

Типы прорастания семян растений Центральной Якутии

Д.Н. Андросова

Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, Якутск, Россия

darija_androsova@mail.ru

Аннотация. На основе изучения свежесобранных семян 187 видов растений Центральной Якутии выделены по характеру прорастания три группы, включающие 11 подгрупп. В основе шкалы типов прорастания семян лежат такие показатели, как начало, длительность, скорость прорастания, всхожесть и энергия прорастания семян. Отмечено, что свежесобранные семена изученных 52 видов прорастают ускоренно (I группа), замедленно (группа II) – 57, не прорастают и/или имеют слабое прорастание (группа III) – 78 видов. Для семян видов III группы предложены пути преодоления их покоя: воздушно-сухое хранение в течение 5–7 месяцев в комнатных условиях и стратификация в климатикамере при пониженных температурах 0–3 и 5 °C. В результате сухого хранения семена 23 видов прорастали ускоренно (подгруппа IIIA), 14 видов замедленно (подгруппа IIIB), семена 27 видов показали слабое прорастание, всхожестью от 2 до 24 % (подгруппа IIIC), и семена 14 видов с нулевой всхожестью (подгруппа IIID).

Ключевые слова: прорастание семян, лабораторная всхожесть семян, характер прорастания семян, стратификация семян, Центральная Якутия.

Благодарности. Работа выполнена в рамках проекта VI.52.1.8. Фундаментальные и прикладные аспекты изучения разнообразия растительного мира Северной и Центральной Якутии (0376-2019-0003; рег. Номер АААА-А17-117020110056-0).

DOI 10.31242/2618-9712-2019-24-2-8

Types of seed germination for the plants in Central Yakutia

D.N. Androsova

Institute for Biological Problems of Cryolithozone, SB RAS, Yakutsk, Russia,

darija_androsova@mail.ru

Abstract. On the basis of the studies of freshly collected seeds of 187 plant species in Central Yakutia, three groups including 11 subgroups were distinguished on the basis of germination features. The scale of seed germination types is based on such parameters as the start, duration, rate of germination, germinating capacity, and seed germination energy. It was detected that freshly collected seeds of the studied 52 species exhibit accelerated germination (I group), 57 species exhibit slow germination (II group), while 78 species do not germinate and/or germinate only weakly (III group). For the seeds of the species included in group III, the methods to overcome their dormancy are proposed: storage in dry air for 5–7 months under room conditions and stratification in a climatic chamber at decreased temperatures 0–3 and 5 °C. As a result of dry storage, the seeds of 23 species exhibited accelerated germination (subgroup IIIA), 14 species germinated slowly (subgroup IIIB), the seeds of 27 species exhibited weak germination, with the germination capacity 2 to 24 % (subgroup IIIC), and the seeds of 14 species revealed zero germination capacity (subgroup IIID).

Key words: seed germination, laboratory seed germination capacity, seed germination features, seed stratification, Central Yakutia.

Acknowledgements. This work was partially supported by VI.52.1.8. grant № 0376-2019-0003

Введение

Характеру прорастания семян посвящено не так много работ. В качестве критериев при группировке семян по характеру прорастания авторы указывают на скорость прорастания (быстрое или медленное) или их порционность прорастания [1–9].

М.А. Филимонов [1] объединил в пять групп семена культурных растений (сем. злаковые и бобовые) по началу прорастания, но с учетом длительности и максимума прорастания. Исследования В.В. Вихиревой-Васильковой [2] позволили выделить пять типов прорастания семян арктических растений по характеру прорастания в зависимости от всхожести и длительности прорастания. Три типа прорастания семян предложил Е. Salisbury [3]: одновременное прорастание (унимодальный тип с невысоким коэффициентом вариации); непрерывное (унимодальный тип с высоким коэффициентом вариации) и прерывистое многовершинное прорастание семян. И.В. Вайнагий [6] на примере семян арктических растений выделил группы семян по длительности прорастания и приуроченности максимума прорастания семян к началу или концу его. В классификации А.В. Попцова [4, 5] представлены два типа: нормальное (без покоя) и затрудненное прорастание семян. Шкала З.Г. Беспаловой и др. [7] включает три типа по длительности, скорости и энергии прорастания. Основываясь на этих работах, И.В. Борисова [8] на примере степных и пустынных растений Казахстана и Монголии выделила девять типов прорастания свежесобранных и хранившихся семян. Первые два типа объединяют семена с ускоренным прорастанием – взрывным и быстрым, четыре типа – семена с замедленным прорастанием (различающиеся разной приуроченностью максимальной порции в ходе прорастания к началу, середине или концу его, а также равномерным (порционным) прорастанием и три типа – со слабым прорастанием или совсем не прораставшие в свежесобранном состоянии. Е.А. Андриянова [9] на основе изучения семян растений Северо-Востока Азии выделила шесть типов, пять подтипов прорастания семян по срокам начала и окончания прорастания и характера прорастания, за основу классификации ею берется покой семян.

Целью статьи является изучение характера прорастания семян травянистых растений Центральной Якутии.

Материалы и методы исследования

Объектом наших исследований являются свежесобранные семена многолетних травянистых видов флоры Центральной Якутии. Семена для изучения были собраны в коллекции природной флоры Якутии Ботанического сада ИБПК СО РАН в 2013–2018 гг.

Изучение прорастания семян проводилось в соответствии со стандартной методикой [10] при температуре 23 ± 1 °С и естественном освещении, в чашках Петри (диаметр 9 см), в четырех повторностях по 50–100 штук (в зависимости от запаса семенного материала и размера семян) на бумажном ложе, без какой-либо предварительной обработки. Семена ставились на проращивание в день сбора, повторно – после 5–7 мес. сухого хранения. Увлажнитель – дистиллированная вода, семена увлажнялись по мере необходимости через 1–2 дня. Семя считали проросшим при наличии корешка, размер которого равен длине семени. Подсчеты проросших семян проводились ежедневно от начала до конца прорастания. Опыт считали завершенным по истечении 30 дней от последнего прорастания семени.

При слабом прорастании и отсутствии такового в лабораторных условиях семена были подвергнуты стратификации (в течение 30 дней) в климатоканере в условиях длинного дня (16 ч свет : 8 ч темнота) при температурах 0–3 и 5 °С, влажности 40 %, на влажной фильтровальной бумаге.

Для выделения типов прорастания семян нами была модифицирована классификация З.Г. Беспаловой и др. [7] и И.В. Борисовой [8]. В ходе опыта определились следующие критерии для определения характера прорастания: период до начала прорастания семян (от начала опыта до прорастания семян), продолжительность периода прорастания (от начала прорастания первого семени), всхожесть семян и энергия прорастания, дружность прорастания семян. Всхожесть оценивали по отношению количества проросших семян к количеству заложенных на проращивание, выраженному в процентах. Энергию прорастания определяли как долю (в %) семян, проросших в первые 5 дней от начала прорастания [11]. Дружность прорастания семян подсчитывали по формуле И.Г. Строна [12].

Названия видов приведены в соответствии с «Конспектом флоры Азиатской России» [13].

Результаты и обсуждение

В эксперимент были включены семена 187 видов, относящиеся к 38 семействам и 129 родам. Данные, полученные в результате лабораторного эксперимента, позволили систематизировать свежесобранные семена по всхожести и характеру прорастания на следующие группы и подгруппы

Группа I. Семена с ускоренным прорастанием, объединены в три подгруппы.

Подгруппа IА. Семена с взрывным характером прорастания. У семян отсутствует первичный покой, период до начала прорастания составляет 1–3 дня. Отличаются небольшой длительностью прорастания от 4 до 9–10 дней, с малой общей продолжительностью прорастания 6–9 (10–12) дней и очень высокой всхожестью (80–100 %) и энергией прорастания от 70 до 100 %. Дружность прорастания 10–32 % семян в день.

Таким характером прорастания обладают свежесобранные семена 17 видов (*Ephedra monosperma* С.А.Мей., *Gypsophila altissima* L. (рис. 1, а), *Viola gmeliniana* Schult., *Lepidium densiflorum* Schrad., *Potentilla multifida* L., *Chamerion angustifolium* (L.) Holub (рис. 1, б), *Plantago major* L., *Dracoccephalum nutans* L., *A. vulgaris* L. (рис. 1, в), *Artemisia dracuncululus* L., *Aster alpinus* L., *Chrysanthemum zawadskii* Herbich, *Heteropappus biennis* (Ledeb.) Tamamsch. ex Grub., *Jacobaea vulgaris* Gaertn., *Leontopodium ochroleucum* Beauv. subsp. *campestre* (Ledeb.) V. Khan., *Scorzonera radiata* Fisch. ex Ledeb., *Taraxacum dissectum* (Ledeb.) Ledeb.).

Наши данные по ряду видов совпадают с результатами авторов, работавших в других регионах. Быстрое и дружное прорастание семян видов полыни преимущественно из подрода *Artemisia* и *Dracuncululus* отмечали авторы [14–16]. Ускоренный (взрывной) характер прорастания свежесобранных семян отмечены у *Aster alpinus* в степях Казахстана и Монголии [8] и на Колыме у *Chrysanthemum zawadskii*, *Gypsophila altissima* и *Scorzonera radiata* [9]. А.П. Стешенко [15] указывает на быстрое прорастание семян *Potentilla multifida*, произрастающей на лугах Памира. Она отмечает, что высокая всхожесть и энергия прорастания свежесобранных семян *P. multifida* (до 82 %) при высокой интенсивности освещения на Памире позволяет предположить, что в естественных условиях семена, опавшие в ранние сроки, могут прорасти сразу же в конце лета. Возможно, в связи с этим в июле–начале августа на

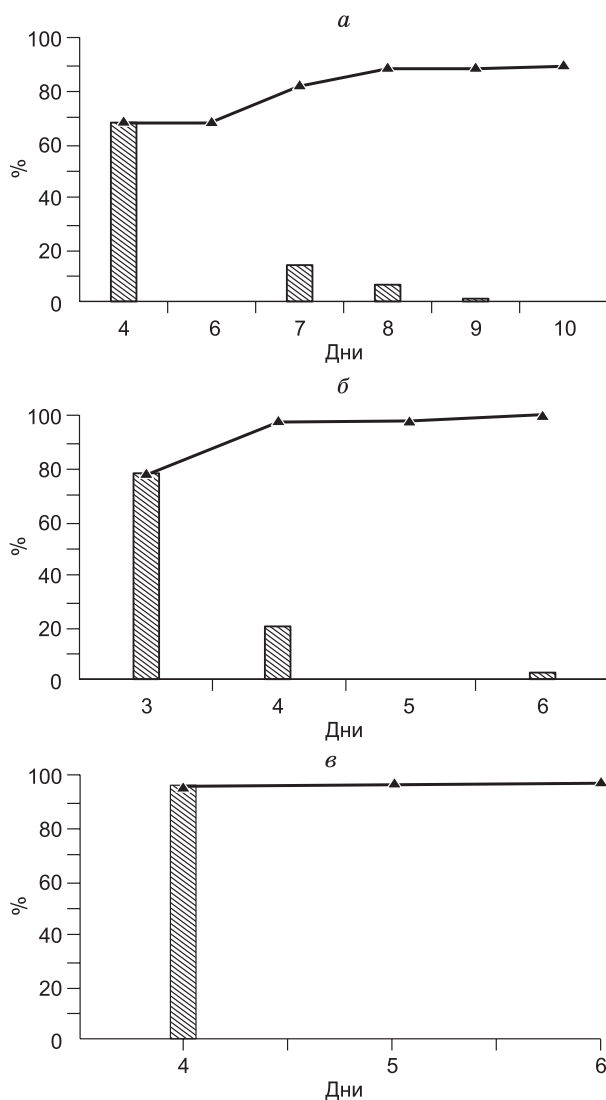


Рис.1. Семена с взрывным характером прорастания (подгруппа IА).

а – *Gypsophylla altissima*, б – *Chamerion angustifolium*, в – *Artemisia vulgaris*.

По оси ординат: % проросших семян. По оси абсцисс – дни прорастаний. Диаграммой показано число проросших семян в день наблюдений, сплошной линией – ход прорастания (% проросших семян).

Fig.1. Seeds with the explosive nature of germination (subgroup IА).

Here and in the following tables: y-axis: % of germinated seeds. On the abscissa axis – days of germination. The diagram shows the number of germinated seeds on the day of observation, the solid line shows the course of germination (% of germinated seeds).

а – *Gypsophylla altissima*, б – *Chamerion angustifolium*, в – *Artemisia vulgaris*.

влажных участках лугов в период опадения плодов наряду с другими видами появляются обильные всходы *P. multifida*. Но по некоторым видам имеются расхождения, например, по семенам

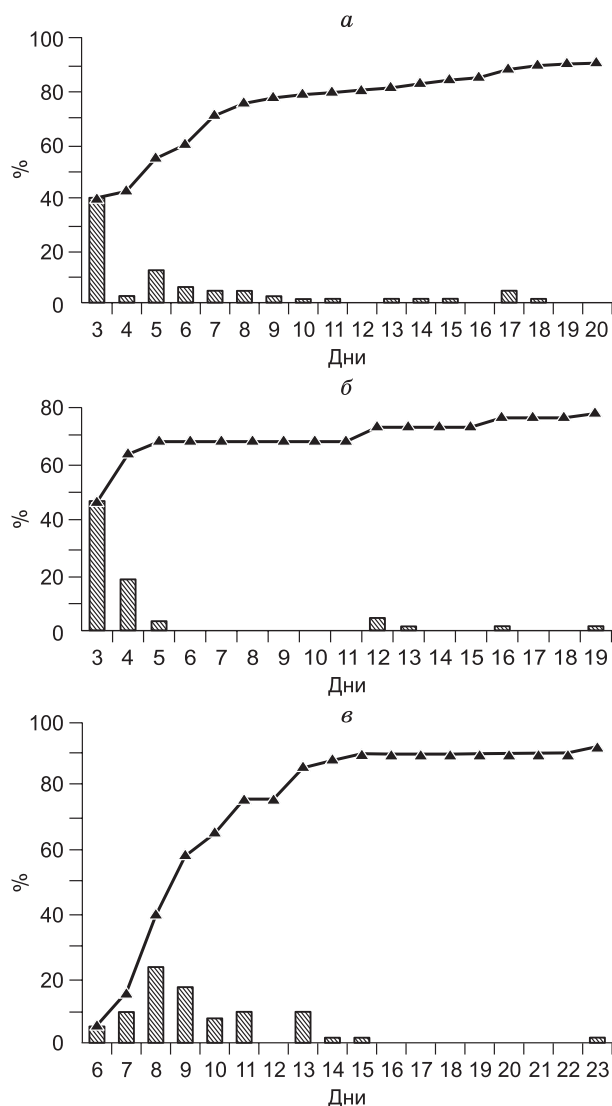


Рис. 2. Семена с быстрым прорастанием и лабораторной всхожестью 70–100 % (подгруппа IB). а – *Dianthus versicolor*, б – *Dracocephalum jacutense*, в – *Lilium pensylvanicum*.

Fig. 2. Seeds with rapid germination and laboratory germination of seeds 70–100 % (subgroup IB) а – *Dianthus versicolor*, б – *Dracocephalum jacutense*, в – *Lilium pensylvanicum*.

Ephedra monosperma. В отличие от якутских семян, которые характеризуются взрывным характером прорастания, у семян казахской популяции *E. monosperma* И.В. Борисова [8] отмечает замедленное равномерное, порционное прорастание.

Подгруппа IB. Семена с быстрым прорастанием и лабораторной всхожестью 70–100 %. Семена прорастают без первичного покоя, период до начала прорастания семян составляет 2–4 дня,

реже 5–6 (лишь у *Aquilegia parviflora*, *Lilium pilosiusculum* – 8 дней и *Pulsatilla dahurica* – 9). Семена отличаются небольшой длительностью прорастания, до 25 дней, общей продолжительностью прорастания не более 30 дней. Энергия прорастания семян от 20 до 96 %, дружность прорастания составляет 4–9 % семян в день.

Такие семена свойственны 24 видам: *Aquilegia parviflora* Ledeb., *Delphinium grandiflorum* L., *Pulsatilla dahurica* (Fisch.) Sprengel., *Krascheninnikovia lenensis* (Kuminova) Tzvelev, *Dianthus versicolor* Fisch. Ex Link (рис. 2, а), *Gastrolychnis gracilis* (Tolm.) Czer., *Alyssum obovatum* (C.A. Mey.) Turcz., *Sedum telephium* L., *Saxifraga bronchialis* L., *Potentilla nivea* L., *Sanguisorba officinalis* L., *Eri-trichium sericeum* (Lehm.) DC., *Veronica incana* L., *Dracocephalum jacutense* Peschkova (рис. 2, б), *Schizonepeta multifida* (L.) Briq., *Artemisia jacutica* Drob., *A. tanacetifolia* L., *Taraxacum ceratophorum* (Ledeb.) DC., *Lilium pensylvanicum* Ker. – Gawl. (рис. 2, в), *L. pilosiusculum* (Freyn) Misch., *Allium prostratum* L., *A. ramosum* L., *A. splendens* L., *Festuca rubra* L.

Прорастание свежесобранных семян *Delphinium grandiflorum* изучала в Амурской области Т.В. Ступникова [17]. Семена этого вида показали стабильно высокие показатели качества (80–100 %) за все годы наблюдений, но, в отличие от якутских семян, они характеризуются замедленным прорастанием, период их прорастания составляет 45–60 дней, срок до начала прорастания может затягиваться от 8 до 30 дней.

Подгруппа IBB. Семена с быстрым прорастанием, лабораторной всхожестью 40–69 %. Энергия прорастания от 20 до 69 %. По этому подтипу прорастают свежесобранные семена 11 видов – *Anemone sylvestris* L., *Papaver jacuticum* Peschkova, *Goniolimon speciosum* (L.) Boiss. (рис. 3, а), *Alyssum lenense* Adams, *Valeriana alternifolia* Ledeb., *Lappula squarrosa* (Retz.) Dumort., *Myosotis imitata* Serg., *Thymus sibiricus* (Serg.) Klok. et Shost., *Allium senescens* L. (рис. 3, б), *A. schoenoprasum* L., *Agropyron cristatum* (L.) Beauv.

Данная подгруппа близка к предыдущей и является переходной к следующей группе II.

Группа II. Семена с замедленным прорастанием (II), объединяет четыре подгруппы прорастания свежесобранных семян.

Подгруппа IIA. Семена с медленным прорастанием, за первые 5 дней прорастает большая часть семян, остальные небольшими порциями

ТИПЫ ПРОРАСТАНИЯ СЕМЯН РАСТЕНИЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

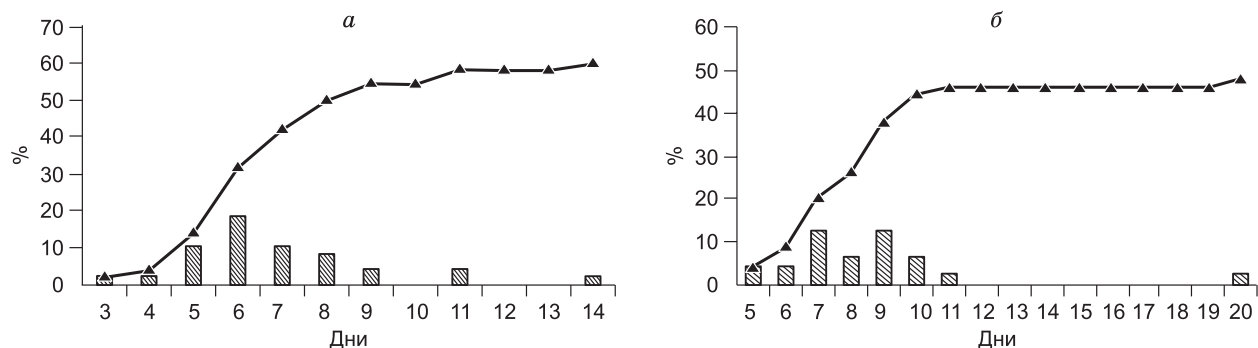


Рис.3. Семена с быстрым прорастанием и лабораторной всхожестью 40–69 % (подгруппа ИББ).
a – Gonolimon speciosum, б – Allium senescens.

Fig.3. Seeds with rapid germination and laboratory germination of seeds 40–69 % (subgroup ИББ)
a – Gonolimon speciosum, б – Allium senescens.

в течение 1–2 месяцев (один пик прорастания в начале и несколько мелких волн). Данная подгруппа характеризуется семенами с высокой всхожестью (70–100 %). Семена этих видов прорастают без первичного покоя, период до начала прорастания составляет 1–4 (реже 5–6) дней (лишь у *Geum aleppicum* – 8 дней). Длительность прорастания семян более 25 дней. Энергия прорастания семян от 40 до 92 %. Дружность прорастания составляет 1–3 % семян в день.

Подобным характером прорастания обладают свежесобранные семена 25 видов (*Pulsatilla angustifolia* Turcz., *Thalictrum foetidum* L., *Dianthus superbus* L. (рис. 4, *a*), *Eremogone saxatilis* (L.) Ikonn., *Oberna behen* (L.) Ikonn., *Silene repens* Patr., *Acetosa thyrsiflora* (Fingerh.) Á.Löve et D. Löve, *Parnassia palustris* L., *Geum aleppicum* Jacq., *Potentilla pensylvanica* L., *Patrinia sibirica* (L.)

Juss., *Astragalus inopinatus* Boriss., *Melilotus albus* Medik. (рис. 4, *б*), *Linum komarovii* Juz., *Galium verum* L., *Gentiana decumbens* L., *Plantago depressa* Willd., *Phlomis tuberosa* L., *Achillea millefolium* L., *Artemisia commutata* Besser, *A. frigida* Willd., *A. remotiloba* Krasch. ex Poljak., *Crepis tectorum* L., *Hieracium umbellatum* L., *Zigadenus sibiricus* (L.) A. Gray.

Прорастание семян *Artemisia frigida*, *Phlomis tuberosa* в Центральной Якутии и в степях Казахстана и Монголии [7] проявляет одинаковый характер – замедленный с максимумом проросших семян в начале опыта (IIA).

Подгруппа IIA. Семена с медленным прорастанием, за первые 5 дней прорастает большая часть семян, остальные небольшими порциями в течение 1–2 месяцев (одна крупная волна и несколько мелких волн прорастания). Подгруп-

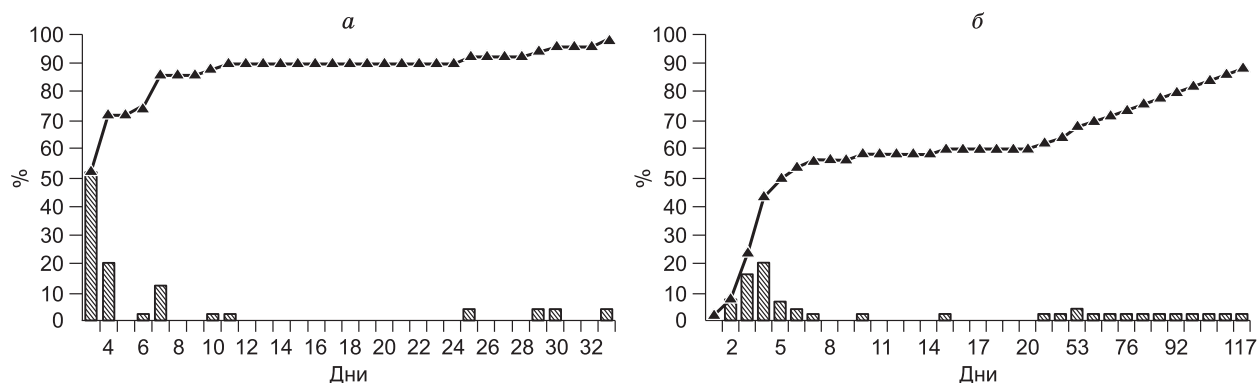


Рис. 4. Семена с медленным прорастанием и максимальным количеством проросших семян в начале прорастания (подгруппа IIA).
a – Dianthus superbus, б – Melilotus albus.

Fig. 4. Seeds with slow germination and maximum number of germinated seeds at the beginning of germination (subgroup IIA).
a – Dianthus superbus, б – Melilotus albus.

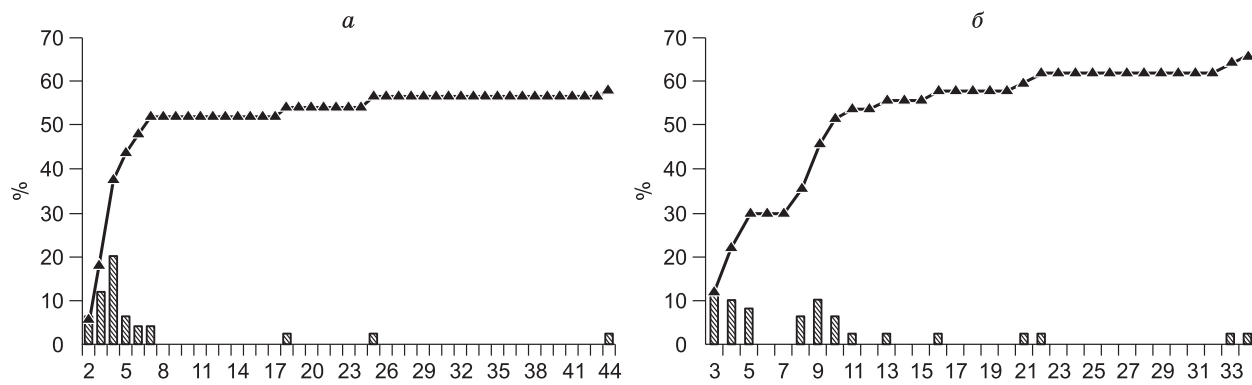


Рис. 5. Семена с медленным прорастанием и максимальным количеством проросших семян в начале прорастания (подгруппа ПАА).

а – Melilotus suaveolens, б – Tanacetum vulgare.

Fig. 5. Seeds with slow germination and maximum number of germinated seeds at the beginning of germination (subgroup ПАА). *а – Melilotus suaveolens, б – Tanacetum vulgare.*

па отличается от предыдущей более низкими всхожестью (40–69 %) и энергией прорастания семян (от 20 до 48 %).

К этой подгруппе относятся семена 10 видов (*Pulsatilla turzcaninovii* Krylov et Serg., *Draba sibirica* (Pall.) Thell., *Potentilla stipularis* L., *Melilotus suaveolens* Ledeb. (рис. 5, *а*), *Patrinia rupestris* (Pall.) Duf., *Aster sibiricus* L., *Tanacetum vulgare* L. (рис. 5, *б*), *Cleistogenes squarrosa* (Trin.) Keng, *Hordeum brevisubulatum* (Trin.) Link, *Stipa capillata* L.).

По данным Т.В. Ступниковой [17], свежесобранные семена *Pulsatilla turzcaninovii* в Амурской области прорастают также замедленно, но в отличие от якутской популяции показывают низкую всхожесть – 5–6 %, при жизнеспособности 35–90 %. Также амурские семена отличаются от якутских задержкой срока до начала прорастания.

Подгруппа ПБ. Семена с медленным равномерным, мелкопорционным прорастанием и высокой лабораторной всхожестью 70–100 %. Данная подгруппа прорастания отличается отсутствием ярко выраженной максимальной порции прорастающих семян. Прорастание идет более или менее равномерно мелкими порциями. Период прорастания семян начинается на (3–4) 6–9 (13–23) день. Длительность прорастания семян более 25 дней, общая продолжительность прорастания семян более 1–6 месяцев. Энергия прорастания семян составляет от 14 до 44 %, дружность прорастания – 1–3 % семян в день.

К этой подгруппе относятся свежесобранные семена 16 видов (*Leptopyrum fumarioides* (L.) Reichenb., *Ranunculus propinquus* C.A. Mey. (рис. 6), *R. turneri* subsp. *jacuticus* (Ovcz.) Tolm., *Thalictrum contortum* L., *Chelidonium majus* L., *Cerastium maximum* L., *Armeria scabra* Pall. Ex Schult., *Androsa-*

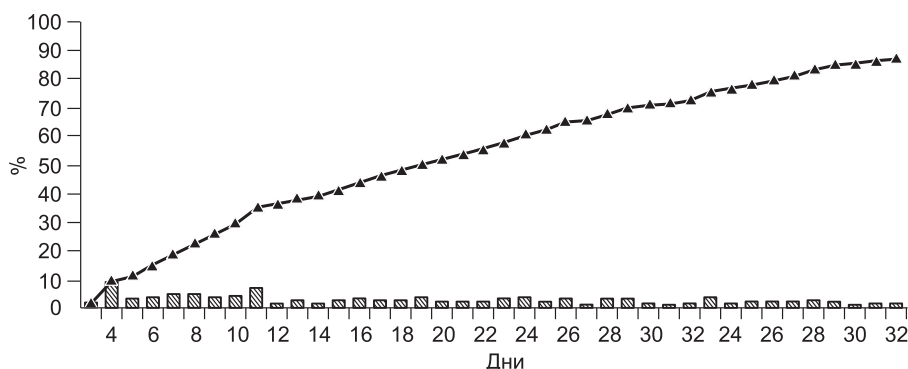


Рис. 6. Медленное и равномерное прорастание семян *Ranunculus propinquus* (подгруппа ПБ).

Fig. 6. Slow and uniform germination of *Ranunculus propinquus* seeds (subgroup ПБ).

ТИПЫ ПРОРАСТАНИЯ СЕМЯН РАСТЕНИЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

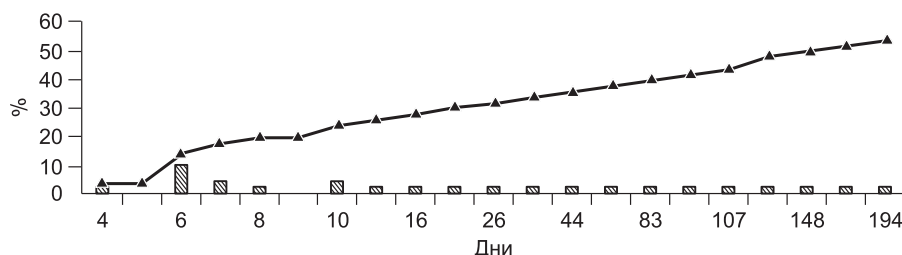


Рис. 7. Медленное и равномерное прорастание семян *Lupinaster pentaphyllus* (подгруппа ПББ).

Fig. 7. Slow and uniform germination of *Lupinaster pentaphyllus* seeds (subgroup ПББ).

ce incana Lam., *A. septentrionalis* L., *Redowskia sophiifolia* Cham. et Schlecht., *Lathyrus palustris* L., *Oxytropis pilosa* (L.) DC., *Vicia amoena* Fisch., *Geranium pratense* L., *Phlox sibirica* L., *Serratula marginata* Tausch).

Подгруппа ПББ. Семена с медленным равномерным, мелкопорционным прорастанием и средней лабораторной всхожестью 40–69 %. Период до начала прорастания длится от 1 до 10 дней. Энергия прорастания семян составляет от 8 до 36 %, дружность прорастания семян – от 1 до 2 % семян в день, все семена прорастают в течение более месяца и более.

Данным характером прорастания семян обладают свежесобранные семена шести видов (*As-tragalus lenensis* Shemetova, Schaulo et Lomon., *A. suffruticosus* DC., *Lupinaster pentaphyllus* Moench (рис. 7), *Oxytropis candicans* (Pall.) DC., *Campanula glomerata* L., *Solidago dahurica* Kitag.).

Группа III. Семена с низкой всхожестью (1–39 %) или отсутствием его. Группа объединяет четыре подгруппы прорастания. Относятся

семена 78 видов, которые обладают первичным покоем разной длительности (более месяца) и прорастают после созревания, или им свойственна физиологическая гетерокарпия – разная скорость прорастания, неоднородность глубины покоя, длительность сохранения жизнеспособности и др.

Подгруппа IIIА. Семена не прорастающие или слабо прорастающие в свежем состоянии, но быстро прорастающие после хранения. Семена этой подгруппы после сухого хранения становятся сходными с семенами I группы прорастания.

К этой подгруппе относятся семена 23 изученных видов. Лабораторная всхожесть свежесобранных семян 18 видов (*Hypericum attenuatum* Choisy, *Androsace maxima* L., *Viola dissecta* Ledeb., *V. mauritii* Tepl., *Arabis pendula* L., *A. sagittata* (Bertol.) DC., *Descurainia sophia* (L.) Webb ex Prantl., *Clausia aprica* (Steph.) Korn.-Tr., *Hesperis sibirica* L., *Thlaspi arvense* L., *Gentiana macrophylla* Pall., *Veronica longifolia* L., *Plantago cane-*

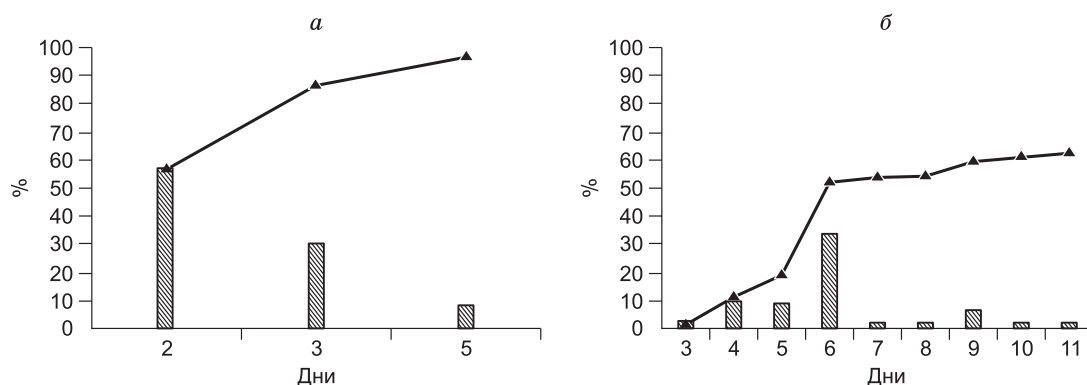


Рис. 8. Семена, не прорастающие или слабо прорастающие в свежем состоянии, но быстро прорастающие после хранения (подгруппа IIIА).

a – *Descurainia sophia*, *б* – *Androsace maxima*.

Fig. 8. Seeds are not germinating or weakly germinating in the fresh state, but quickly germinating after storage (subgroup IIIА). *a* – *Descurainia sophia*, *б* – *Androsace maxima*.

scens Adams, *P. media* L., *Campanula punctata* Lam., *Arnica iljinii* (Maguire) Iljin, *Saussurea amara* (L.) DC., *Sonchus arvensis* L.) составила от 2 до 39 %, не прорастали семена пяти видов (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., *Potentilla anserina* L., *Erodium cicutarium* (L.) L'Hér., *Leonurus deminutus* V. Krecz., *Gagea pauciflora* Turcz. ex Ledeb.). После 5–7-месячного хранения семена 11 видов прорастают «взрывно» по типу IА. Так, всхожесть семян *Thlaspi arvense* в течение 3 дней составила 99 %, *Descurainia sophia* в течение 4 дней – 96 % (рис. 8, а), *Hesperis sibirica* в течение 5 дней – 94 %, и т. д., быстро с высокой всхожестью по типу IБ прорастали семена шести видов (*Gentiana macrophylla* – 70 %, *Gagea pauciflora* – 97 % и др.). По типу IББ – быстро, но со средней всхожестью прорастали семена семи видов: *Androsace maxima* в течение 10 дней проросло 62 % семян (рис. 8, б), *Arabis pendula* в течение 7 дней – 59 %, *Capsella bursa-pastoris* в течение 8 дней – 67,5 % и др.

К этой подгруппе относятся многие из числа исследованных однолетних и одно-двулетних растений. В свежем состоянии их семена невсхожие или имеют очень низкую всхожесть. По данным И.В. Борисовой [8], семена *Androsace maxima* (Казахстан) проявляют себя таким же образом – не прораставшие в свежем состоянии после хранения обнаруживают взрывной характер прорастания.

Отсутствие прорастания свежесобранных семян *Capsella bursa-pastoris* и низкую всхожесть *Descurainia sophia* – 12 %, *Erodium cicutarium* – 2 % отмечают в Средней Азии [18,19]. Семена *Capsella bursa-pastoris* и *Descurainia sophia* в Молдавии после 1 года хранения имеют всхожесть 76 и 75 % соответственно [20].

Подгруппа IIБ. Семена, не прорастающие или слабо прорастающие в свежем состоянии, но замедленно прорастающие со всхожестью более 30 % после хранения.

К данной подгруппе относятся семена 14 видов. Свежесобранные семена (*Euphorbia esula* L., *Geranium pseudosibiricum* J. Mayer, *Alopecurus arundinaceus* Poir., *Calla palustris* L.) не прорастают, а после созревания, через 5–7 месяцев, прорастают медленно, в течение 56–87 дней, и имеют невысокую всхожесть (33–37 %). У слабо прорастающих свежесобранных семян *Aconitum barbatum* Pers. (28 %), *Delphinium cheilanthum* Fisch. (4 %), *Pulsatilla multifida* (G. Pritz.) Juz. (5 %), *Thalictrum simplex* L. (36 %), *Potentilla*

bifurca L., *Medicago falcata* L. (9 %), *Onobrychis arenaria* (Kit.) DC. (32 %), *Elytrigia repens* (L.) Nevski (17 %) после хранения значительно увеличилась лабораторная всхожесть до 82 % *Aconitum barbatum*, 74 % у *Delphinium cheilanthum*, 69 % – *Onobrychis arenaria*, 67 % – *Pulsatilla multifida* и т. д.

Семена видов данной подгруппы после сухого хранения становятся сходными с семенами II группы прорастания, т. е. прорастают замедленно. По типу IIА, т.е. с максимальным пиком в начале прорастания семян и высокой всхожестью от 70–100 % прорастают хранившиеся семена *Aconitum barbatum* и *Delphinium cheilanthum* (рис. 9, а). Более низкой всхожестью от 37 до 69 % и максимумом прорастания семян в начале его (по типу IIАА) прорастают семена *Pulsatilla multifida*, *Thalictrum minus* L., *Geranium pseudosibiricum*, *Calla palustris*. Остальные виды *Alopecurus arundinaceus*, *Euphorbia discolor* (рис. 9, б), *Hedysarum dasycarpum* Turcz., *Medicago falcata* прорастают медленно и равномерно, с невысокой всхожестью от 30 до 69 % (по типу IIББ).

Подгруппа IIВ. Семена с низкой всхожестью в свежесобранном состоянии и после хранения (при комнатной температуре) и требующие для прорастания особых условий.

Относятся к этой подгруппе семена 27 видов (*Delphinium elatum* L., *Chenopodium album* L., *Rumex aquaticus* L., *Aruncus asiaticus* Pojark., *Filipendula palmata* (Pall.) Maxim., *F. ulmaria* (L.) Maxim., *Astragalus danicus* Retz., *Thermopsis lanceolata* R. Br. subsp. *jacutica* (Czeffr.) Schreter, *Trifolium repens* L., *Vicia cracca* L., *Polygala hybrida* DC., *P. sibirica* L., *Bupleurum sibiricum* Vest, *Cnidium davuricum* (Jacq.) Turcz. ex Fisch. et C.A.Mey, *Phlojodicarpus sibiricus* (Fisch. ex Spreng.) K.-Pol., *Galium boreale* L., *Polemonium boreale* Adams, *Mertensia sibirica* (L.) G. Don, *Dracocephalum ruyschiana* L., *Galatella dahurica* DC., *Inula britannica* L., *Mulgedium sibiricum* Cass. ex Less., *Saussurea alpina* (L.) DC., *Iris setosa* Pall. ex Link, *Beckmannia syzigachne* (Steud.) Fernald, *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Hordeum jubatum* L.). Они показали невысокую всхожесть, от 2 до 24 %. Период до начала прорастания первого семени варьирует от 2 до 29 дней. Длительность прорастания семян также имеет большую разницу, от 1–4 дней (у *Filipendula ulmaria*, *F. palmata* и др.) до 148 дней у *Vicia cracca*.

Подгруппа IIГ. Семена не прорастают в свежесобранном состоянии и после 5–7 месяцев

ТИПЫ ПРОРАСТАНИЯ СЕМЯН РАСТЕНИЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

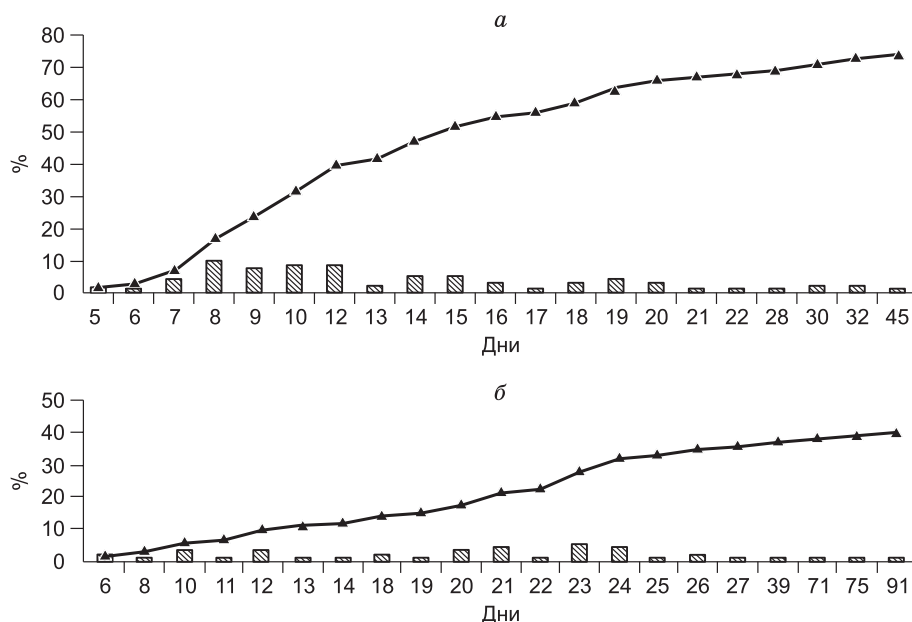


Рис. 9. Семена, не прорастающие или слабо прорастающие в свежем состоянии, но замедленно прорастающие со всхожестью более 30% после хранения (подгруппа IIIБ).

a – *Delphinium cheilanthum*, *б* – *Euphorbia discolor*.

Fig. 9. Seeds not germinating or weakly germinating in fresh condition but slowly germinating with germination of more than 30% after storage (subgroup IIIБ).

a – *Delphinium cheilanthum*, *б* – *Euphorbia discolor*.

хранения при температуре 23 ± 1 °C. К этой подгруппе относятся семена 14 видов (*Aconitum kusnezoffii* Reichb., *Actaea erythrocarpa* Fisch., *Adonis sibirica* Patr., *Anemonidium dichotomum* (L.) Holub, *Cimicifuga foetida* L., *Trollius sibiricus* Schipcz., *Comarum palustre* L., *Heracleum dissectum* Ledeb., *Nonea rossica* Steven, *Linaria acutiloba* Fisch. ex Reichenb. *Campanula dasyantha* Bieb., *Cacalia hastata* L., *Iris laevigata* Fisch. et C.A.Mey., *I. sanguinea* Donn.).

Причины затрудненного прорастания обусловлены структурными и физиологическими свойствами семян [21, 22]. Это состояние характеризуется сужением диапазона условий, при которых может осуществляться прорастание, что и ограничивает его возможность: выход из этого состояния – расширение диапазона возможных для прорастания условий. Универсальным фактором, устраняющим физиологический механизм торможения (ФМТ), является действие пониженной температуры на набухшие семена (холодная стратификация). Стратификационные изменения, приводящие к устранению глубокого покоя, т. е. влияния сильного ФМТ прорастания, обычно протекают при температуре не выше 0–7 °C, в течение 2–4 мес. У одних видов опти-

мальными условиями холодной стратификации является более низкая (0–4 °C), а у других – более высокая (5–7 °C) температура [23].

Для улучшения прорастания, семена некоторых видов группы III (*Aconitum kusnezoffii*, *Actaea erythrocarpa*, *Adonis sibiricus*, *Anemone dichotoma*, *Delphinium elatum*, *Cimicifuga foetida*, *Trollius sibiricus*, *Aruncus asiaticus*, *Comarum palustre*, *Filipendula ulmaria*, *Thermopsis lanceolata* subsp. *jacutica*, *Polygala sibirica*, *Heracleum dissectum*, *Galium boreale*, *Mertensia sibirica*, *Linaria acutiloba*, *Galatella dahurica*, *Inula britannica*, *Saussurea alpina*, *Iris laevigata*, *I. sanguinea*, *I. setosa*, *Beckmannia syzigachne*, *Phragmites australis*) подвергались стратификации при более низких температурах от 0 до 3 и 5 °C.

Наши исследования показали, что всхожесть семян зависит от видовых особенностей. Стратификация при температуре 5 °C в течение 1 месяца для семян большинства испытанных видов не оказала действия. Вероятно, для снятия покоя этих семян требуется более длительный период стратификации. Очень слабо проросли не всхожие при комнатной температуре семена *Aconitum kusnezoffii* и *Trollius sibiricus*, лабораторная всхожесть которых составила всего 5 и 1 % соот-

ветственно. Большинство плодов *Mertensia sibirica* и *Adonis sibirica* имеют некачественные (пустые) семена. У *Mertensia sibirica* после снятия околоплодника всхожесть семян составила 18 % (за 4 дня – 16 %) за 21 день, у *Adonis sibirica* – семена остались невсхожими. У семян *Rumex aquaticus* после стратификации всхожесть составила 46 % за 6 дней, *Galatella dahurica* – 14 %, (исходная – 2 %), у семян *Galium boreale* – 86 % проросли за 12 дней, более 50 % – в течение 3 дней).

При обычных условиях семена *Iris laevigata* не прорастают, прорастание осложняется наличием плотной кожуры. Стратификация при 5 °C выводит семена из состояния покоя, всхожесть повысилась до 70 %, семена проросли ускоренно в течение 7 дней, более 50 % семян в течение 3 дней). После стратификации при температуре 0–3 °C семена начинают проклевываться на 3-й день, в течение 12 дней лабораторная всхожесть достигла 94–96 %. Семена *Iris setosa* после стратификации при температуре 0–3 °C начинают прорасти на 4-й день и в течение 5 дней всхожесть достигает 76 %.

Выводы

Исследованные виды по характеру прорастания свежесобранных семян объединены в три группы, включающие 11 подгрупп. Покой семян у различных видов варьирует от практически не имеющих его (семена групп IА, IБ и IАА, IАБ), физиологически неглубокого (подгрупп IББ, IААА, IАББ, IААА, IАББ) до морфологического сложного глубокого (семена подгрупп IВВ, IВГ).

Виды подгрупп I группы имеют «нормально» прорастающие семена, т. е. не нуждаются в каких-либо дополнительных факторах или воздействиях для своего прорастания, кроме влаги, кислорода и известного уровня температуры (в нашем случае комнатная температура 23±1 °C). Семена этих видов прорастают за короткий промежуток времени. К первой группе с ускоренным прорастанием относятся семена 52 (28 %) видов, из них 17 видов обладают взрывным (IА) и 24 вида – быстрым, с высокой всхожестью (IБ) и быстрым, со средней всхожестью (IББ) – 11.

Ко второй группе с замедленным прорастанием относятся семена 57 (30 %) видов, которые распределились на подгруппы IАА – 25, IААА – 10, IАБ – 16, IАББ – 6 видов.

В третью группу вошли виды, у которых свежесобранные семена имели затрудненное про-

растание (низкую всхожесть от 1 до 39 %) или не прорастали. К данной группе относится около половины изученных видов – 78 (42 %). У семян 37 видов покой преодолевается при воздушно-сухом хранении в комнатных условиях в течение 5–7 месяцев – характер прорастания семян идет по подгруппам I и II групп. Прорастание семян 41 вида после сухого хранения не меняется, т. е. сохраняется нулевая или низкая всхожесть от 1 до 24 %. Семена большинства видов стимулируются стратификацией. В дальнейшем необходимо испытание различных режимов стратификации семян.

Литература

1. Филимонов М.А. Особенности прорастания семян злаковых и бобовых кормовых культур // Бюлл. МОИП. Отд. биологии. 1954. Т. 59, вып. 2. С. 33–38.
2. Вихирева-Василькова В.В. О прорастании семян некоторых арктических растений // Бот. журн. 1958. Т. 43. №7. С. 1024–1029.
3. Жизнеспособность семян / Е.Г. Робертс, М.К. Кристенсен, Р.П. Мур и др.; Пер. с англ. Н.А. Емельяновой; Под ред. и с предисл. д. с.-х. н. М.К. Фирсовой. М.: Колос, 1978. 415 с.
4. Попцов А.В. Биология затрудненного прорастания семян: Докл. на соиск. уч. степ. д-ра биол. наук. М., 1965. 34 с.
5. Попцов А.В. Представление о типе нормального (незатрудненного) прорастания и значение его при изучении биологии прорастания семян интродуцентов // Качество семян в связи с условиями их формирования при интродукции. Новосибирск, 1971. С. 96–105.
6. Вайнагий И.В. О долговечности семян травянистых растений Карпат // Бюлл. Глав. Бот. сада. 1975. Вып. 96. С. 56–63.
7. Беспалова З.Г., Борисова И.В., Попова Т.А., Санжид Ж. Семенное возобновление растений // Пустынные степи и северные пустыни МНРЧ. I. Л., 1980. С. 154–175.
8. Борисова И. В. Типы прорастания семян степных и пустынных растений // Бот. журн. 1996. Т. 81, № 12. С. 9–22.
9. Андриянова Е.А. Биология семян растений Северо-Востока Азии: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Магадан, 2008. 32 с.
10. Фирсова М. К. Методы определения качества семян. М.: Сельхозгиз, 1959. 350 с.
11. Флора В.Н. Интродукция и акклиматизация растений в Молдавии (лекарственные, витаминные, медоносные). Кишинев: Штиинца, 1987. 296 с.
12. Строна И.Г. Общее семеноведение полевых культур. М.: Колос, 1966. 464 с.
13. Конспект флоры Азиатской России: сосудистые растения. Новосибирск: Наука, 2012. 640 с.

14. Райкова И.А. К биологии прорастания и всхожести семян некоторых памирских растений // Научн. тр. Ташк. гос. унив. Биология. 1962. Вып. 210. С. 155–186.
15. Стешенко А.П. Биология свежесобранных семян у высокогорий Памира // Бот. журн. 1963. Т. 48, № 7. С. 965–978.
16. Беспалова З.Г., Борисова И.В., Санжид Ж. Всхожесть и характер прорастания некоторых семян некоторых видов полыни (*Artemisia* L.) Центрального Казахстана и Монголии // Бот. журн. 1982. Т. 67, № 10. С. 1321–1328.
17. Ступникова Т.В. Биологические особенности семян редких и исчезающих видов растений юга дальнего востока России // Раст. ресурсы. 2018. Т. 54, Вып. 1. С. 5–25.
18. Полковниченко А.Я. О периоде покоя семян, эфемеров // Труды Туркменского с/х института, 1956. Т. 8, С. 275–278.
19. Шацкая М.Г. Некоторые биологические особенности эфемеровых растений/ Акад. наук УзССР. Ин-т ботаники. Ташкент: Наука, 1965. 96 с.
20. Нестеренко В.Г. О всхожести семян при хранении их в лабораторных условиях // Бюлл. ГБС. 1968. Вып. 36. С. 99–103.
21. Попцов А.В., Некрасов В.И., Иванова И.А. Очерки по семеноведению. М.: Наука, 1981. 112 с.
22. Николаева М.Г., Лязгунова И.В., Поздова Л.М. Биология семян. СПб.: НИИ химии СПбГУ, 1999. 232 с.
23. Николаева М.Г., Разумова М.В., Гладкова В.Н. Справочник по проращиванию покоящихся семян. Л., 1985. 348 с.
6. Vajnagij I.V. O dolgovechnosti semyan travyani-styh rastenij Karpat // Byull. Glav. Bot. Sada. 1975. Vyp. 96. P. 56–63.
7. Bepalova Z.G., Borisova I.V., Popova T.A., Sanzhid Zh. Semennoe vozobnovlenie rastenij // Pustynnye Stepi i Severnye Pustyni MNR.CH.I. L., 1980. P. 154–175.
8. Borisova I.V. Tipy prorastaniya semyan stepnyh i pustynnyh rastenij // Bot. Zhurn. 1996. V. 81, N 12. P. 9–22.
9. Andriyanova E.A. Biologiya semyan rastenij Severo-Vostoka Azii: Avtoref. Dis. ... Kand. Biol. Nauk. Magadan, 2008. 32 p.
10. Firsova M. K. Metody Opredeleniya Kachestva semyan. M.: Sel'hozgiz, 1959. 350 p.
11. Florya V.N. Introdukciya i Akklimatizaciya Rastenij v Moldavii (Lekarstvennye, Vitaminonosnye, Medonosnye). Kishinev: «Shtiinca», 1987. 296 p.
12. Strona I.G. Obshchee semenovedenie polevyh kul'tur. M: Kolos. 1966. 464 p.
13. Konspekt flory Aziatskoj Rossii: Sosudistye Rasteniya. Novosibirsk, 2012. 640 p.
14. Rajkova I.A. K biologii prorastaniya i vskhozhesti semyan nekotoryh pamirskih rastenij // Nauchn. tr. Tashk. Gos. Univ. Biologiya. 1962. Iss. 210. P. 155–186.
15. Steshenko A.P. Biologiya svezhesobrannyh semyan u vysokogorij Pamira // Bot. Zhurn. 1963. V. 48. N 7. P. 965–978.
16. Bepalova Z.G., Borisova I.V., Sanzhid Zh. Vskhozhest' i harakter prorastaniya nekotoryh semyanok nekotoryh vidov polyni (*Artemisia* L.) Central'nogo Kazahstana i Mongolii // Bot. zhurn. 1982. V. 67, N 10. P. 1321–1328.
17. Stupnikova T.V. Biologicheskie osobennosti semyan redkih i ischezayushchih vidov rastenij yuga dal'nego vostoka Rossii // Rast. resursy. 2018. V. 54, Iss. 1. P. 5–25.
18. Polkovnichenko A. Ya. O periode pokoya semyan, ehfemerov // Trudy. Turkmenskogo s/h instituta. 1956. V. 8. P. 275–278.
19. Shackaya M.G. Nekotorye biologicheskie osobennosti ehfemerovyh rastenij / Akad. nauk UzSSR. In-t botaniki. Tashkent: Nauka, 1965. 96 p.
20. Nesterenko V.G. O vskhozhesti semyan pri hrane-nii ih v laboratornyh usloviyah // Byull. GBS. 1968. Iss. 36. P. 99–103.
21. Popcov A.V., Nekrasov V.I., Ivanova I.A. Ocherki po semenovedeniyu. M.: Nauka, 1981. 112 p.
22. Nikolaeva M.G., Lyazgunova I.V., Pozdova L. M. Biologiya semyan. SPb.: NII himii SPbGU, 1999. 232 p.
23. Nikolaeva M.G., Razumova M.V., Gladkova V.N. Spravochnik po prorashchivaniyu pokoyashchihsya semyan. L., 1985. 348 p.

References

1. Filimonov M.A. Osobennosti prorastaniya semyan zlakovyh i bobovyh kormovyh kul'tur // Byull. MOIP. Otd. Biologii. 1954. T. 59. Vyp. 2. P. 33–38.
2. Vihireva-Vasil'kova V.V. O prorastanii semyan nekotoryh arkticheskikh rastenij // Bot. Zhurn. 1958. V. 43. N 7. P. 1024–1029.
3. Zhiznesposobnost' semyan / E.G. Roberts, M.K. Kristensen, R.P. Mur i dr.; Per. s angl. N.A. Emel'yanovoj; Pod red. i s predisl. d. s.-h. n. M.K. Firsovoj. Moskva: Kolos, 1978. 415 p.
4. Popcov A.V. Biologiya zatrudnennogo prorastaniya semyan: Dokl. na Soisk. Uch. Step. D-ra Biol. Nauk. M., 1965. 34 P.
5. Popcov A.V. Predstavlenie o tipe normal'nogo (nezatrudnennogo) prorastaniya i znachenie ego pri izuchenii biologii prorastaniya semyan introducentov // Kachestvo Semyan v Svyazi s Usloviyami ih Formirovaniya Pri Introdukcii. Novosibirsk, 1971. P. 96–105.

Поступила в редакцию 17.05.2019
Принята к публикации 03.07.2019

Д.Н. АНДРОСОВА

Сведения об авторе

АНДРОСОВА Дария Николаевна, инженер-исследователь, Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, Якутский ботанический сад, 677980, г. Якутск, проспект Ленина, 41, Россия
<https://orcid/-0000-0003-1521-0556>, darija_androsova@mail.ru

About author

Androsova Daria Nikolaevna, Research Engineer, Institute for Biological Problems of Cryolithozone, SB RAS, Yakutsk, 41 Lenina pr., Yakutsk, 677980, Russia,
<https://orcid/-0000-0003-1521-0556>, darija_androsova@mail.ru

Информация для цитирования

Андросова Д. Н. Типы прорастания семян растений Центральной Якутии//Природные ресурсы Арктики и Субарктики. 2019, том 24, № 2. С. 83–94. <https://doi.org/10.31242/2618-9712-2019-24-2-8>

Citation

Androsova D.N. Types of seed germination for the plants in Central Yakutia // Arctic and Subarctic natural resources. 2019, vol. 24, No. 2. pp. 83–94. <https://doi.org/10.31242/2618-9712-2019-24-2-8>