

Научная статья

УДК 581.522.4 (470.21)

doi:10.37614/2949-1185.2024.3.1.011

ОЦЕНКА ПОСЕВНЫХ КАЧЕСТВ СЕМЯН И СЕЗОННОГО РАЗВИТИЯ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ, ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ В ПОЛЯРНО-АЛЬПИЙСКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ-ИНСТИТУТЕ

**Надежда Николаевна Тростенюк¹, Екатерина Александровна Святковская²,
Наталья Владимировна Салтан³**

^{1–3}Полярно-альпийский ботанический сад-институт имени Н. А. Аврорина
Кольского научного центра Российской академии наук, Апатиты, Россия

¹tnn_aprec@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6574-9624>

²svyatkovskaya@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4069-7020>

³saltan.natalya@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5905-9774>

Аннотация

Изучены феноритмы и посевные качества семян 8 видов травянистых многолетних растений (*Arnica unalaschcensis*, *Aster bellidiastrium*, *Cirsium spinosissimum*, *Doronicum glaciale*, *Erigeron glacialis*, *Geum rhodopeum*, *G. virginianum*, *Rheum tataricum*), интродуцированных в ПАБСИ. Самый ранний срок созревания семян выявлен у *Aster bellidiastrium*, *Doronicum glaciale*, *Erigeron glacialis*, несколько поздний — у *Arnica unalaschcensis*, *Rheum tataricum*. Для этих видов получены высокие показатели лабораторной всхожести (92–100 %), что свидетельствует об их успешной адаптации к условиям региона. Самый растянутый срок созревания семян с низкой всхожестью (37 %) выявлен у *Cirsium spinosissimum*.

Ключевые слова:

интродукция, травянистые растения, фенология, сезонное развитие, лабораторная всхожесть семян, Кольское Заполярье

Благодарности:

работы выполнены на уникальной научной установке «Коллекции живых растений Полярно-альпийского ботанического сада-института», рег. № 499394.

Для цитирования:

Тростенюк Н. Н., Святковская Е. А., Салтан Н. В. Оценка посевных качеств семян и сезонного развития многолетних травянистых растений, интродуцированных в Полярно-альпийском ботаническом саду-институте // Труды Кольского научного центра РАН. Серия: Естественные и гуманитарные науки. 2024. Т. 3, № 1. С. 91–103.
doi:10.37614/2949-1185.2024.3.1.011.

Original article

ASSESSMENT OF SOWING QUALITIES OF SEEDS AND SEASONAL DEVELOPMENT OF PERENNIAL HERBAL PLANTS INTRODUCED AT THE POLAR-ALPINE BOTANICAL GARDEN-INSTITUTE

Nadezhda N. Trostenyuk¹, Ekaterina A. Svyatkovskaya², Natalia V. Saltan³

^{1–3}Avrorin Polar-Alpine Botanical Garden-Institute of the Kola Science Centre
of the Russian Academy of Sciences, Apatity, Russia

¹tnn_aprec@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6574-9624>

²svyatkovskaya@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4069-7020>

³saltan.natalya@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5905-9774>

Abstract

The study investigated the phenorhythms and sowing qualities of seeds from eight herbaceous perennial plant species (*Arnica unalaschcensis*, *Aster bellidiastrium*, *Cirsium spinosissimum*, *Doronicum glaciale*, *Erigeron glacialis*, *Geum rhodopeum*, *G. virginianum* and *Rheum tataricum*) introduced in Polar-Alpine Botanic Garden-Institute. *Aster bellidiastrium*, *Doronicum glaciale*, and *Erigeron glacialis* exhibited the earliest seed ripening, while *Arnica unalaschcensis*, and *Rheum tataricum* displayed a somewhat delayed ripening process. Notably, these species demonstrated high laboratory germination rates ranging from 92 % to 100 %, indicating their successful adaptation to the local environmental conditions. Conversely, *Cirsium spinosissimum* exhibited an extended period of seed maturation, with a lower germination rate of 37 %.

Keywords:

introduction, herbaceous plants, phenology, laboratory seed germination, Kola Polar Region

Acknowledgements:

the work was carried out at the Unique scientific installation “Collection of living plants of the Polar-Alpine Botanical Garden-Institute”, No. 499394.

For citation:

Trostenyuk N. N., Svyatkovskaya E. A., Saltan N. V. Assessment of sowing qualities of seeds and seasonal development of perennial herbal plants introduced at the Polar-Alpine Botanical Garden-Institute. *Transactions of the Kola Science Centre of RAS. Series: Natural Sciences and Humanities*, 2024, Vol. 3, No. 1, pp. 91–103.
doi:10.37614/2949-1185.2024.3.1.011.

Введение

Деятельность ботанических садов свидетельствует, что интродукция является эффективным, а иногда единственным способом сохранения биологического разнообразия растений, а также методом увеличения численности сохраняемого таксона и расширения его культурного ареала [15; 30; 31]. Ботанические сады служат для сохранения генофонда растений, расширяют ареал произрастания редких и исчезающих, а также эндемичных видов [3; 6–8; 11; 13; 28].

Полярно-альпийский ботанический сад-институт (ПАБСИ) с первых дней создания проводит интродукционные испытания и вводит в культуру новые виды растений, ранее не встречающиеся в аборигенной флоре Кольского Севера. В результате интродукционного эксперимента за полярным кругом на коллекционных питомниках ПАБСИ прошли испытания более 5000 видов растений различного экологического-географического происхождения. В настоящее время в коллекции интродуцированных многолетних растений ПАБСИ содержится 1266 видов и таксонов внутривидового ранга, которые относятся к 265 родам, 51 семейству.

Получение качественного семенного материала — один из показателей успешности интродукции. Возможность семенного размножения интродуцентов в конечном счете зависит от качества семян, которые могут служить одним из критериев степени акклиматизации вида в новом районе. Сохранение жизнеспособности семян — важное биологическое свойство вида, определяющее его положение, состояние в составе фитоценоза и один из стратегических факторов успешной его интродукции за пределы ареала.

По мнению Н. В. Трулевича [21], выращивание растений из семян — наиболее эффективный способ пополнения коллекций, так как обеспечивается их лучшая адаптация к новым условиям произрастания.

В 1970–1980-х гг. в ПАБСИ начаты исследования по изучению всхожести семян некоторых интродуцентов. В это же время были установлены закономерности изменения количественной и качественной характеристик плодоношения изучаемых растений в зависимости от их биологии, экологии, географического происхождения, возраста и кратности репродукции [4; 5]. В настоящее время эти исследования продолжены [16–20].

Целью настоящей работы стала оценка всхожести семян 8 видов интродуцированных травянистых многолетних растений на коллекционных питомниках ПАБСИ как показателя успешности интродукции.

Материалы и методы

Сбор семян проводился в 2021 г. с растений, выращенных в ПАБСИ, расположенному на Кольском полуострове в центре Хибин, природно-климатические условия которого определяются поступлением солнечной радиации, процессами циркуляции воздушных масс, характером подстилающей поверхности, особенностями рельефа и растительного покрова. Из географических факторов, влияющих на климат, наиболее существенны широта и высота местности, близость к Баренцеву и Белому морям, а также теплому течению Гольфстрим, влияние которого сказывается на повышении зимних температур и понижении летних, в результате чего зима в Мурманской области мягкая, а лето прохладное. Самая высокая средняя температура отмечается в июле — +12 ... +14 °С. Средняя температура наиболее холодных зимних месяцев (январь, февраль) не опускается ниже -13 °С [25]. Зимой, осенью и в начале весны наиболее часты южные и юго-западные ветры, летом — северные и северо-восточные. Средняя годовая скорость ветра составляет 3 м/сек [26]. За год в среднем выпадает 700 мм осадков. Снежный покров окончательно устанавливается в середине октября — начале ноября. Особенностью

климатических условий данного района является сравнительно короткий вегетационный период, который составляет 90–115 дней. Почти ежегодно отмечаются заморозки в конце июня — начале июля и в конце августа [14].

Интродукционные питомники с многолетними травянистыми растениями расположены в подзоне редкостойной северной тайги, в парковой части ПАБСИ, на первой и второй озерных террасах (316 и 340 м над ур. моря). Для сбора семян основным является семенной питомник, созданный в начале 1970-х гг., который также предназначен для массового размножения декоративных травянистых многолетников, включенных в озеленительный ассортимент городов Заполярья. Планировка питомника строго регулярная и представлена параллельно расположенными грядками. В настоящее время здесь содержится более 100 видов и таксонов внутривидового ранга многолетних травянистых растений из 27 семейств. В 2017 г. часть питомника была использована для создания экспозиции редких и нуждающихся в охране видов травянистых растений площадью 260 м².

С целью изучения адаптационных способностей травянистых интродуцентов в коллекции ПАБСИ определена всхожесть у 8 видов растений (*Arnica unalaschcensis* Less., *Aster bellidiastrum* Scop., *Cirsium spinosissimum* (L.) Scop., *Doronicum glaciale* (Wulf.) Nyman, *Erigeron glacialis* (Nutt.) A.Nelson, *Geum rhodopeum* Stoj. et Stef., *G. virginianum* L., *Rheum tataricum* L. f.), которые принадлежат 3 семействам: *Asteraceae* Dumort. (5), *Rosaceae* Juss. (2), *Polygonaceae* Juss. (1). Латинские названия семейств, родов и видов растений приведены согласно World Flora Online.

Плодоносящие виды растений в питомнике можно разделить на три группы: 1) дающие зрелые семена ежегодно (90 %); 2) семена которых созревают в зависимости от погодных условий (8 %); 3) не имеющие зрелых семян из-за позднего цветения (2 %).

В течение всего вегетационного периода 2021 г. каждые 2–3 дня проводили фенологические наблюдения за ростом и развитием исследуемых видов по общепринятым методикам [2; 9]. Фиксировали основные фенологические фазы: вегетация, бутонизация, начало и конец цветения, созревание семян. Три раза за вегетационный сезон (в начале вегетации, в фазы массового цветения (более 50 %) и плодоношения) измеряли высоту растений и размеры цветков.

Правильно и вовремя собранные семена — залог высокой всхожести. В условиях Кольского Севера основной период их созревания — с середины июля до второй декады сентября. В целях лучшей сохранности семена собирали в сухую, солнечную погоду после высыхания росы. Это особенно важно для семейства *Asteraceae*, так как соцветия-корзинки, собранные при высокой влажности, могут сгнить во время сушки. В тепле они нагреваются, покрываются плесенью и портятся. Признаками готовности семян семейства *Asteraceae* (*Arnica unalaschcensis*, *Aster bellidiastrum*, *Doronicum glaciale*, *Cirsium spinosissimum* и *Erigeron glacialis*) являются легкое отделение язычковых цветков от отцветшей корзинки, появление пушка в соцветии, а также изменение формы корзинки — она разваливается в стороны. В этот период лучше всего проводить сбор семян, иначе они начнут осыпаться и будут потеряны самые лучшие и полноценные из них.

Семенной материал, собранный только со здоровых растений, хорошо просушивали, для этого пакеты держали приоткрытыми. С начала октября начинали очистку семян, после которой они хранились в течение шести месяцев в помещении при температуре воздуха в весенне и летнее время от 15–20 °C, в осенне и зимнее — 20–25 °C. Посевные качества семян определяли по показателям лабораторной всхожести и периоду прорастания. Лабораторную всхожесть проводили по общепринятой методике: 100 штук зрелых семян каждого вида в 3-кратной повторности прорашивали в чашках Петри на фильтровальной бумаге, смоченной водой. Проросшие семена ежедневно подсчитывали в течение всего периода наблюдений [10; 12].

Результаты и обсуждение

Ареал естественного произрастания, предпочтительные места обитания, описание изученных видов растений представлены в таблице.

При семенном размножении важными являются посевные качества семян, в особенности всхожесть, поскольку только из здоровых семян можно получить декоративные растения высокого качества.

Описание исследованных видов травянистых многолетних растений

Природное распространение	Информация о поступлении	Описание цветков/плодов
1	2	3
Дальний Восток России, Япония и Алеутские острова. Произрастает на щебнисто-глинистых склонах, вулканических шлаковых полях, нивальных луговинах, в щебнисто-кустарничковой горной тундре, реже — на песчано-галечниковых наносах и среди кустарников в поймах рек [23]	<i>Arnica matsumaeensis</i> (Asteraceae) В Саду испытывается с 1982 г., семена от растений, выращенных в культуре, получены из г. Тромсё (Норвегия)	Соцветие — одиночная корзинка 3,5 см в диаметре. Цветки желтые. Плоды — мелкие темно-серые семянки с хохолком из волосков, чуть превышающим длину самой семянки. Цвет семянок от желтовато-зеленого до тёмно-серого или черноватого. Семянка длиной 3–4,5 мм, линейная, серая, покрыта рассеянными, косо вверх направленными волосками, иногда почти голая. Семена созревают ежегодно
Распространение — горы Центральной и Южной Европы, в Альпах. Произрастает на незатененных скальных склонах и обильных насыпях от предгорий и выше. В Альпийских Альпах он поднимается к северу от вершины Иffen на высоту 2000 м, но может встречаться и выше [29]	<i>Aster bellidifolium</i> (Asteraceae) В Саду испытывается с 1999 г., семена собраны в природе получены из г. Лансинга (США)	Соцветие — одиночная корзинка 3,0 см в диаметре. Линейные язычковые цветки в два раза длиннее обертки. Лепестки венчика белые. Семянки волнистые, имеют паппус, который состоит из желтовато-белых, мелкожерстных штиникоук длиной 4–5 мм. Семена созревают ежегодно
Встречается во Франции, Италии, Германии, Швейцарии, Австрии и на Балканах. Пронзрастает в сухих каменистых местах [https://ru.wikipedia.org/wiki/Cirsium_spinosissimum]	<i>Cirsium spinosissimum</i> (Asteraceae) В Саду испытывается с 1999 г., семена от растений, выращенных в культуре, получены из г. Женевы (Швейцария)	Соцветие — корзинка, терминальное, шаровидное, окружено жесткой желтоватой оберткой. Окраска цветка бледно-желтая, диаметром 2,5 см. Плод размером 4 мм, придаток паппус около 1,5 мм длиной. Семена созревают ежегодно
Встречается в Германии, Австрии. Предпочитает осыпи, каменистые местообитания [https://ru.wikipedia.org/wiki/Doronicum_glaciale]	<i>Doronicum glaciale</i> (Asteraceae) В Саду испытывается с 2013 года, семена от растений, выращенных в культуре, получены из г. Акорейри (Исландия)	Соцветие — корзинка, желтого цвета. Диаметр цветка 7,0 см. Плоды — семянки, продолговатые или продолговато-кубартальные, тупые, с 10 равными продольными ребрышками, зрелые бурые или темно-коричневые, гладкие или покрыты прижатыми, вверх направленными бельмами, прямыми волосками. Семена созревают ежегодно

Окончание табл.

1	2	3
	<i>Erigeron glacialis</i> (Asteraceae)	
Основная область распространения — Северная Америка (северо-запад). В России известен только с Командорских островов и юга Камчатки, представлен здесь на западной границе ареала. Кустарничковые и кустарничково-разнотравные тундры, приморские склоны, приснежные лужайки [1]	В Саду испытывается с 1989 г., семена от растений, выращенных в культуре, получены из г. Акторейри (Исландия)	Корзинки 4–5 см в диаметре, одиночные. Окраска цветка розово-сиреневая. Плоды семянки, семена мелкие, на каждом семени есть серебристый хохолок. Семена созревают ежегодно
	<i>Geum rhodopeum</i> (Rosaceae)	
Эндемик на Балканском полуострове (Болгария, Греции и Македония). В Греции встречается в северо-восточной части страны, а также на острове Тасос, в Болгарии — в западной части гор Родопы и на Фракийской равнине. Произрастает на известковых горных скалах [27]	В Саду испытывается с 1957 г., семена от растений, выращенных в культуре, получены из г. Либеррия (Чехия)	Цветки желтые, широко раскрытые, смотрящие вверх, собраны по 3–5 штук в зонтиковидные или метельчатые соцветия. Диаметр цветка 1,2 см. Плод — многоорешок. Семена с хвостиком, загнутым крючком на конце, легко отпадают от цветка. Семена созревают ежегодно
	<i>Geum virginianum</i> (Rosaceae)	
Сухие открытые места широколиственной зоны Канады [https://gobotany.nativeplanttrust.org/species/geum/virginianum/]	В Саду испытывается с 1956 г., семена от растений, выращенных в культуре, получены из г. Праги (Чехия)	Цветки на длинных цветоножках, густо опущенных мелкими бархатистыми волосками, и с редкими более длинными раскидистыми волосками. Чашелистники 3,5–5,0 мм длиной, чередующиеся с более короткими чашелистиками. Лепестки 2–4 мм длиной, заметно короче чашелистиков, от кремовых до желтых. Диаметр цветка 1,0 см. Плод сухой, но при созревании не раскалывается. Семена созревают ежегодно
	<i>Rheum latitarcum</i> (Polygonaceae)	
Эндемик Средней Азии, Заволжский район европейской части России. На территории бывшего СССР — европейская часть (Заволжье). Средняя Азия — Аразо-Каспийский и Приобалхашский регионы. Растет по степям, на щебнистых, глинистых склонах и на солонцах [22]	В Саду испытывается с 1939 г., семена от растений, выращенных в культуре, получены из г. Москвы (Гимирязевская сельскохозяйственная академия)	Цветки желтоватые, диаметром 0,4 см. Плоды длиной 10–12 мм, шириной 8–10 мм. Орешки обратнояйцевидной формы, темно-бурые, мелко морщинистые, крылья узкие, шириной 1–1,5 мм, темно-красно-бурые, кверху суживающиеся, с жилкой по самому краю крыла. Доли околоплодника прикреплены к плоду. Семена созревают ежегодно

Анализ результатов показал, что максимальную лабораторную всхожесть (92–100 %) имели семена *Erigeron glacialis*, *Rheum tataricum*, *Arnica unalaschensis*, *Aster bellidiastrum*, *Doronicum glaciale* (рис. 1). Минимальная лабораторная всхожесть определена у *Cirsium spinosissimum* — 37 %.

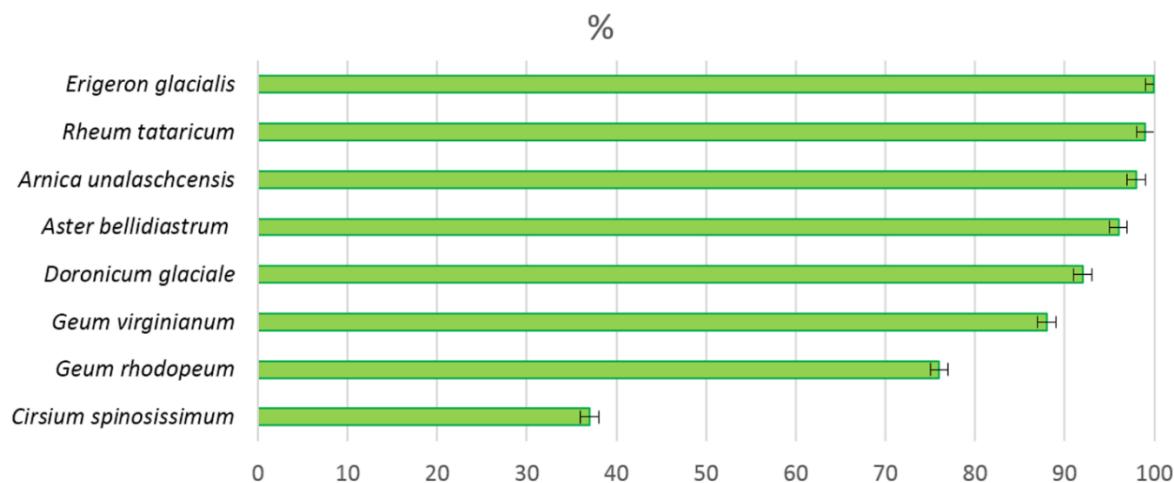


Рис. 1. Лабораторная всхожесть семян, %

Исследуемые образцы различались по динамике прорастания семян. По данному показателю их можно условно разделить на две группы: 1) растения с коротким периодом появления проростков (6–14 дней); 2) растения с продолжительным и неравномерным прорастанием 27–39 дней (рис. 2). Массовое прорастание (более 50 %) семян приходилось преимущественно на середину срока определения всхожести у *Arnica unalaschensis*, *Geum rhodopeum*, *G. virginianum*. У остальных видов ближе к концу периода (см. рис. 2).

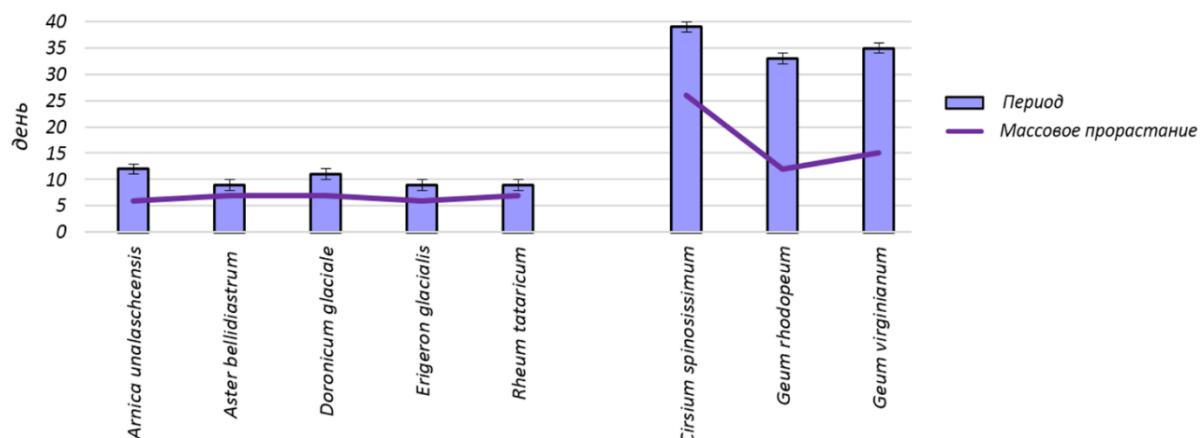


Рис. 2. Динамика прорастания семян изученных травянистых многолетников

Процесс формирования семян для каждого вида растений значительно зависит от фаз прохождения сезонного развития, возможности адаптировать свою феноритмику к новым условиям. Фенологические ритмы зависят от особенностей регионального климата, варьируют от показателей температуры и влажности вегетационного периода конкретного года.

Погодные условия вегетационного сезона 2021 г. на основе данных метеостанции (Envoy 8X Davis Instruments), расположенной в территории ПАБСИ, в целом характеризовались как благоприятные для роста и развития растений (рис. 3). Отмечена засушливая и относительно жаркая первая декада июля.

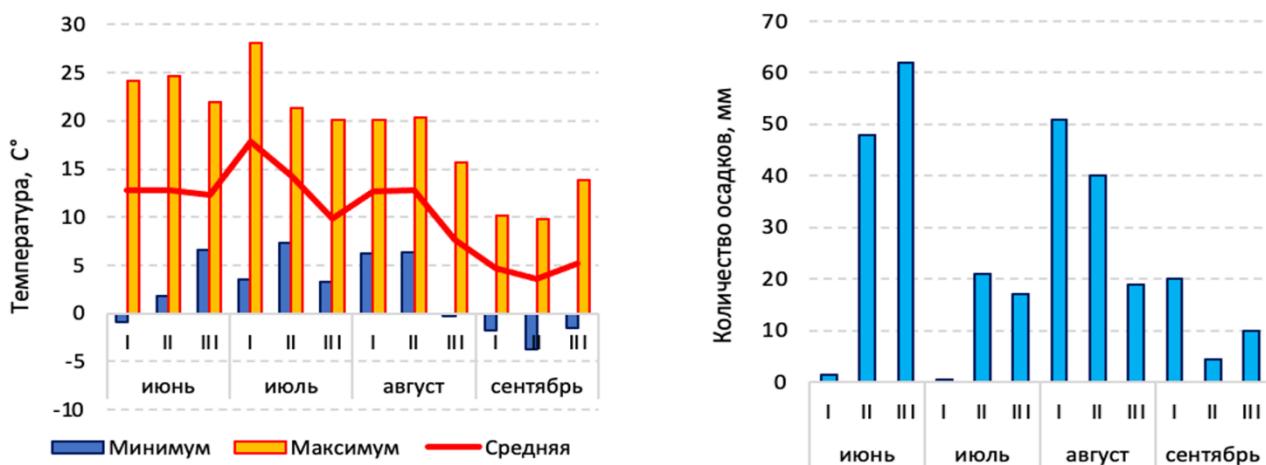


Рис. 3. Погодные условия вегетационного сезона 2021 г.

Для изученных растений построены феноспектры на основе данных фенологических наблюдений, проведенных в 2021 г. (рис. 4). Начало вегетации приходится на первую декаду июня. Самый ранний срок характерен для *Doronicum glaciale*, самый поздний — для *Arnica unalaschensis* и *Cirsium spinosissimum*. Период начала цветения у разных видов варьировал с 25 июня (*Doronicum glaciale*) до 15 июля (*Arnica unalaschensis*). Раньше всех полностью отцветал *Geum rhodopeum* (самый короткий период цветения — 10 дней), позже всех — *Geum virginianum* (23 августа) и *Cirsium spinosissimum* (25 августа).

Самым ранним сроком созревания семян характеризовались *Doronicum glaciale*, *Erigeron glacialis*, а также *Aster bellidiastrum* (25 июля — 9 августа). Для этих видов получены высокие показатели лабораторной всхожести, что свидетельствовало об их высокой адаптационной способности. *Arnica unalaschensis* и *Rheum tataricum*, несмотря на более длительный период созревания (конец августа), сформировали полноценные семена, вследствие чего их лабораторная всхожесть имела высокие показатели. Для двух родственных видов *Geum rhodopeum* и *Geum virginianum* показан растянутый срок формирования семян, особенно первого вида, у которого и лабораторная всхожесть оказалась ниже. У вида с самыми низкими значениями всхожести — *Cirsium spinosissimum* — стадия завязывания семян приходится на конец июля и длится до середины сентября, что, вероятно, недостаточно для формирования зрелых семян.

Заключение

Изучение посевных качеств семян 8 видов травянистых многолетних растений (*Arnica unalaschensis*, *Aster bellidiastrum*, *Cirsium spinosissimum*, *Doronicum glaciale*, *Erigeron glacialis*, *Geum rhodopeum*, *Geum virginianum*, *Rheum tataricum*), интродуцированных в ПАБСИ, выявило различия по всхожести и динамике прорастания семян. Показана высокая лабораторная всхожесть семян у *Erigeron glacialis*, *Rheum tataricum*, *Arnica unalaschensis*, *Aster bellidiastrum*, *Doronicum glaciale* (92–100 %), с периодом прорастания 6–14 дней. Минимальные показатели у *Cirsium spinosissimum* (37 %), с периодом прорастания 39 дней.

Фенологические наблюдения за ростом и развитием растений продемонстрировали, что самым ранним сроком созревания семян характеризовались *Aster bellidiastrum*, *Doronicum glaciale*, *Erigeron glacialis* (25 июля — 9 августа). *Arnica unalaschensis* и *Rheum tataricum* за вегетационный период успевали сформировать полноценные семена, хотя и имели более продолжительный период их созревания. Для вышеперечисленных видов получены высокие показатели лабораторной всхожести, что свидетельствует об их высоком адаптационном потенциале к условиям Крайнего Севера. Слабой адаптационной способностью характеризовался *Cirsium spinosissimum*, его период созревания семян был продолжительным и менее успешным, чем у других видов.

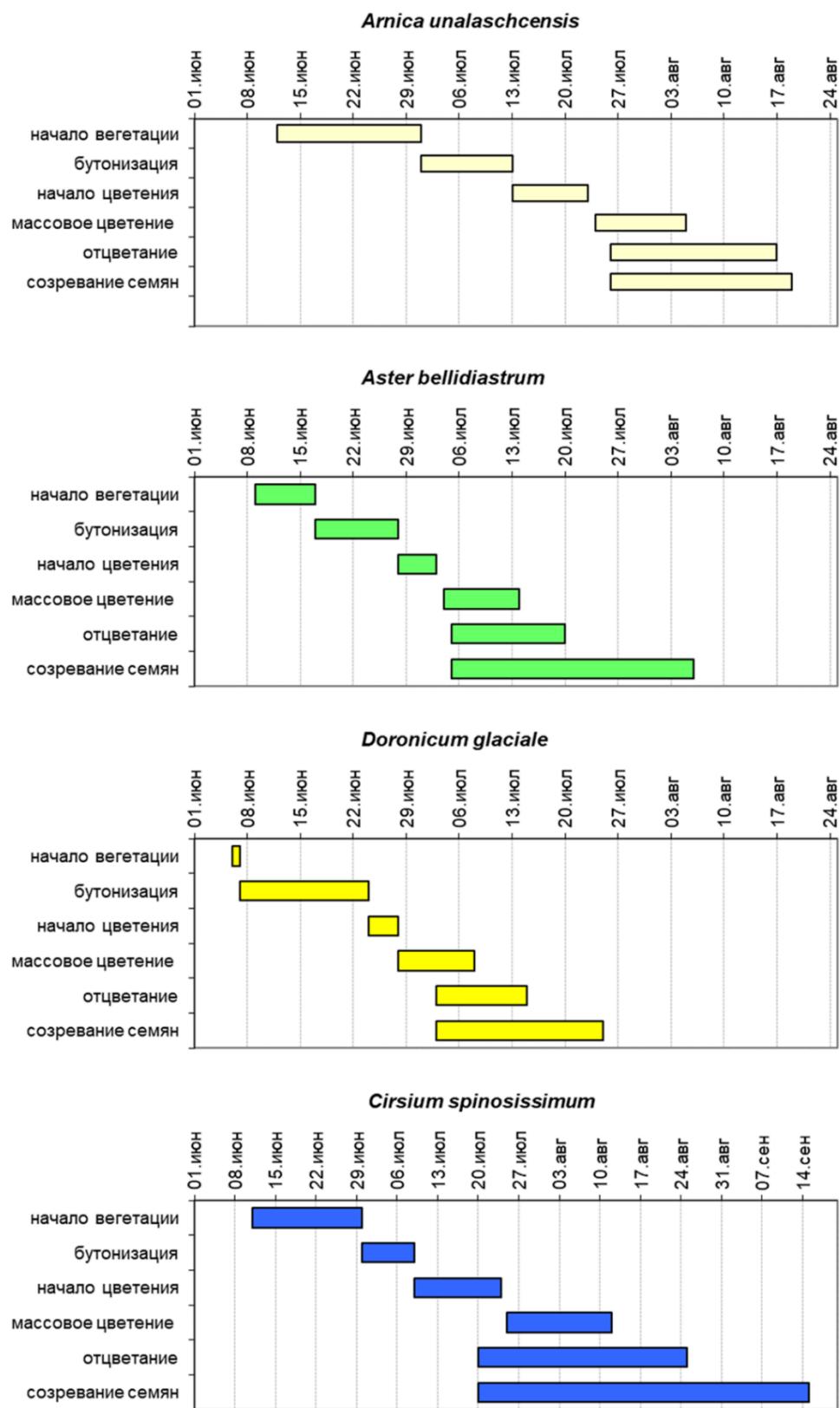


Рис. 4. Феноспектры развития изученных растений в 2021 г. (начало)

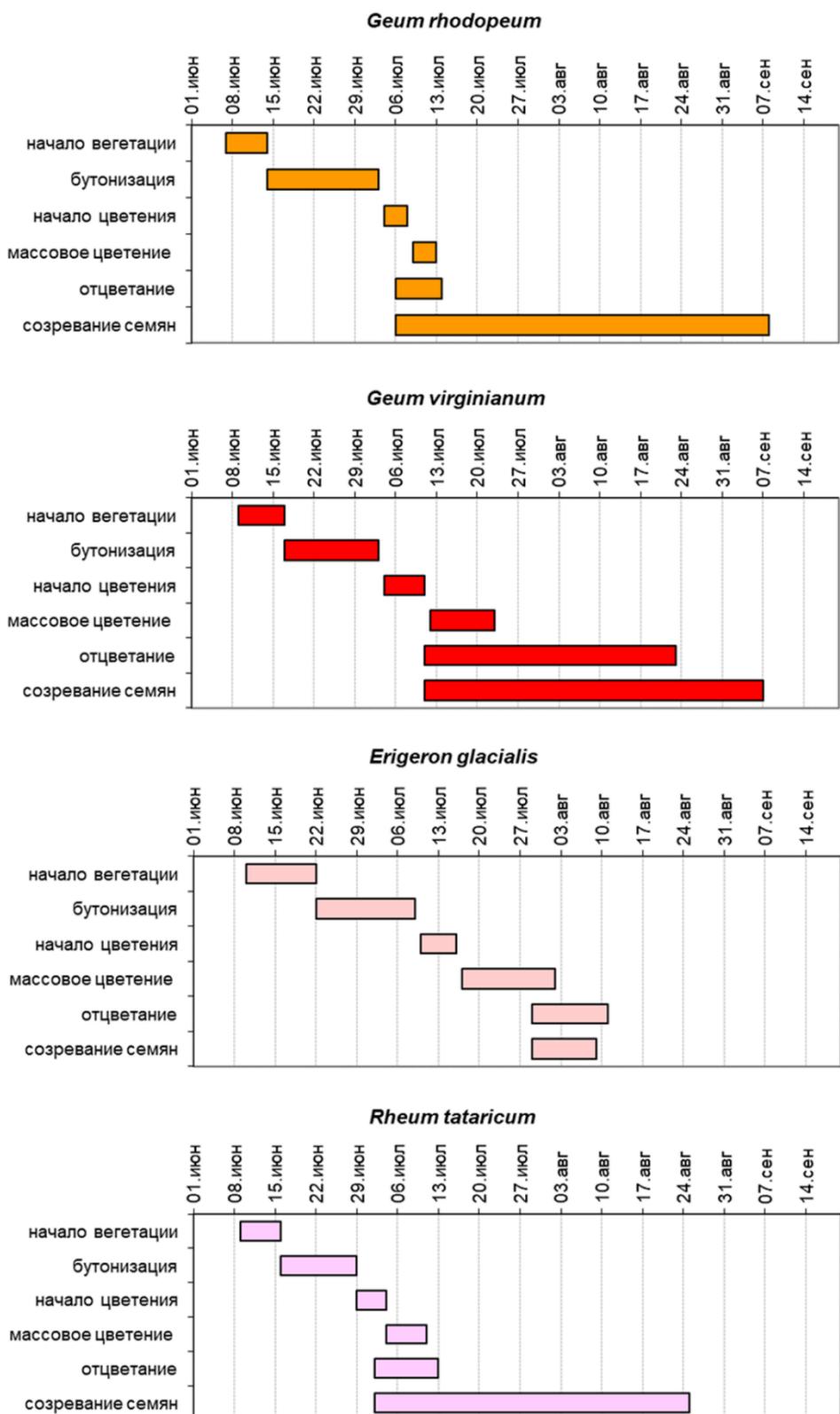


Рис. 4. Феноспектры развития изученных растений в 2021 г. (окончание)

Список источников

1. Баркалов В. Ю. Семейство Астровые — Asteraceae Dumort. Сосудистые растения советского Дальнего Востока. СПб.: Наука, 1992. Т. 6. 428 с.
2. Бейдеман И. Н. Методика фенологических наблюдений при геоботанических исследованиях. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1954. 130 с.
3. Бондорина И. А., Кабанов А. В., Мамаева А. В. Подходы к формированию и поддержанию коллекционного фонда сортов травянистых многолетников отдела декоративных растений ГБС РАН // Вестник Удмуртского ун-та. 2016. Т. 26, № 3. С. 40–45.
4. Вирачева Л. Л. Всхожесть семян некоторых видов растений, рекомендованных для озеленения городов и поселков Крайнего Севера, в зависимости от сроков хранения // Флористические исследования и зеленое строительство в Мурманской области. Апатиты, 1975. С. 98–105.
5. Вирачева Л. Л. О качестве семян козульников, пригодных для озеленения городов Мурманской области // Декоративные растения и зеленое строительство за Полярным кругом. Апатиты, 1987. С. 18–22.
6. Волкова Г. А., Рябинина М. Л., Моторина Н. А. Научно-практические аспекты интродукции декоративных травянистых растений на европейском северо-востоке России // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т. 16, № 1 (3). С. 728–731.
7. Вронская О. О. Интродукция редких и исчезающих видов в Кузбасском ботаническом саду // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. 2019. Т. 18, № 1. С. 566–569.
8. Интродукция и селекция декоративных растений в Никитском ботаническом саду (современное состояние, перспективы развития и применение в ландшафтной архитектуре): Монография / под общ. ред. Ю. В. Плугатаря. Ялта: ГБУ РК «НБС-ННЦ», 2015. 435 с.
9. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР // Бюл. Гл. ботан. сада. 1979. Вып. 113. С. 3–8.
10. Методические указания по семеноведению интродуцентов. М.: Наука, 1980. 64 с.
11. Молканова О. И., Горбунов Ю. Н., Ширнина И. В., Егорова Д. А. Применение биотехнологических методов для сохранения генофонда редких видов растений // Ботанический журнал 2020, Т. 105, № 6. С. 610–619. doi:10.31857/S0006813620030072.
12. Николаева М. Г., Разумова М. В., Гладкова В. Н. Справочник по проращиванию покоящихся семян. Л.: Наука, 1985. 346 с.
13. Реут А. А., Миронова Л. Н. Интродукция декоративных травянистых многолетников в Республике Башкортостан // Экосистемы, их оптимизация и охрана. 2014. Вып. 11. С. 267–270.
14. Семко А. П. Климатическая характеристика Полярно-альпийского ботанического сада // Флора и растительность Мурманской области. Л., 1972. С. 73–129.
15. Стратегия ботанических садов России по сохранению биоразнообразия растений / отв. ред. Л. Н. Андреев. М., 2003. 32 с.
16. Тростенюк Н. Н., Кудрявцева О. В. Влияние сроков хранения на посевные качества семян и выращивание рассады *Bergenia crassifolia* (L.) Fritsch интродуцированного в Заполярье // Растительные ресурсы для здоровья человека (возделывание, переработка, маркетинг): Тез. 1-й междунар. науч.-практич. конф. (Сергиев Посад, 23–27 сент. 2002 г.). Сергиев Посад, 2002. С. 25–29.
17. Тростенюк Н. Н., Кудрявцева О. В. Семенной обмен с ботаническими садами Азиатской части Кольского полуострова // Ботанические исследования в Азиатской России. Ботаническое образование в России. Т. 3. Тез. 11-го съезда РБО (Барнаул, 17–27 августа 2003 г.). Барнаул, 2003. С. 258–260.
18. Тростенюк Н. Н., Кудрявцева О. В., Вирачева Л. Л. Интродукционный эксперимент как один из способов расширения видового разнообразия Кольского Севера // Жизнь в гармонии: Ботанические сады и общество: Матер. Междунар. науч. конф., посвящ. 125-летию Ботанического сада Тверского госуниверситета (Тверь, 19–22 сент. 2004 г.). Тверь, 2004. С. 79–81.

19. Тростенюк Н. Н., Святковская Е. А. Эффективные способы размножения интродукционных травянистых растений на Кольском Севере // Биологическое разнообразие. Интродукция растений. Материалы четвертой Междунар. науч. конф. (Санкт-Петербург, 5–8 июня 2007 г.). СПб., 2007. С. 622–623.
20. Тростенюк Н. Н., Святковская Е. А., Салтан Н. В. Поиск эффективных путей получения посадочного материала *Arnica montana* L. в условиях Кольского Заполярья // Агропромышленные технологии Центральной России. 2019. Вып. 1 (11). С. 59–68.
21. Трулевич Н. В. Эколого-фитоценотические основы интродукции растений. М.: Наука, 1991. 215 с.
22. Флора СССР. Т. 5 / под ред. В. Л. Комарова. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1936. С. 489–490.
23. Харкевич С. С. Сосудистые растения советского Дальнего Востока. СПб.: Наука, 1992. Т. 6. С. 27.
24. Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб.: Мир и семья, 1995. 990 с.
25. Яковлев Б. А. Климат Мурманской области. Мурманск: Кн. изд-во, 1961. 180 с.
26. Яковлев Б. А. Что такое полярная ночь и почему зимой на севере теплее, чем на юге // Природа Мурманской области. Мурманск: Кн. изд-во, 1964. С. 47–55.
27. Assyov B., Petrova A., Dimitrov D. and Vasilev R. 2012. Conspectus of the vascular flora of Bulgaria. Sofia, Bulgarian biodiversity foundation.
28. Boom B. B. The role of The New York Botanical Garden in plant and fungal conservation // Brittonia. 2016. 68 (3). doi:10.1007/s12228-016-9421-9.
29. Frodin D. G. Guide to standard floras of the world. 2. Auflage. Cambridge University Press, Cambridge 2001. P. 572–574.
30. Mitrofanova I. V., Molkanova O. I. Biotechnology strategy of plant biodiversity conservation in botanical gardens of Russia // Acta Horticulturae 2020. DOI:10.17660/ActaHortic.2020.1298.32.
31. Ojeleye A. E., Iyiola A. O., Babafemi O. P., Adebayo O. S. Botanical Gardens: A Reliable Tool for Documenting Sustainability Patterns in Vegetative Species // Biodiversity in Africa: Potentials, Threats and Conservation. 2022. P. 51–77. doi:10.1007/978-981-19-3326-4_3.

References

1. Barkalov V. Yu. *Semejstvo Astrovye — Asteraceae Dumort. Sosudistye rasteniya sovetskogo Dal'nego Vostoka*. Saint Petersburg, Nauka, 1992, vol. 6, 428 p. (In Russ.).
2. Bejdeman I. N. *Metodika fenologicheskikh nablyudenij pri geobotanicheskikh issledovaniyah*. Moscow; Leningrad, Izd-vo AN SSSR, 1954, 130 p. (In Russ.).
3. Bondorina I. A., Kabanov A. V., Mamaeva A. V. Podhody k formirovaniyu i podderzhaniyu kollektivnogo fonda sortov travyanistykh mnogoletnikov otdela dekorativnyh rastenij GBS RAN. *Vestnik Udmurtskogo un-ta*, 2016, vol. 26, no. 3, pp. 40–45. (In Russ.).
4. Viracheva L. L. Vskhozhest' semyan nekotoryh vidov rastenij, rekomendovannyh dlya ozeleneniya gorodov i poselkov Krajnego Severa, v zavisimosti ot srokov hraneniya. *Floristicheskie issledovaniya i zelenoe stroitel'stvo v Murmanskoy oblasti*. Apatity, 1975, pp. 98–105. (In Russ.).
5. Viracheva L. L. O kachestve semyan kozul'nikov, prigodnyh dlya ozeleneniya gorodov Murmanskoj oblasti. *Dekorativnye rasteniya i zelenoe stroitel'stvo za Polyarnym krugom*. Apatity, 1987, pp. 18–22. (In Russ.).
6. Volkova G. A., Ryabinina M. L., Motorina N. A. Nauchno-prakticheskie aspekty introdukcii dekorativnyh travyanistykh rastenij na evropejskom severo-vostoke Rossii. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk*, 2014, vol. 16, no. 1 (3), pp. 728–731. (In Russ.).
7. Vronskaya O. O. Introdukciya redkikh i ischezayushchih vidov v Kuzbasskom botanicheskem sadu. *Problemy botaniki Yuzhnoj Sibiri i Mongolii*, 2019, vol. 18, no. 1, pp. 566–569. (In Russ.).
8. *Introdukciya i selekciya dekorativnyh rastenij v Nikitskom botanicheskem sadu (sovremennoe sostoyanie, perspektivy razvitiya i primenenie v landscape arhitektury)*. Yalta, GBU RK “NBS-NNC”, 2015, 435 p. (In Russ.).

9. Metodika fenologicheskikh nablyudenij v botanicheskikh sadakh SSSR. *Gl. botan. sada*, 1979, issue 113, pp. 3–8. (In Russ.).
10. *Metodicheskie ukazaniya po semenovedeniyu introducentov*. Moscow, Nauka, 1980, 64 p. (In Russ.).
11. Molkanova O. I., Gorbunov Yu. N., Shirnina I. V., Egorova D. A. Primenenie biotekhnologicheskikh metodov dlya sohraneniya genofonda redkih vidov rastenij. *Botanicheskij zhurnal*, 2020, vol. 105, no. 6, pp. 610–619. (In Russ.). doi:10.31857/S0006813620030072.
12. Nikolaeva M. G., Razumova M. V., Gladkova V. N. *Spravochnik po prorashchivaniyu pokoyashchihsya semyan*. Leningrad, Nauka, 1985, 346 p. (In Russ.).
13. Reut A. A., Mironova L. N. Introdukciya dekorativnyh travyanistyh mnogoletnikov v Respublike Bashkortostan. *Ekosistemy, ikh optimizaciya i ohrana*, 2014, issue 11, pp. 267–270. (In Russ.).
14. Semko A. P. Klimaticeskaya harakteristika Polyarno-al'pijskogo botanicheskogo sada. *Flora i rasitel'nost' Murmanskoy oblasti*. Leningrad, 1972, pp. 73–129. (In Russ.).
15. *Strategiya botanicheskikh sadov Rossii po sohraneniyu bioraznoobraziya rastenij*. Moscow, 2003, 32 p. (In Russ.).
16. Trostenyuk N. N., Kudryavceva O. V. Vliyanie srokov hraneniya na posevnye kachestva semyan i vyrashchivanie rassady *Bergenia crassifolia* (L.) Fritsch introducirovannogo v Zapolyar'e. *Rasitel'nye resursy dlya zdorov'ya cheloveka (vozdelyvanie pererabotka, marketing)*: Tez. 1-j mezhdunar. nauch.-praktich. konf. (Sergiev Pasad, 23–27 sent. 2002 g.). Sergiev Pasad, 2002, pp. 25–29. (In Russ.).
17. Trostenyuk N. N., Kudryavceva O. V. Semennoj obmen s botanicheskimi sadami Aziatskoj chasti Kol'skogo poluostrova. *Botanicheskie issledovaniya v Aziatskoj Rossii. Botanicheskoe obrazovanie v Rossii. T. 3. Tez. 11-go s"ezda RBO (Barnaul, 17–27 avgusta 2003 g.)*. Barnaul, 2003, pp. 258–260. (In Russ.).
18. Trostenyuk N. N., Kudryavceva O. V., Viracheva L. L. Introdukcionnyj eksperiment kak odin iz sposobov rasshireniya vidovogo raznoobraziya Kol'skogo Severa. *Zhizn' v garmonii: Botanicheskie sady i obshchestvo: Mater. Mezhdunar. nauch. konf., posvyashch. 125-letiyu Botanicheskogo sada Tverskogo gosuniversiteta (Tver', 19–22 sent. 2004 g.)*. Tver', 2004, pp. 79–81. (In Russ.).
19. Trostenyuk N. N., Svyatkovskaya E. A. Effektivnye sposoby razmnozheniya introdukcionnyh travyanistyh rastenij na Kol'skom Severe. *Biologicheskoe raznoobrazie. Introdukciya rastenij. Materialy chetvertoj Mezhdunar. nauch. konf. (Sankt-Peterburg, 5–8 iyunya 2007 g.)*. Saint Petersburg, 2007, pp. 622–623. (In Russ.).
20. Trostenyuk N. N., Svyatkovskaya E. A., Saltan N. V. Poisk effektivnyh putej polucheniya posadochnogo materiala *Arnica montana* L. v usloviyah Kol'skogo Zapolyar'ya. *Agropromyshlennye tekhnologii Central'noj Rossii*, 2019, issue 1 (11), pp. 59–68. (In Russ.).
21. Trulevich N. V. *Ekologo-fitocenoticheskie osnovy introdukciyi rastenij*. Moscow, Nauka, 1991, 215 p. (In Russ.).
22. *Flora SSSR. T. 5*. Moscow; Leningrad, Izd-vo AN SSSR, 1936, pp. 489–490. (In Russ.).
23. Harkevich S. S. *Sosudistye rasteniya sovetskogo Dal'nego Vostoka*. Saint Petersburg, Nauka, 1992, vol. 6, pp. 27. (In Russ.).
24. Cherepanov S. K. *Sosudistye rasteniya Rossii i sopredel'nyh gosudarstv*. Saint Petersburg, Mir i sem'ya, 1995, 990 p. (In Russ.).
25. Yakovlev B. A. *Klimat Murmanskoy oblasti*. Murmansk, Kn. izd-vo, 1961, 180 p. (In Russ.).
26. Yakovlev B. A. Chto takoe polyarnaya noch' i pochemu zimoj na severe tellee, chem na yuge. *Priroda Murmanskoy oblasti*. Murmansk, Kn. izd-vo, 1964, pp. 47–55. (In Russ.).
27. Assyov B., Petrova A., Dimitrov D. and Vasilev R. 2012. Conspectus of the vascular flora of Bulgaria. Sofia, Bulgarian biodiversity foundation.
28. Boom B. B. The role of The New York Botanical Garden in plant and fungal conservation. *Brittonia*, 2016, 68 (3). doi:10.1007/s12228-016-9421-9.
29. Frodin D. G. Guide to standard floras of the world. 2. Auflage. Cambridge University Press, Cambridge 2001, pp. 572–574.

30. Mitrofanova I. V., Molkanova O. I. Biotechnology strategy of plant biodiversity conservation in botanical gardens of Russia. *Acta Horticultae*, 2020. DOI:10.17660/ActaHortic.2020.1298.32.
31. Ojeleye A. E., Iyiola A. O., Babafemi O. P., Adebayo O. S. Botanical Gardens: A Reliable Tool for Documenting Sustainability Patterns in Vegetative Species. *Biodiversity in Africa: Potentials, Threats and Conservation*, 2022, pp. 51–77. doi:10.1007/978-981-19-3326-4_3.

Информация об авторах

Н. Н. Тростенюк — научный сотрудник лаборатории интродукции и акклиматизации растений;
Е. А. Святковская — научный сотрудник лаборатории декоративного цветоводства и озеленения;
Н. В. Салтан — кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории декоративного цветоводства и озеленения.

Information about the authors

N. N. Trostenyuk — Researcher at the Plant Introduction and Acclimatization Laboratory;
E. A. Sviatkovskaya — Researcher of the Laboratory of Decorative Floriculture and Landscaping;
N. V. Saltan — PhD (Biology), Senior Researcher of the Laboratory of Decorative Floriculture and Landscaping.

Статья поступила в редакцию 27.11.2023; одобрена после рецензирования 05.12.2023; принятa к публикации 05.12.2023.
The article was submitted 27.11.2023; approved after reviewing 05.12.2023; accepted for publication 05.12.2023.