших семян. Таким образом, достижение в ходе онтогенеза стадии проростка растениями в различных повторностях имеет характер конвергенции индивидуального развития растений из изначально разнокачественных семян.

Для стенотопных редких видов растений характерны стрессовая и стрессово-защитная онтогенетические стратегии. В условиях зоны экологического оптимума вида эти онтогенетические стратегии предполагают снижение изменчивости, увеличения морфологической интеграции особей и конвергентный характер их онтогенетического развития [13-16]. Конвергентный ход прорастания семян ясколки Игошиной позволяет сделать вывод, что экспериментальные условия проращивания семян укладываются в зону оптимума для данного вида растений.

Заключение

Динамика прорастания семян ясколки Игошиной носит конвергентный характер и проявляется в исследованной популяционной выборке единообразно. Условия для прорастания семян этого вида при постоянной достаточно высокой температуре 25°C в темноте близки к оптимальным. При таких условиях можно прогнозировать устойчивое возобновление популяции из наличного семенного пула на основе пространственной равномерности появления всходов.

Благодарности

Выражаем признательность С.В. Яковлевой за помощь в предпосевной подготовке семян. Работа выполнена при поддержке Программы Президиума УрО РАН (регистрационный № НИОКТР: АААА-А17-117100670006-1).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горчаковский П.Л. Основные проблемы исторической фитогеографии Урала. Вып. 66 (Тр. Ин-та экологии растений и животных УФАИ СССР. Свердловск, 1969. 286 с.
2. Победимова Е.Г. Новый вид ясколки с Урала // Новости систематики высших растений. Л.: Наука, 1968. Т. 5. С. 106-109.
3. Куликов П.В., Золотарева Н.В., Подгаевская Е.Н. Эндемичные растения Урала во флоре Свердловской области. Екатеринбург: Изд-во Голицынский, 2013. 612 с.
4. Горчаковский П.Л. Растительный мир высокогорного Урала. М.: Наука, 1975. 283 с.
5. Князев М.С., Морозова Л.М., Шурова Е.А. Флористический список сосудистых растений // Растительный покров и растительные ресурсы Полярного Урала. Екатеринбург: Изд-во Уральского ун-та, 2006. С. 42-159.
6. Морозова Л.М. Ясколка Игошиной // Красная книга Ямало-Ненецкого автономного округа: животные, растения, грибы / ред. С.Н. Эктова, Д.О. Замятин. Екатеринбург: Изд-во «Баско», 2010. С. 243.
7. Белковская Т.П. Дополнение к флоре Вишерского заповедника и Пермского края по результатам исследований 2006 – 2009 гг. // Ботанические исследования на Урале. Материалы научн. конф., посвящ. памяти П.Л. Горчаковского. Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 2009. С. 30-35.
8. Сторожева М.М. Растительность дунитовых обнажений Кытлымских гор (Средний Урал) // Ботанический журнал. 1978. Т. 64. № 8. С. 1183-1187.
9. Князев М.С. Ясколка Игошиной // Красная книга Свердловской области: животные, растения, грибы. Екатеринбург: ООО «Мир», 2018. С. 188.
10. Куликов П.В., Кирсанова О.Ф. Сосудистые растения заповедника «Денежкин камень» (аннотированный список видов). Флора и фауна заповедников. Вып. 119. М.: Изд-во УрГУПС, 2012. 139 с.
11. Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений. М.: Наука, 1973. 284 с.
12. Ивантер Э.В., Коросов А.В. Основы биометрии: Введение в статистический анализ биологических явлений и процессов. Петрозаводск: ПетрГУ, 1992. 168 с.
13. Ростова Н.С. Корреляции: структура и изменчивость. СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского ун-та, 2002. 308 с.
14. Ростова Н.С. Перспективы исследования общей и согласованной изменчивости // Вопр. общей ботаники: традиции и перспективы: Материалы междунар. науч. конф., посвящ. 200-летию Казанской ботанической школы. Казань: КГУ, 2006. С. 1-2.
15. Ишбирдин А.Р., Ишмуратова М.М. Некоторые направления и итоги исследований редких видов флоры Республики Башкортостан // Вестн. Удм. ун-та. Сер. Биология. Науки о Земле. 2009. Вып. 1. С. 59-72.
16. Злобин Ю.А., Скляр В.Г., Клименко А.А. Популяции редких видов растений: теоретические основы и методика изучения. Сумы: Университетская книга, 2013. 439 с.

17. Заугольнова Л.Б., Жукова Л.А., Комаров А.С., Смирнова О.В. Ценопопуляции растений (очерки популяционной биологии). М.: Наука, 1988. 181 с.
18. Фардеева М.Б., Исламова Г.Р., Чижикова Н.А. Анализ пространственно-возрастной структуры растений на основе информационно-статистических подходов // Уч. зап. Казанского гос. ун-та. Т. 150, № 4. 2008. С. 226–240.

Поступила в редакцию 23.11.2019

Быструшкин Андрей Геннадьевич, кандидат биологических наук, научный сотрудник

E-mail: manrupuner@rambler.ru

Письмаркина Елена Васильевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник

E-mail: elena_pismar79@mail.ru

Ботанический сад УрО РАН

620144, Россия, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202А

A.G. Bystrushkin, E.V. Pismarkina

**LABORATORY GERMINATION OF *CERASTIUM IGOSCHINIAE* POBED.
(CARYOPHYLLACEAE) SEEDS – A RARE ENDEMIC OF THE NORTHERN URALS**

DOI: 10.35634/2412-9518-2019-29-4-555-559

Cerastium igoschiniae Pobed. is a rare endemic of the Northern Urals, growing under specific conditions of high-mountainous stony tundra only on outcrops of ultrabasic rocks. A few populations of this species are threatened with extinction as a result of the destruction of their habitats during the development of ultrabasic rocks by mining companies in the Northern Urals. Previously, attempts to introduce this species were undertaken in the Botanical Garden of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, but were unsuccessful. In this regard, the aim of the research is to study the patterns of germination of *C. igoschiniae* seeds in controlled laboratory conditions. The dynamics of germination is convergent in nature and manifests itself uniformly in the studied population sample. The conditions for the germination of seeds of this species at a constant sufficiently high temperature of 25°C in the dark are close to optimal. Under such conditions, it is possible to predict a steady resumption of the population from the available seed pool based on the spatial uniformity of emergence of seedlings.

Keywords: *Cerastium igoschiniae*, endemism, plant protection, introduction, seed germination.

REFERENCES

1. Gorchakovskiy P.L. *Osnovnye problemy istoricheskoy fitogeografii Urala* [The main problems of the historical phytogeography of the Urals], Iss. 66. *Trudy Instituta ekologii rasteniy i zhivotnykh UFAN SSSR*, Sverdlovsk, 1969, 286 p. (in Russ.).
2. Pobedimova E.G. [A new species of stalks from the Ural], in *Novosti sistematiki vysshikh rasteniy*. Leningrad: Nauka, 1968, vol. 5, pp. 106–109 (in Russ.).
3. Kulikov P.V., Zolotareva N.V., Podgaevskaya E.N. *Endemichnye rasteniya Urala vo flore Sverdlovskoy oblasti* [Endemic plants of the Urals in the flora of the Sverdlovsk region], Ekaterinburg: Goshchitskiy Publ., 2013, 612 p. (in Russ.).
4. Gorchakovskiy P.L. *Rastitel'nyy mir vysokogornogo Urala* [Plant world of the high mountains of the Urals]. Moscow: Nauka, 1975, 283 p. (in Russ.).
5. Knyazev M.S., Morozova L.M., Shurova E.A. [Floristic list of vascular plants], in *Rastitel'nyy pokrov i rastitel'nye resursy Polyarnogo Urala*, Ekaterinburg: Ural'skiy Univ., 2006, pp. 42–159 (in Russ.).
6. Morozova L.M. [*Cerastium igoschiniae*], in *Krasnaya kniga Yamalo-Nenetskogo avtonomnogo okruga: zhivotnye, rasteniya, griby*, Ektova S.N. and Zamyatin D.O. (ed), Ekaterinburg: Basko Publ., 2010, pp. 243 (in Russ.).
7. Belkovskaya T.P. [Addition to the flora of Vishera Reserve and Perm Territory according to the results of studies 2006 – 2009], in *Mater. nauch. konf., posvyashch. pamyati P.L. Gorchakovskogo "Botanicheskie issledovaniya na Urale"*, Perm: Perm. Univ., 2009, pp. 30–35 (in Russ.).
8. Storozheva M.M. [Vegetation of dunite outcrops of Kytlym mountains (Middle Urals)], in *Botanical journal*, 1978, vol. 64, no. 8, pp. 1183–1187 (in Russ.).
9. Knyazev M.S. [*Cerastium igoschiniae*], in *Krasnaya kniga Sverdlovskoy oblasti: zhivotnye, rasteniya, griby*, Ekaterinburg: Mir, 2018, pp. 188 (in Russ.).
10. Kulikov P.V., Kirsanova O.F. *Sosudistye rasteniya zapovednika «Denezhkin kamen'» (annotirovannyi spisok vidov)* [Vascular plants of the Denezhkin Stone Reserve (annotated species list)], *Flora i fauna zapovednikov. Vypusk 119* [Flora and fauna of reserves. Issue. 119], Moscow: Ural'skiy Gos. Univ. putey soobshcheniya, 2012, 139 p. (in Russ.).

11. Mamaev S.A. *Formy vnutrividovoy izmenchivosti drevesnykh rasteniy* [The forms of intraspecific variability of woody plants], Moscow: Nauka, 1973, 284 p. (in Russ.).
12. Ivanter E.V., Korosov A.V. *Osnovy biometrii: Vvedenie v statisticheskiy analiz biologicheskikh yavleniy i protsessov* [Fundamentals of biometrics: Introduction to the statistical analysis of biological phenomena and processes]. Petrozavodsk: Petr. Gos. Univ., 1992, 168 p. (in Russ.).
13. Rostova N.S. *Korrelyatsii: struktura i izmenchivost'* [Correlations: structure and variability]. St.Petersburg: St. Petersburg. Univ., 2002, 308 p. (in Russ.).
14. Rostova N.S. [Prospects for the study of general and consistent variability], in Mater. mezhd. nauch. konf., posvyashchennoy 200-letiyu Kazanskoy botanicheskoy shkoly "Voprosy obshchey botaniki: traditsii i perspektivy", Kazan': Kazan. Gos. Univ., 2006, pp. 1–2 (in Russ.).
15. Ishbirdin A.R., Ishmuratova M.M. [Some directions and results of studies of rare species of flora of the Republic of Bashkortostan], in *Vestn. Udmurt. Univ. Ser. Biologiya. Nauki o Zemle*, 2009, iss. 1, pp. 59–72 (in Russ.).
16. Zlobin Yu.A., Sklyar V.G., Klimenko A.A. *Populyatsii redkikh vidov rasteniy: teoreticheskie osnovy i metodika izucheniya* [Populations of rare plant species: theoretical foundations and methods of study], Sumy: Universitetskaya kniga, 2013, 439 p. (in Russ.).
17. Zaugol'nova L.B., Zhukova L.A., Komarov A.S., Smirnova O.V. *Tsenopopulyatsii rasteniy (ocherki populyatsionnoy biologii)* [Coenopopulations of plants (essays on population biology)], Moscow: Nauka, 1988, 181 p. (in Russ.).
18. Fardeeva M.B., Islamova G.R., Chizhikova N.A. [Analysis of the spatial-age structure of plants based on information-statistical approaches], in *Uchenye zapiski Kazanskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2008, vol. 150, no. 4, pp. 226–240 (in Russ.).

Received 23.11.2019

Bystrushkin A.G., Candidate of Biology, Researcher

E-mail: manpupuner@rambler.ru

Pismarkina E.V., Candidate of Biology, Senior researcher

E-mail: elena_pismar79@mail.ru

Botanical Garden of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences
8 Marta st., 202A, Yekaterinburg, Russia, 620144