

УДК 630*232.318:(502.753:582) (571.56)

DOI 10.31242/2618-9712-2018-26-4-80-88

Всхожесть и характер прорастания семян редких растений Якутии

Д.Н. Андросова*, Н.С. Данилова*,**

*Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, Якутск, Россия

**Северо-Восточный федеральный университет им. М. К. Аммосова, Якутск, Россия
nad9.5@mail.ru

Аннотация. Представлены результаты изучения всхожести и хода прорастания 46 редких, исчезающих и эндемичных видов и подвидов природной флоры Якутии. Всхожесть и характер прорастания определялись у свежесобранных семян (в день сбора) и после 6 месяцев хранения при комнатной температуре $23 \pm 1^\circ\text{C}$. Исследования проводились на базе коллекции природной флоры Якутского ботанического сада. Согласно классификации типов прорастания семян, предложенной И.В.Борисовой (1996), высокой всхожестью и ускоренным прорастанием семян характеризуются 10 редких видов (ИБ). Семена с замедленным прорастанием (II) представлены 20 таксонами, из них 16 видов с максимальным количеством проросших семян в начале прорастания – IА. Семена с быстрым прорастанием по типу IА и ИБ, а также по типу IIА и высокой всхожестью характерны для таксонов, сокращающихся в численности, редкость которых обусловлена не их биологическими особенностями, а внешними факторами. Семена, обладающие низкой лабораторной всхожестью, первичным покоем разной длительности и прорастающие после дозревания и с нулевой всхожестью представлены 16 видами (III). Для вывода последних из состояния покоя предложены методы предпосевной обработки. После хранения в течение 6 месяцев характер прорастания семян большинства видов сохраняется, но у ряда видов изменяется как в сторону убыстрения, так и замедления, также может варьировать их лабораторная всхожесть, чаще в сторону повышения. Затрудненное прорастание семян некоторых редких видов, имеющих небольшие ареалы на территории Якутии, дает основание предполагать, что качество семян является одним из факторов, ограничивающих их более широкое распространение.

Ключевые слова: редкие растения, семена, прорастание семян, всхожесть семян, Якутия, ботанический сад.

Благодарности. Работа выполнена в рамках проекта VI.52.1.8. «Фундаментальные и прикладные аспекты изучения разнообразия растительного мира Северной и Центральной Якутии» (0376-2018-0001; рег. номер АААА-А17-117020110056-0).

DOI 10.31242/2618-9712-2018-26-4-80-88

Germination and seed sprouting pattern of rare plants of Yakutia

D.N. Androsova*, N.S. Danilova*,**

*Institute for biological problems of cryolithozone SB RAS, Yakutsk, Russia

**M.K. Ammosov North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russia
nad9.5@mail.ru

Abstract. The article presents results of research work devoted to study germination and sprouting process of 46 rare, endangered and endemic species and subspecies of spontaneous flora of Yakutia. Germination and sprouting patterns were determined in freshly collected seeds (on the day of collection) and after 6 months of storage at room temperature of $23 \pm 1^\circ\text{C}$. The studies were based on the collection of the sponta-

neous flora of the Yakutsk Botanical Garden. According to a seed sprouting classification proposed by I.V. Borisova (1996), 10 rare species (IB) are characterized by high germination capacity and fast seed sprouting. The seeds with slow sprouting (II) are represented by 20 taxa, 16 species of which are with the maximum number of the germinated seeds at the beginning of sprouting – IIA. The seeds with fast germination of types IA and IB as well as IIA and high germination are common for taxa, which are decreasing in number and the rarity of which is not caused by their biological features but by external factors. The seeds with the low laboratory germination, primary dormancy of different duration and germinating after ripening and with the zero germination are represented by 16 species (III). Pre-sowing procedures have been suggested in order to derive the latter from the resting condition. After 6 months storage, the pattern of seed germination remains for most species, but it changes for some species, both in the direction of accelerating and decelerating, their laboratory germination capacity can also vary, more often it increases. The problematic seed germination of some rare species with small ranges in the territory of Yakutia suggests that the quality of seeds is one of the factors limiting their wider distribution.

Key words: rare plants, seeds, seed germination, seed germination capacity, Yakutia, botanical garden.

Acknowledgements. This work was performed within the framework of project VI.52.1.8. Fundamental and applied aspects of study of diversity of plant world of Northern and Central Yakutia (0376-2018-0001; reg. number AAAA-A17-11702011005656-0).

Введение

Самым уязвимым звеном биологического разнообразия флоры являются редкие и исчезающие растения. Наиболее естественный путь их защиты – охрана растений в природных местообитаниях – *in situ*, но не менее действенный и дополняющий метод их сохранения – сохранение *ex situ*. Одной из технологий поддержания генетического разнообразия *ex situ* являются интродукция, создание генных банков и др. При создании генетических банков редких и исчезающих растений в качестве исходного предпочтителен семенной материал, поскольку при использовании небольшого количества ценного материала и без нарушения естественных популяций сохранность генетического разнообразия вида обеспечивается на максимальном уровне. Для этого необходимо накопление информации об объектах хранения и изучение возможностей быстрого их воспроизводства для сохранения и восстановления численности вида в природных сообществах [1].

Цель данной работы – изучение всхожести и характера прорастания семян редких, исчезающих и эндемичных видов флоры Якутии.

Объекты и методы

Исследования проводились на базе коллекции растений природной флоры Якутии Якутского ботанического сада Института биологических проблем криолитозоны СО РАН с 2013–2016 гг. Объектами работы служили семена 46 таксонов различной категории редкости, принятой в Красной книге РС(Я) [2], из них 5 подлежат федеральной охране [3]. Под угрозой исчезновения (категория 1) находятся 4 вида: *Sorbocotoneaster pozdnjakovii* Pojark. – эндемик Алданского нагорья, спонтанный межродовой природный гибрид, *Redowskia sophiifolia* Cham. et Schlecht.

– эндемик Центральной Якутии, неогеновый реликт, связанный с обнажениями известняков и гипсов кембрийского возраста, *Dracocephalum jacutense* Peschkova – известный только из 2 точек в окр. пос. Сангар Кобяйского района, в зоне подземного горения угольных пластов, что является потенциальной угрозой пирогенного уничтожения его экотопов и *Gagea pauciflora* (Turcz. ex Trautv.) Ledeb. – плейстоценовый реликт.

Многие виды сокращают численность, происходит это в результате нарушения местообитаний, хозяйственного и промышленного освоения территорий (категория 2): *Ephedra monosperma* C.A.Mey., *Delphinium grandiflorum* L., *Krascheninnikovia ceratoides* (L.) Gueldenst., *Thermopsis lanceolata* R. Br. subsp. *jacutica* (Czepr.) Schreter., *Allium prostratum* Trev., *A. ramosum* L. (2a), а также чрезмерного использования хозяйственно-полезных видов (2б) *Phlojodicarpus sibiricus* (Fisch. ex Spreng.) Koso-Pol., *Adonis sibirica* Patr., *Aquilegia sibirica* Lam., *Trollius asiaticus* L., *Rhodiola rosea* L., *Iris laevigata* Fisch. et C.A. Mey., *Lilium pensylvanicum* Ker.-Gawl., *Lilium pilosiusculum* (Frey) Misch., *Hemerocallis minor* Mill., *Paeonia anomala* L.

Большую группу изученных видов составляют редкие виды (категория 3). Среди охраняемых видов особое место занимают узкоареальные эндемы (3а), являющиеся редкими компонентами реликтовых степей: *Papaver jacuticum* Peschkova, *Astragalus lenensis* Shemetova, Schau- lo et Lomon., *Oxytropis scheludjakovae* Karavaev et Jurtzev и *Potentilla tollii* Trautv. и др. Кроме степных видов узколокальными эндемиками также являются известный из одной точки (устье р. Кыстатыам) в низовье р. Лены *Astragalus zhiganicus* L. Kuzn. и *Taraxacum pseudonivale* Malyshev – вид с узкой экологической приуро-

ченностью в альпийском и субальпийском поясах и ограниченным ареалом в южной части Восточной Сибири. Эндемики северо-востока России представлены *Artemisia remotiloba* Krasch. ex Poljak. и *Saussurea pseudoangustifolia* Lipsch. [3]. Но здесь необходимо отметить, что эндемичными являются и виды, относящиеся к другим категориям редкости, например, растения степных сообществ Центральной и Северной Якутии – это упомянутые выше *Redowskia sophiifolia*, *Dracocephalum jacutense* (категория 1), виды, сокращающие численность (категория 2) *Krascheninnikovia ceratoides* и *Thermopsis lanceolata* R. Br. subsp. *jacutica*.

Часть видов имеют значительный ареал, но в пределах Якутии встречаются спорадически и небольшой численностью популяций (3б), таких видов в эксперименте немного – *Callianthemum isopyroides* (DC.) Witasek и *Festuca komarovii* Krivot. Также в нашем опыте представлены 2 вида, имеющие узкую экологическую приуроченность, связанную со специфическими условиями произрастания (3в) – *Mertensia rivularis* (Turcz.) DC. и *Polygala sibirica* L. Значительная часть изученных видов произрастает в пределах Якутии на границе их распространения, образуя периферические или изолированные популяции (3г). В научной литературе последних лет всё чаще появляются публикации об эволюционном потенциале периферических и изолированных популяций, которые представляют собой резерв вида и реализуют его тенденции к экспансии за границы ареала и переходу в новую экологическую нишу [4]. С этой точки зрения большой интерес вызывают *Aconitum volubile* Pall., *Aquilegia glandulosa* Fisch. ex Link, *Pulsatilla turczaninowii* Krylov et Serg., *Dianthus superbus* L., *Viola dactyloides* Schult., *Bergenia crassifolia* (L.) Tritsch, *Oxytropis pilosa* (L.) DC., *Scutellaria baicalensis* Georgi, *Ligularia sibirica* (L.) Cass., *Iris sanguinea* Donn, *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce, *Cleistogenes squarrosa* (Trin.) Keng, распространенные в Якутии на северо-восточной или северной границе своих ареалов. Особого внимания заслуживает находящийся на грани исчезновения *Gagea pauciflora*, особенностью которого является изолированность якутской популяции от основного ареала. Угрозой существованию этого вида служат нарушение местобитаний, хозяйственное и промышленное освоение территорий, редкость вида на пределе ареала, малочисленность популяций.

Сбор семян проводился по мере их созревания со средневозрастных особей. Всхожесть и характер прорастания определялись у свежесобранных семян (в день сбора) и после 6 месяцев хранения при комнатной температуре $23 \pm 1^\circ\text{C}$.

Проращивание проводилось при естественном освещении в стеклянных чашках Петри (диаметр 9 см) в 2–4 повторностях по 25–100 штук (в зависимости от запаса семенного материала и размера семян) на бумажном ложе. Увлажнитель – дистиллированная вода, семена увлажнялись по мере необходимости через 1–2 дня. Семя считалось проросшим при наличии корешка, размер которого равен семени. Подсчет проросших семян велся ежедневно. Всхожесть оценивалась по отношению количества проросших семян к количеству заложенных на проращивание, выраженному в %. При слабом прорастании семена подвергались холодной и тепловой стратификации в климатокамере. Опыт считался завершённым, если новые проростки не появлялись более одного месяца от последней даты.

Жизнеспособность определялась как сумма проросших и не проросших, сохранивших морфологию, не гнилых семян [5].

При изучении характера прорастания использована классификация типов прорастания семян, предложенная И. В. Борисовой [6]. Группа типов семян с ускоренным прорастанием (I) объединяет 2 самостоятельных типа: семена с отсутствием первичного покоя и взрывным характером прорастания (IA); семена с быстрым прорастанием (IB). Группа типов семян с замедленным прорастанием (II) объединяет 4 самостоятельных типа прорастания семян, различающихся максимальным количеством проросших семян: в начале прорастания – IIA; в середине – IIB; в конце – IIВ; отсутствует ярко выраженная максимальная порция прорастания (равномерная) – IIГ. Группа типов семян, обладающих низкой лабораторной всхожестью, первичным покоем разной длительности и прорастающих после дозревания и с нулевой всхожестью (III), объединяет 3 типа прорастания: семена не прорастающие или с очень слабым, от 1 до 11 % прорастанием в свежем состоянии, но быстро прорастающие после 6 месяцев хранения – IIIА; семена не прорастающие или с очень слабым, от 1 до 11 % прорастанием в свежем состоянии и длительно прорастающие после 6 месяцев хранения – IIIБ; семена не прорастают или очень слабо прорастают в свежем состоянии и после 6 месяцев хранения (при комнатной температуре) и требуют для этого особых условий – IIIВ.

Результаты

Ускоренным прорастанием (I) характеризуются свежесобранные семена 10 изученных видов растений Якутии. Семян с отсутствием первичного покоя и взрывным характером прорастания (IA) среди изученных редких видов не

Редкие виды растений с семенами с ускоренным прорастанием

Таблица 1

Table 1

Rare plant species with seeds with accelerated germination

Вид Species	Категория редкости Rarity category	Срок хранения семян, мес. Period of seed storage, months	НП, день BG, day	ДП, день DG, day	ЛВ, % LG, %	ЖС, % SV, %
<i>Dracocephalum jacutense</i>	1	0	3	13	77±3	99±1
		6	3	7	84±5	96±1
<i>Ephedra monosperma</i>	2a	0	4	10	98±2	98±2
		6	4	7	99±1	99±1
<i>Krascheninnikovia ceratoides</i>	2a	0	3	5	73±3	73±3
		6	1	2	92±8	92±8
<i>Delphinium grandiflorum</i>	2a	0	6	12	95±1	95±1
		6	6	12	100	100
<i>Aquilegia sibirica</i>	2б	0	16	10	92±2	94±4
		6	9	26	93±3	96±2
<i>Lilium pensylvanicum</i>	2б	0	8	10	89±2	91±1
		6	8	10	88±6	95±1
<i>Lilium pilosiusculum</i>	2б	0	9	12	88±2	97±1
		6	8	15	91±1	96±1
<i>Astragalus zhiganicus</i>	3a	0	6	14	86±10	86±10
		6	4	170	78±2	94±4
<i>Potentilla tollii</i>	3a	0	3	6	56±2	78±5
		6	4	21	92±8	98±2
<i>Bergenia crassifolia</i>	3г	0	5	7	79±1	96±2
		6	5	10	72±1	100

Примечание. НП – начало прорастания семян (дни от начала опыта), ДП – длительность прорастания (дни от начала прорастания), ЛВ – лабораторная всхожесть, %, ЖС – жизнеспособность семян, %.

Note. BG – the beginning of seed germination (days from the beginning of the experiment), DG – the duration of germination (days from the beginning of germination), LG – laboratory germination, %, SV – seed viability, %.

отмечено. Свежесобранные семена всех 10 видов быстро прорастают (ИБ), прорастание начинается на 3–6-й день, максимум его наблюдается на 1–4-й день от начала прорастания. Длительность прорастания от 5 до 14 дней. Всхожесть от 56 (*Potentilla tollii*) до 98 % (*Ephedra monosperma*). Средняя всхожесть за 1 день от 6 до 15 % (табл. 1).

После 6 месяцев хранения характер прорастания может меняться в ту или иную сторону. Исходные значения качества семян сохраняют семена *Delphinium grandiflorum*, *Lilium pensylvanicum*, *Lilium pilosiusculum*, *Bergenia crassifolia*, повышается скорость прорастания до взрывного у семян *Dracocephalum jacutense*, *Ephedra monosperma*, *Krascheninnikovia ceratoides*. Так, у по-

следних семян после 6 месяцев хранения прорастание отмечается в день закладки опыта, на 2-й день прорастают 92 % семян, т.е. длительность прорастания составляет 2 дня, средняя всхожесть семян за 1 день 46 %. У семян трех видов – *Aquilegia sibirica*, *Potentilla tollii*, *Astragalus zhiganicus* – после 6 месяцев хранения замедляется процесс прорастания, длительность прорастания увеличивается в 2,6 и 3,5 раз соответственно у первых двух видов и более чем в 12 раз у *Astragalus zhiganicus*. Но при этом лабораторная всхожесть у семян *Aquilegia sibirica* остается исходной с высоким значением, у *Potentilla tollii* с хранением она повышается от 54 до 92 %, а у *Astragalus zhiganicus* снижается.

Замедленное прорастание (II) отмечено у свежесобранных семян 20 видов, из них семени 16 видов характеризуются максимальным количеством проросших семян в начале прорастания – ПА (*Redowskia sophiifolia* *Hemerocallis minor*, *Astragalus zhiganicus*, *Taraxacum pseudonivale*, *Pulsatilla turczaninowii*, *Dianthus superbus*, *Hedysarum gmelinii*). Первичного покоя семена этих видов не имеют, начало про-

растания от 3–6, реже 12 дней (*Pulsatilla turczaninowii*). Длительность прорастания более 20 дней. Всхожесть от 59 % (*Redowskia sophiifolia*) до 100 % (*Hedysarum gmelinii*). 50 % семян прорастают на 4–9-й день. Средняя всхожесть за 1 день составляет от 2 до 5 % (табл. 2).

Для свежесобранных семян 4 видов (*Phlojodicarpus sibiricus*, *Oxytropis scheludjakovae*, *Viola dactyloides* и *Cleistogenes squarrosa*) характерно

Т а б л и ц а 2

Редкие виды растений с семенами с замедленным прорастанием

Table 2

Rare plant species with seeds with delayed germination

Вид Species	Категория редкости Rarity category	Срок хранения семян, мес. Period of seed storage, months	НП, день BG, day	ДП, день DG, day	ЛВ, % LG, %	ЖС, % SV, %
<i>Redowskia sophiifolia</i>	1	0	4	51	69±10	70±2
		6	3	11	79±4	83±1
<i>Allium prostratum</i>	2a	0	3	17	62±2	97±1
		6	3	22	95±1	98±1
<i>A. ramosum</i>	2a	0	6	20	79±1	97±2
		6	4	49	96±3	98±2
<i>Rhodiola rosea</i>	2б	0	4	46	36±4	63±4
		6	7	31	26±4	85±4
<i>Hemerocallis minor</i>	2б	0	6	16	99±1	100
		6	9	20	99±1	99±1
<i>Phlojodicarpus sibiricus</i>	2б	0	24	29	15±5	96±2
		6	0	0	0	96±2
<i>Papaver jacuticum</i>	3a	0	5	12	42±2	100
		6	8	6	87±4	100
<i>Taraxacum pseudonivale</i>	3a	0	6	23	74±2	82±0
		6	4	26	88±2	90±1
<i>Astragalus lenensis</i>	3a	0	3	21	40±4	48±2
		6	3	2	8±2	8±2
<i>Rumex jacutensis</i> Kom.	3a	0	5	55	38±2	96±3
		6	-	-	-	-
<i>Oxytropis scheludjakovae</i>	3a	0	4	29	25±3	64±3
		6	3	43	23±2	90±5
<i>Festuca komarovii</i>	3б	0	6	26	100	100
		6	3	14	89±5	98±3
<i>Pulsatilla turczaninowii</i>	3г	0	12	23	59±1	64±5
		6	4	13	74±2	75±3
<i>Dianthus superbus</i>	3г	0	4	41	91±7	100
		6	6	10	97±3	100
<i>Scutellaria baicalensis</i>	3г	0	4	17	57±3	88±2
		6	3	12	98±1	98±1
<i>Hedysarum gmelinii</i> Ledeb.	3г	0	4	21	100	100
		6	6	21	27±3	96±1
<i>Oxytropis pilosa</i>	3г	0	6	36	95±3	100
		6	3	117	13±2	33±3
<i>Viola dactyloides</i>	3г	0	17	8	32±10	100
		6	4	12	91±1	100
<i>Cleistogenes squarrosa</i>	3г	0	4	18	37±3	37±3
		6	3	14	94±1	94±1
<i>Artemisia remotiloba</i>	3д	0	3	15	78±6	89±3
		6	4	79	86±3	89±1

Редкие виды растений с семенами с низкой и нулевой лабораторной всхожестью

Table 3

Rare plant species with low and zero laboratory germination seeds

Вид Species	Категория редкости Rarity category	Срок хранения семян, мес. Period of seed storage, months	НП, день BG, day	ДП, день DG, day	ЛВ, % LG, %	ЖС, % SV, %
<i>Gagea pauciflora</i>	1	0	0	0	0	0
		6	7	14	97±2	97±2
<i>Sorbocotoneaster pozdnjakovii</i>	1	0	0	0	0	100
		6	0	0	0	100
<i>Thermopsis lanceolata</i>	2a	0	0	0	0	0
		6	2	3	4±0	84±6
<i>Adonis sibirica</i>	2б	0	0	0	0	35±5
		6	0	0	0	30±5
<i>Trollius asiaticus</i>	2б	0	0	0	0	100
		6	0	0	0	100
<i>Iris laevigata</i>	2б	0	0	0	0	100
		6	0	0	0	100
<i>Paeonia anomala</i>	2б	0	0	0	0	99±1
		6	0	0	0	95±2
<i>Callianthemum isopyroides</i>	3б	0	0	0	0	60±2
		6	10	10	2±0	62±2
<i>Mertensia rivularis</i>	3в	0	8	4	4±0	12±2
<i>Polygala sibirica</i>	3в	0	0	0	0	99±1
<i>Aconitum volubile</i>	3г	0	0	0	0	100
		6	0	0	0	100
<i>Aquilegia glandulosa</i>	3г	0	24	1	1±0	96±3
		6	6	16	2±1	100
<i>Ligularia sibirica</i>	3г	0	0	0	0	0
		6	14	87	9±1	59±1
<i>Iris sanguinea</i>	3г	0	0	0	0	100
		0	0	0	0	100
<i>Polygonatum odoratum</i>	3г	0	0	0	0	100
		6	15	29	68±2	96±1
<i>Saussurea pseudoangustifolia</i>	3д	0	11	16	4±3	65±5
		6	5	79	26±2	53±4

замедленное прорастание с отсутствием ярко выраженной максимальной порции прорастания, оно идет равномерно – IIIГ.

После 6 месяцев хранения исходный характер прорастания сохранили семена 8 видов, из них 7 видов, семена которых прорастают по типу IIА, и семена *Oxytropis scheludjakovae*, прорастающие по типу IIIГ. Качество семян 8 видов после шестимесячного хранения повысилось – период прорастания значительно у них сократился, тип прорастания сменился на ускоренный (IБ), а у семян *Papaver jacuticum* даже на взрывной тип (IА). После 6 месяцев в разной степени повышается лабораторная всхожесть у семян большинства видов, что свидетельствует о том, что в течение этого времени идет их дозаривание, наиболее ярко это видно на примере *Papaver jacuticum*. У видов сем. Fabaceae отмечается об-

ратный процесс – всхожесть семян с хранением падает, что связано с их твердосемянностью. Степень твердосемянности изменяется – у свежесобранных семян этих растений она еще развита не в полной мере и семена легко прорастают. С течением времени покровы семян затвердевают и утолщаются, что обуславливает их водонепроницаемость и препятствует прорастанию, поэтому большинству видам сем. Fabaceae свойственно состояние физического покоя [7]. В результате всхожесть после 6 месяцев хранения у представителей бобовых резко падает (табл. 2).

К группе типов семян, обладающих низкой лабораторной всхожестью, первичным покоем разной длительности и прорастающих после дозревания и с нулевой всхожестью (III), относятся семена 16 видов (табл. 3). Видов, свежесобранных семян которых не прорастают или

слабо прорастают, но быстро прорастают после 6 месяцев хранения (ША), среди изученных редких растений немного. Это *Gagea pauciflora*, свежесобранные семена которого имеют нулевую всхожесть, но после хранения они прорастают по типу ІБ, начиная с 7-го дня, на 14-й день их лабораторная всхожесть составляет 98 %. Подобным образом, но менее ярко проявляют себя семена *Polygonatum odoratum*. Семена *Saussurea pseudoangustifolia*, характеризующиеся слабым прорастанием свежесобранных семян (3 %), и *Ligularia sibirica* с нулевой всхожестью после 6 месяцев хранения начинают слабо и длительно прорастать. Так, всхожесть семян *Saussurea pseudoangustifolia* после хранения повысилась до 26 %, при этом процесс прорастания составил 79 дней. Всхожесть свежесобранных семян *Mertensia rivularis* и *Polygala sibirica* составила 4 и 0 % соответственно, но из-за отсутствия запаса семян определить изменение их всхожести через 6 месяцев не было возможности.

Особую группу составляют семена с нулевой или крайне низкой, от 0 до 11 %-й лабораторной всхожестью, семена с глубоким физиологическим покоем, не прорастающие без предварительной обработки (ШВ), но при этом обладающие высокой жизнеспособностью. Этих видов насчитывается 10 (табл.3). Обращает на себя внимание преобладание среди них семян видов сем. Ranunculaceae и Paeoniaceae (*Adonis sibirica*, *Trollius asiaticus*, *Aconitum volubile*, *Paeonia anomala* и др.), характерной чертой которых является недоразвитый зародыш, что обуславливает их глубокий морфофизиологический покой. Недоразвитость зародыша может быть одной из адаптаций к холодной зиме, препятствующей прорастанию семян после их осыпания, тем самым, избегая гибели проростков и ювенильных растений в зимний период. При посеве в грунт нестратифицированных семян всходы этих видов появляются через 3 года, при этом полевая всхожесть составляет от 30 % у семян *Adonis sibirica* и до 90 % у *Paeonia anomala*. Ежегодно весной в питомнике отмечается обильный весенний самосев *Adonis sibirica* и *Paeonia anomala*, по всей вероятности, прорастающий из семян, пролежавших в почве 2–3 года и прошедших длительную естественную стратификацию.

Испытание в лабораторных условиях различных режимов стратификации семян *Adonis sibirica* и *Paeonia anomala* не дало результата, эффективным оказалось выдерживание семян в сыром песке под открытым небом в течение 60 дней в апреле–мае, температурный режим воздуха в марте–мае 2015 г. в период проведения стратификации приведен в табл. 4. Лабораторная всхожесть семян составила 35,0 и 52,5 % соответственно.

Т а б л и ц а 4
Температурный режим воздуха в марте–мае 2015 г.
(Якутск), °С

Table 4
Air temperature in march-may 2015 (Yakutsk), °C

	Средняя температура Average temperature	Минимальная температура Minimum temperature	Максимальная температура Maximum temperature
Март March	–2,3	–14,0	10,0
Май May	11,4	–2,0	18,0

Для семян *Sorbecotoneaster pozdnjakovii* наиболее результативным оказалось выдерживание их в течение 60 дней под открытым небом в апреле–мае, грунтовая всхожесть составила 38,5 %. Ранее А.Е.Петровой и соавторами [8] показано, что в результате стратификации в течение 200–240 дней при температуре 0–5 °С грунтовая всхожесть семян рябинокизильника составила 40–50 %.

Нулевой всхожестью характеризуются семена *Iris laevigata* и *I. sanguinea*. Для вывода их из состояния покоя подобраны режимы стратификации. При выдерживании семян *Iris laevigata* в течение 30 дней (16 ч на свету, 8 ч в темноте) при 5 °С, 8 % влажности они начинают прорастать на 4-й день, лабораторная всхожесть составляет 70 %, при этом длительность прорастания достигает 8 суток, 50 % семян прорастают за 2 дня. Семенам *I. sanguinea* требуется тепловая стратификация 35 °С в течение 15 дней (20 ч на свету, 4 ч в темноте). После обработки семена прорастают на 7-й день, лабораторная всхожесть достигает 67,5 %.

Среди 46 представленных в эксперименте 20 видов являются степными – компонентами сокращающихся уникальных реликтовых степных группировок Центральной и Северной Якутии. Поэтому хотелось бы остановиться на этой группе растений подробнее. Для семян большинства степных видов характерны отсутствие или неглубокий морфофизиологический покой, быстрое прорастание и высокая всхожесть. Эти семена прорастают по первому (ІА, ІБ) и второму (ІІА) типам. У свежесобранных семян, прорастающих по первому типу (*Redowskia sophiifolia*, *Dracocephalum jacutense*, *Gagea pauciflora* (после 6 месяцев хранения), *Ephedra monosperma*, *Delphinium grandiflorum*, *Krascheninnikovia ceratoides*, *Papaver jacuticum*, *Festuca komarovii*, *Scutellaria baicalensis*, *Cleistogenes sguarroza*, *Potentilla tollii*, *Hedysarum gmelinii*), начало прорастания отмечается на 1–3–8-й день, характер прорастания взрывной или быстрый, длительность про-

растания составляет обычно несколько дней, всхожесть семян 80–100 % (табл. 1).

Наиболее яркую картину представляет прорастание семян *Krascheninnikovia ceratoides*. Семена этого вида в лабораторных условиях начинают прорасти через 3 ч после закладки опыта и в течение суток прорастают на 100 %. Подобное же происходит в природе после ранне-летних обильных дождей, а в питомнике после первого сезонного полива всходы образуют сплошной ковер, но в последующем также массово происходит их гибель, выживают лишь единичные растения. Все это приводит к мысли, что степные виды с взрывным характером прорастания, с высокой всхожестью и низкой выживаемостью проростков могут представлять собой уязвимый компонент реликтовых степных группировок. Прорастая после обильных весенних осадков почти на 100 %, они не обеспечивают пополнения почвенного запаса семян, который служил бы гарантией сохранения популяций вида при неблагоприятных обстоятельствах. Это тоже можно применить к эндемичным видам, значительная часть которых прорастает быстро и с высокой всхожестью.

Также будет уместным отметить, что подавляющее большинство видов с семенами с быстрым прорастанием по типу IА и IБ, а также по типу IIА относится к таксонам, сокращающимся в численности, редкость которых обусловлена не их биологическими особенностями, а внешними факторами (категория 2).

Семена изученных степных видов, прорастающие по второму типу *Allium prostratum*, *A. ramosum*, *Pulsatilla turczaninowii*, *Astragalus lenensis*, *Oxytropis pilosa* и др., образуют максимальное количество проросших семян в начале прорастания. Всхожесть их также высока, в пределах (65) 81–99 %, прорастание может затягиваться от 21 (*Oxytropis pilosa*) до 49 дней (*Allium ramosum*). Растянутая всхожесть, т.е. неодновременный выход семян из состояния покоя, говорит о их разнокачественности, т.е. одновременном присутствии быстро и замедленно прорастающих семян. В грунте часть семян этих видов также легко прорастает, гибель их всходов тоже высока, но разнокачественность семян в некоторой степени может обеспечить сохранение определенного количества их в почве.

Семена трех луговых видов (*Lilium pensylvanicum*, *L. pilosiusculum*, *Hemerocallis minor*), представленных в эксперименте и относящихся к категории 2, сокращающих численность популяций вследствие антропогенной деятельности, обладают высоким качеством, прорастают по типу IБ.

Затрудненное прорастание семян некоторых луговых, лесных, болотных видов *Rumex jacuten-*

sis, *Callianthemum isopyroides*, *Ligularia sibirica*, *Saussurea pseudoangustifolia*, *Sorbecotoneaster pozdnjakovii* и др. (по типу IIIА, IIIБ, IIIВ), имеющих небольшие ареалы на территории Якутии, дает основание предполагать, что качество семян является одним из факторов, ограничивающих их более широкое распространение.

В целом качество семян редких видов в условиях интродукции дает возможность для быстрого воспроизводства растений для поддержания коллекционного фонда, а также реинтродукционных мероприятий в природных местобитаниях.

Выводы

1. Среди изученных семян 46 таксонов изученных редких растений по всхожести и характеру прорастания свежесобранных семян выделены:

- 10 видов с ускоренным прорастанием семян с отсутствием первичного покоя и высокой всхожестью;

- 20 видов с замедленным прорастанием семян, прорастающих по типу IIА, который характеризуется максимальным количеством проросших семян в начале прорастания, и по типу IIIГ – равномерным прорастанием;

- 16 видов с семенами с нулевой или низкой лабораторной всхожестью, первичным покоем разной длительности и прорастающими после дозревания (III). Использование тепловой стратификации стимулирует прорастание семян *Iris sanguinea* до 67,5 %, холодовой – прорастание *Adonis sibirica*, *Paeonia anomala* других видов до 35–70 %.

2. После хранения в течение 6 месяцев характер прорастания семян большинства видов сохраняется, но у ряда видов изменяется как в сторону ускорения, так и замедления, также может варьировать их лабораторная всхожесть, чаще в сторону повышения.

3. Семена с быстрым прорастанием по типу IА и IБ, а также по типу IIА и высокой всхожестью характерны для таксонов, сокращающихся в численности, редкость которых обусловлена не их биологическими особенностями, а внешними факторами.

4. Затрудненное прорастание семян некоторых редких видов, имеющих небольшие ареалы на территории Якутии, дает основание предполагать, что качество семян является одним из факторов, ограничивающих их более широкое распространение.

5. Семеноводство и размножение редких видов в ботанических садах позволяет создавать страховочный фонд растений для восстановительных мероприятий в нарушенных природных популяциях.

Литература

1. *Ткаченко К. Г.* Взаимодополняющие методы изучения и сохранения редких и полезных растений в условиях *ex situ* и *in situ* // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия Естественные науки. 2010. № 9 (80), вып. 11. С. 25–32.
2. *Красная книга Республики Саха (Якутия). Т.1: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов* / Отв. ред. Н.С. Данилова. М.: Изд-во «Реарт», 2017. 412 с.: 644 ил.
3. *Красная книга Российской Федерации (растения и грибы)* / Отв. ред. Л.В. Бардунов, В.С. Новиков. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 855 с.
4. *Ивантер Э.В.* К разработке экологической концепции периферических популяций // Экология. 2017. № 1. С. 60–67.
5. *Левицкая Г.Е.* Влияние температуры хранения на семена дикорастущих видов. 2. Семена с физиологическим покоем на примере видов рода *Campanula* (Campanulaceae) // Растительные ресурсы. 2015. 51 (1). С. 38–51.
6. *Борисова И.В.* Типы прорастания семян степных и пустынных растений // Ботанический журнал. 1996. Т. 81, № 12. С. 9–22.
7. *Николаева М.Г.* Особенности прорастания семян растений из подклассов Dillenidae, Rosidae, Lamidae и Asteridae // Ботанический журнал. 1989. Т. 74, № 5. С. 651–667.
8. *Петрова А.Е., Романова А.Ю., Назарова Е.И.* Интродукция деревьев и кустарников в Центральной Якутии. Якутск: Изд-во ЯНЦ СО РАН, 2000. 269 с.

References

1. *Tkachenko K.G.* Vzaïmodopolnyayushchie metody izucheniya i sokhraneniya redkikh i poleznykh rastenij v usloviyakh *ex situ* i *in situ* // Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gos. universiteta. Seriya Estestvennye nauki. 2010. № 9 (80), vyp. 11. S. 25–32.
2. *Krasnaya kniga Respubliki Sakha (Yakutiya). T.1: Redkie i nakhodyaschiesya pod ugrozoy ischeznoveniya vidy rastenij i gribov* / Otв. red. N.S. Danilova. M.: Izdatel'stvo «Reart», 2017. 412 s.: 644 il.
3. *Krasnaya kniga Rossijskoj Federatsii (rasteniya i griby)* / Otв. red. L.V. Bardunov, V.S. Novikov. M.: Tovarischestvo nauchnykh izdanij KMK, 2008. 855 s.
4. *Ivanter E.V.* K razrabotke ekologicheskoy kontseptsii perifericheskikh populyatsij // Ekologiya. 2017. № 1. S. 60–67.
5. *Levitskaya G.E.* Vliyanie temperatury khraneniya na semena dikorastuschikh vidov. 2. Semena s fiziologicheskim pokoeм na primere vidov roda *Campanula* (Campanulaceae) // Rastitel'nye resursy. 2015. 51 (1). S. 38–51.
6. *Borisova I.V.* Tipy prорastaniya semyan stepnykh i pustynnykh rastenij // Bot. zhurnal. 1996. T. 81, № 12. S. 9–22.
7. *Nikolaeva M.G.* Osobennosti prорastaniya semyan rastenij iz podklassov Dillenidae, Rosidae, Lamidae i Asteridae // Bot. zhurnal. 1989. T. 74, № 5. S. 651–667.
8. *Petrova A.E., Romanova A.YU., Nazarova E.I.* Introduktsiya derev'ev i kustarnikov v Tsentral'noj Yakutii. Yakutsk: Izd-vo YaNTs SO RAN, 2000. 269 s.

Поступила в редакцию 02.10.2018

Об авторах

АНДРОСОВА Дария Николаевна, инженер-исследователь, Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, 677980, Якутск, пр. Ленина, 41, Россия,
<http://orcid.org/0000-0003-1521-0556>, darija_androsova@mail.ru;
 ДАНИЛОВА Надежда Софроновна, доктор биологических наук, профессор, академик Академии наук Республики Саха (Якутия), главный научный сотрудник, Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, 677980, Якутск, пр. Ленина, 41, Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, 677013, Якутск, ул. Кулаковского, 48, Россия,
<http://orcid.org/0000-0001-6532-7977>, nad9.5@mail.ru.

About the authors

ANDROSOVA Daria Nikolaevna, Engineer-Researcher, Institute for Biological Problems of Cryolithozone SB RAS, 41 Lenin Ave., Yakutsk, 677980, Russia,
<http://orcid.org/0000-0003-1521-0556>, darija_androsova@mail.ru;
 DANILOVA Nadezhda Sofronovna, Doctor of Biological Sciences, Professor, Academician of the Academy of Sciences of the Republic of Sakha (Yakutia), Principal Researcher, Institute for Biological Problems of Cryolithozone SB RAS, 41 Lenin Ave., Yakutsk, 677980, Russia, M. K. Ammosov North-Eastern Federal University, 48 Kulakovsky St., Yakutsk, 677013, Russia,
<http://orcid.org/0000-0001-6532-7977>, nad9.5@mail.ru.