

8. Дергачева М.И. Гумусовые вещества как источник информации о природной среде формирования // Изв. аграрной науки. – 2011. – V 9. – № 2. – Р. 57–61.
9. Гафуров Ф.Г. Почвы Свердловской области. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2008. – 396 с.
10. Пономарева В.В., Плотникова Т.А. Методика и некоторые результаты фракционирования гумуса черноземов // Почвоведение. – 1968. – № 11. – С. 104–117.
11. Dergacheva M.I. Humic acids of soils of different age and genesis 10<sup>th</sup> International meeting of international humic substances society, 24–28 July 2000, Toulouse (France). – Toulouse, 2000. – P. 267–270.
12. Анализ изменений состава и структуры гуминовых кислот почв при кислотном и щелочном гидролизе / В.Д. Тихова [и др.] // Журн. прикладной химии. – 2008. – Т. 81. – № 11. – С. 1957–1962.
13. Алиев С.А. Почвы Азербайджанской ССР. Экология и энергетика биохимических процессов превращения органического вещества почв. – Баку: ЭЛМ, 1978. – 253 с.
14. Фирсова В.П., Горячева Т.А., Прокопович Е.В. Сравнительная характеристика свойств горных почв Среднего Урала // Почвоведение. – 1983. – № 5. – С. 16–25.
15. Фирсова В.П., Павлова Т.С., Дедков В.С. Биогеоценоотические связи и почвообразование в сопряженных ландшафтах Среднего Урала. – Свердловск: Изд-во УрО АН СССР, 1990. – 135 с.



УДК 630.161.6 (571.6)

Н.М. Воронкова, А.Б. Холина, В.П. Верхолат

#### БИОМОРФОЛОГИЯ, ПРОРАСТАНИЕ И КРИОКОНСЕРВАЦИЯ СЕМЯН НЕКОТОРЫХ ДЕКОРАТИВНЫХ КУСТАРНИКОВ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ

*Изучены биоморфологические и размерные характеристики, режимы проращивания и выяснена ответная реакция семян 13 видов кустарников, кустарничков и полукустарничков на действие сверхнизких температур (минус 196°С) с целью выяснения возможности их долгосрочного хранения в жидком азоте для создания банка семян. Для большинства видов криоконсервация не оказала отрицательного действия, семена сохранили свою жизнеспособность на первоначальном уровне.*

**Ключевые слова:** кустарники, морфология семян, прорастание семян, криоконсервация, дальний Восток.

N.M. Voronkova, A.B. Kholina, V.P. Verkholat

#### BIOMORPHOLOGY, GERMINATION AND CRYOPRESERVATION OF SOME ORNAMENTAL SHRUB SEEDS IN THE RUSSIAN FAR EAST

*Biomorphological, metric characteristics, germination conditions are studied, the response reaction of 13 shrub, undershrub and dwarf semishrub species to ultralow temperature (-196°C) influence in order to evaluate the possibility of their long-term storage for creating the seed bank is revealed. For most species cryopreservation did not have the negative effect; the seeds retained their viability at the initial level.*

**Key words:** shrubs, seed morphology, seed germination, cryopreservation, Far East.

---

**Введение.** Решение задач охраны разнообразия растительных ресурсов невозможно без детального изучения вопросов семенного размножения отдельных видов, и, прежде всего, биологии прорастания и хранения семян с целью создания их фонда. Необходимость подобных исследований для конкретных видов диктуется их видоспецифическими биологическими особенностями, поскольку процессы стратификации и прорастания семян являются частью жизненного цикла растений. В связи с высокой антропогенной нагрузкой актуальность исследований возрастает не только в отношении редких и эндемичных видов, но и для довольно распространенных растений, красиво цветущих, декоративных, пищевых и лекарственных, запасы которых сокращаются в результате пожаров, а также изъятия их из природы для хозяйственных целей. Природная флора российского Дальнего Востока богата видовым разнообразием кустарников, кустарничков и полукустарничков, многие из которых обладают ценными свойствами. Анализ литературных данных указывает на недостаточную изученность многих сторон семенного размножения для большинства дальневосточ-

ных видов, в том числе и для кустарников. Особый интерес вызывают данные, имеющие значение для создания банков долговременного хранения семян без потери жизнеспособности. Известно, что общепринятые режимы хранения семян при низкой положительной температуре не обеспечивают длительного хранения семян; наиболее надежным, экологически чистым и сравнительно недорогим способом считается хранение семян в жидком азоте при минус 196°C (криоконсервация) [1–3]. Однако необходимо изучение реакции семян на этот способ хранения, а также разработка режимов проращивания для мониторинга жизнеспособности семян. В наших работах приведены такие комплексные характеристики для ряда видов Дальнего Востока России, в основном травянистых [4–7].

**Целью настоящей работы** является изучение морфологии, морфометрии, биологии прорастания семян, разработка режимов проращивания семян и изучение реакции семян на криохранение для 13 видов кустарниковых растений Дальнего Востока России.

**Материалы и методы исследования.** Жизненные формы растений охарактеризованы по классификации А.Б. Безделева и Т.А. Безделева [8]. Для получения морфометрических характеристик отбирали только хорошо выполненные семена. Описание формы и характеристику поверхности семян и односемянных плодов проводили согласно рекомендациям З.Т. Артюшенко и А.А. Федорова [9, 10]. Невскрывающиеся односемянные плоды, как генеративные диаспоры, характеризовали так же, как семена. Для описания морфологических признаков семени просматривали под бинокулярной лупой. Мелкие семена измеряли под микроскопом с помощью окуляра с измерительной сеткой. Массу семян определяли взвешиванием 3 проб по 100 шт., размеры – измерением 25 шт. в каждом образце. Режим проращивания подбирали индивидуально для каждого вида, при этом следовали рекомендациям М.Г. Николаевой с соавт. [11]. Проращивание семян проводили при комнатной температуре (18–25°C) в чашках Петри на увлажненной фильтровальной бумаге с подстилкой из ваты. Если семена в течение 1 месяца не проросли, их подвергали холодной стратификации при температуре 2°C в течение 1–4 месяцев, затем снова проращивали при комнатной температуре. Семена ряда видов сразу ставили на стратификацию без предварительного проращивания в тепле. Реакцию семян на криоконсервацию определяли путем их проращивания после прямого погружения в жидкий азот (1 мес.), жизнеспособность семян оценивали по лабораторной всхожести (отношение числа проросших семян к числу заложенных на проращивание, выраженное в %). Для семян *Rhododendron schlippenbachii* определяли энергию прорастания (всхожесть за 10 дней, %).

**Результаты исследования и обсуждение.** Виды, места сбора, морфометрические параметры, конфигурация и характеристика поверхности семян или односемянных плодов представлены в таблице 1. Большинство представленных видов многосемянные с мелкими и легкими семенами.

Таблица 1

**Морфометрическая характеристика семян исследуемых видов кустарниковых растений**

Вид (семейство)	Жизненная форма*	Место сбора	Описание семян	Размеры семян, мм		Масса 1000 семян, г
				Длина	Ширина	
1	2	3	4	5	6	7
<i>Artemisia glomerata</i> (Asteraceae)	Летнезеленый полукустарничек	П-ов Камчатка, влк. Авачинская сопка (р-н г. Козельская), шлако- вое поле	Семянки узко- обратнояйцевидные, слегка вытянутые, ко- ричневые, слегка же- лезистые, морщини- стые	2,69±0,07	0,87±0,02	0,63±0,01
<i>Chamaepericlymenum canadense</i> (Cornaceae)	Зимнезеленый полукустарничек	Северный Сихотэ- Алинь, верховья реки Катэн, окрестности горы Ко	Косточки эллипсои- дальные, светло- коричневые, голые, слегка морщинистые	2,64±0,07	1,87±0,04	6,37±0,29
<i>Dryas punctata</i> (Rosaceae)	Летнезеленый кустарничек	П-ов Камчатка, вулк. Ключевская сопка, заросшая лава, верес- ковая тундра	Орешки ланцетовид- ные, опушенные, с апикальным извили- стым носиком	3,61±0,07	0,65±0,02	0,70±0,10

1	2	3	4	5	6	7
<i>Phyllodoce caerulea</i> (Ericaceae)	Вечнозеленый кустарничек	П-ов Камчатка, вулк. Ключевская сопка, древняя лава, вересково-голубичная тундра	Семена эллипсоидальные, светло-коричневые, голые, мелко продольно бороздчатые	0,47±0,01	0,28±0,01	<0,05
<i>Rhododendron aureum</i> (Ericaceae)	Вечнозеленый стланец или стланичек	П-ов Камчатка, сопка Плоская, горные тундры, 1460 м над ур.м.	Семена от желтых до коричневых, окруженные узким крылом желтого цвета, голые, мелко продольно-бороздчатые	1,50±0,03	0,56±0,01	1,23±0,01
<i>Rhododendron camtschaticum</i> (Ericaceae)	Летнезеленый кустарничек	П-ов Камчатка, вулк. Авачинская сопка, горные тундры	Семена удлинено-овальные, иногда неравнобокие, светло-коричневые, голые, мелко продольно бороздчатые	0,64±0,01	0,31±0,01	<0,05
<i>Rhododendron schlippenbachii</i> (Ericaceae)	Летнезеленый кустарник	Южное Приморье, заповедник "Кедровая падь"	Семена удлинённые, иногда неравнобокие, коричневые, голые, продольно бороздчатые	2,27±0,05	0,88±0,02	0,52±0,03
<i>Ribes triste</i> (Grossulariaceae)	Летнезеленый кустарник	П-ов Камчатка, каменистые склоны у скалистых обнажений по левой стороне долины р. Быстрой	Семена округло-овальные, красновато-коричневые, голые, морщинистые	2,46±0,04	1,89±0,03	4,00±0,01
<i>Rosa maximowicziana</i> (Rosaceae)	Летнезеленый кустарник	Южное Приморье, заповедник "Кедровая падь"	Семена клиновидные, от кремовых до коричневых, голые, слегка морщинистые	5,0±0,11	2,77±0,07	12,93±0,13
<i>Spiraea betulifolia</i> (Rosaceae)	Летнезеленый кустарник	Северный Сихотэ-Алинь, верховья р. Катэн, окрестности г. Ко	Семена продолговатые, желтовато-коричневые, голые, точечные	2,01±0,06	0,30±0,01	<0,05
<i>Vaccinium praestans</i> (Ericaceae)	Летнезеленый кустарничек, стланичек	О-в Монерон, юго-восточная часть, бухта Изо	Семена неравнобокие, красновато-коричневые, голые, продольно-бороздчатые	1,08±0,02	0,57±0,01	0,2±0,002
<i>Vaccinium vulcanorum</i> (Ericaceae)	Летнезеленый кустарничек	П-ов Камчатка, вулк. Ключевская сопка, древняя лава, вересково-голубичная тундра	Семена неравнобокие, коричневые, голые, продольно-бороздчатые	0,87±0,01	0,56±0,01	0,13±0,03
<i>Weigela middendorffiana</i> (Caprifoliaceae)	Летнезеленый кустарник	Северный Сихотэ-Алинь, верховья р. Катэн, окрестности г. Ко	Семена овальные, коричневые, окруженные светло желтым сетчатым крылом, без опушения	1,49±0,13	0,78±0,02	0,3±0,029

Проращивание семян дикорастущих видов в отличие от культурных представляет значительные трудности из-за наличия органического покоя, различной глубины, поэтому считается, что разработать стандартные способы оценки качества их семян невозможно [12]. В результате режимы проращивания для каждого дикорастущего вида устанавливаются индивидуально опытным путем. В таблице 2 представлены оптимальные результаты по проращению семян изученных видов, полученные в условиях наличия или отсутствия стратификации.

Таблица 2

## Режимы проращивания и всхожесть семян исследуемых растений

Вид, срок хранения семян до опыта, мес.	Всхожесть, %	Стратификация, мес.	Всхожесть после стратификации, %
<i>Artemisia glomerata</i> , 9	93±1	–	–
<i>Chamaepericlymenum canadense</i> *, 15	–	4,0	76±4
<i>Dryas punctata</i> , 8.5	18±1	4,5	23±2
<i>Phyllodoce caerulea</i> , 8.5	64±14	–	–
<i>Rhododendron aureum</i> , 5	31±1	3,0	77±4
<i>Rh. camtschaticum</i> , 5	45±2	3,0	77±4
<i>Rh. schlippenbachii</i> , 1.5	90±1	–	–
<i>Ribes triste</i> *, 10	–	4,0	51±2
<i>Rosa maximowicziana</i> *, 2	–	4,0	85±1
<i>Spiraea betulifolia</i> , 19	91±2	–	–
<i>Vaccinium praestans</i> , 3	0	2,5	98±1
<i>V. vulcanorum</i> , 8.5	0	4,5	87±3
<i>Weigela middendorffiana</i> , 19	93±1	–	–

\* Семена без стратификации не проращивали.

Как показали проведенные исследования, глубина покоя у семян исследованных видов различна. Наименее глубоким покоем и высоким уровнем всхожести (90% и более) отличаются семена *Artemisia glomerata*, *Rhododendron schlippenbachii*, *Spiraea betulifolia*, *Weigela middendorffiana*. Они не нуждаются в холодной стратификации, активно прорастают на свету. Для семян *Spiraea betulifolia* и *Weigela middendorffiana* необходимо отметить, что при меньшем сроке хранения (до года) всхожесть была существенно ниже [13]. Прорастание семян *Phyllodoce caerulea* без стратификации менее активно, но всхожесть является достаточно высокой для дикорастущего вида (более 60%). Семена видов рода *Vaccinium* без стратификации не прорастают. Холодная стратификация при низкой положительной температуре (2°C) вызывает активное их прорастание с высоким окончательным результатом. Наиболее интенсивно семена *Vaccinium vulcanorum* прорастают на 4–5 день, а *V. praestans* – на 10–11 день. Семена *Dryas punctata*, *Rhododendron aureum*, *Rh. camtschaticum* прорастают как без стратификации, так и после нее, но в последнем случае процент проросших семян выше. Более половины семян *Rosa maximowicziana* проросли к концу стратификации в стратификационной камере. В итоге 12 видов из 13 имеют всхожесть более 50% (см. табл. 2).

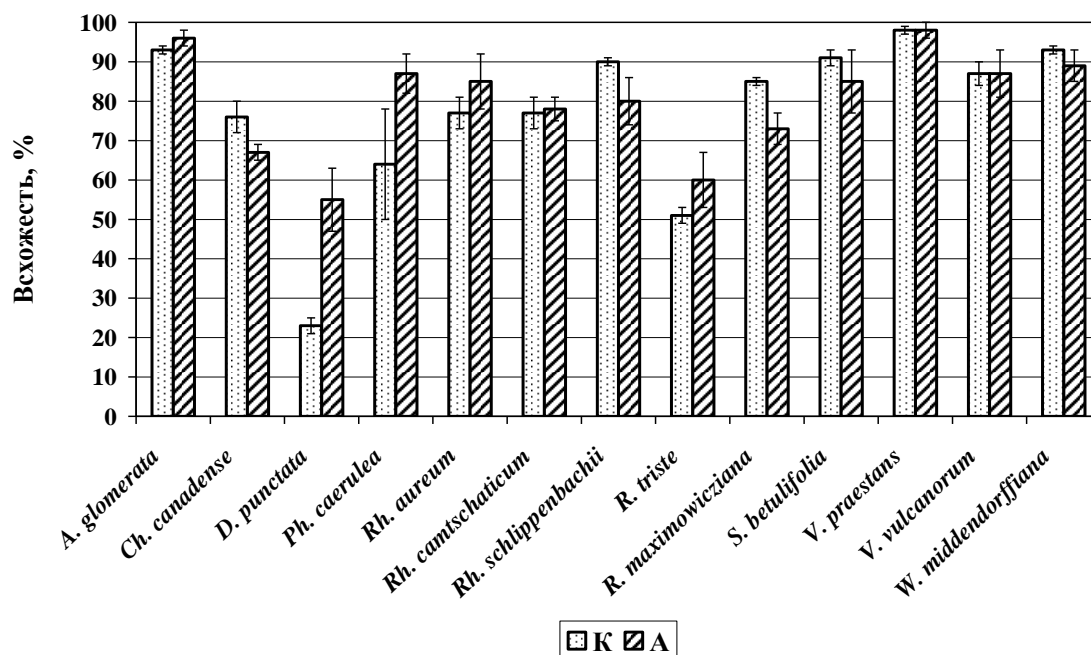
Естественный процесс старения семян приводит к потере их жизнеспособности. Продолжительность периода, в течение которого они сохраняют способность к прорастанию, варьирует в зависимости от вида, рода и семейства [14], а также зависит от многих факторов, и, прежде всего, от температуры хранения. Так, согласно нашим данным, семена изученных видов рододендронов после 5 лет хранения в условиях лаборатории не проросли. Хранение семян при низкой положительной температуре (5–7°C) увеличивало срок жизнеспособности семян, что подтверждается данными для *Rhododendron schlippenbachii* (табл. 3).

Таблица 3

Влияние температуры хранения на прорастание семян *Rhododendron schlippenbachii*

Температура хранения семян, °C	Период хранения семян, г	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %
20–25	0,1	89,3±0,1	90,0±1,3
	3	0	2,3±0,9
	5	0	0
	6	0	0
5–7	2	47,7±4,4	61,8±1,6
	3	43,0±4,0	51,7±4,9
	4	41,0±6,0	51,5±2,9
	6	45,0±2,5	58,7±3,8

Для более длительного и надежного хранения семян изучали их реакцию на сверхглубокое замораживание в жидком азоте (рис.). Результаты показали, что семена исследуемых видов после криоконсервации не теряют своей всхожести, в большинстве случаев ее показатели статистически не отличаются от контроля.



Влияние криоконсервации (минус 196°C) на прорастание семян кустарников: К – контроль (без предпосевной обработки); А – азот (предпосевное замораживание семян в жидком азоте)

Для трех видов (*Dryas punctata*, *Phyllodoce caerulea*, *Rhododendron aureum*) конечная всхожесть семян повысилась, особенно для первого вида, имеющего низкие показатели в контроле. Небольшое снижение для ряда видов (*Chamaepericlymenum canadense*, *Rhododendron schlippenbachii*, *Rosa maximowicziana*, *Weigela middendorffiana*) или повышение всхожести (*Artemisia glomerata*, *Ribes triste*) статистически не подтвердилось.

**Заключение.** При изучении биоморфологических и морфометрических особенностей, режимов проращивания и выяснения ответной реакции семян 13 видов кустарников, кустарничков и полукустарничков на действие сверхнизких температур (минус 196°C) с целью выяснения возможности их долгосрочного хранения в жидком азоте для создания банка семян выявлена их видоспецифичность. В зависимости от видовой принадлежности семена прорастали либо без стратификации, либо после предварительного воздействия низкими положительными температурами (2°C). При этом имела место видовая специфичность в отношении длительности периода стратификации. Для большинства видов криоконсервация не оказала отрицательного действия, семена сохраняли жизнеспособность на первоначальном уровне или повышали ее.

## Литература

1. Roos E.E. Long-term seed storage // The national plant germplasm system of the United States: plant breeding reviews. – 1989. – V. 7. – P. 129–158.
2. Jorgensen J. Conservation of valuable gene resources by cryopreservation in some forest tree species // J. Plant Physiol. – 1990. – V. 136. – P. 373–376.
3. Тихонова В.Л. Долговременное хранение семян // Физиология растений. – 1999. – Т. 46. – № 3. – С. 467–476.
4. Воронкова Н.М., Холина А.Б., Якубов В.В. Прорастание семян растений полуострова Камчатка и их реакция на глубокое замораживание // Вестн. КрасГАУ. – 2009. – № 1. – С. 62–68.
5. Воронкова Н.М., Холина А.Б. Хранение семян: популяционная изменчивость ответной реакции семян на замораживание // Вестн. КрасГАУ. – 2008. – № 3. – С. 125–130.

6. Воронкова Н.М., Холина А.Б. Морфология, биология прорастания и криорезистентность семян представителей флоры острова Сахалин // Вестн. КрасГАУ. – 2010. – № 4. – С. 30–36.
7. Воронкова Н.М., Холина А.Б. Биология прорастания и криохранение семян некоторых пищевых и лекарственных видов растений Дальнего Востока России // Вестн. КрасГАУ. – 2011. – № 9. – С. 55–59.
8. Безделев А.Б., Безделева Т.А. Жизненные формы семенных растений российского Дальнего Востока. – Владивосток: Дальнаука, 2006. – 296 с.
9. Артюшенко З.Т. Атлас по описательной морфологии высших растений. Семя. – Л.: Наука, 1990. – 204 с.
10. Артюшенко З.Т., Федоров А.А. Атлас по описательной морфологии высших растений. Плод. – Л.: Наука, 1986. – 392 с.
11. Николаева М.Г., Тихонова В.Л., Далецкая Т.В. Долговременное хранение семян дикорастущих видов растений. Биологические свойства семян. – Пущино: ОНТИ ПНЦ РАН, 1992. – 37 с.
12. Николаева М.Г., Лянгузова И.В., Поздова Л.М. Биология семян. – СПб.: Изд-во СПбГУ, 1999. – 232 с.
13. Воронкова Н.М., Верхолат В.П. Морфобиологические, морфометрические особенности, режимы прорастания и криоконсервация семян некоторых кустарников Дальнего Востока России // Леса российского Дальнего Востока: Мониторинг динамики лесов российского Дальнего Востока: мат-лы V Всерос. конф. – Владивосток: ЛАИНС, 2012. – С. 36–39.
14. Бартон Л. Хранение семян и их долговечность. – М.: Колос, 1964. – 240 с.



УДК 633.14: 631.52

В.И. Полонский, А.В. Сумина

#### МЕТОД ОЦЕНКИ СТЕКЛОВИДНОСТИ ЗЕРНА ЯЧМЕНЯ

На 28 образцах ярового ячменя изучали физические и технологические параметры зерна. Установлена достоверная позитивная корреляция ( $r = 0,726$ ) между величиной плотности зерна и показателем его стекловидности. Показана возможность разделения образцов ячменя на две контрастные группы, отличающиеся по стекловидности зерна на основе его измеренной плотности.

**Ключевые слова:** ячмень, параметры зерна, стекловидность, твердость, метод оценки.

V.I. Polonskiy, A.V. Sumina

#### THE ASSESSMENT METHOD OF BARLEY GRAIN GLASSINESS

The physical and technological parameters of barley grain are studied on spring barley 28 samples. The reliable positive correlation ( $r = 0.726$ ) between the grain density size and its glassiness indicator is determined. The possibility of barley sample division into two contrast groups differing on grain glassiness on the basis of its measured density is shown.

**Key words:** barley, grain parameters, glassiness, solidity, assessment method.

Зерно ячменя широко используется в сельском хозяйстве в качестве корма для животных, в пивоваренной промышленности как сырье для получения солода, а также в пищевой промышленности для изготовления перловой и ячневой крупы. При определении качества этой крупы существенное значение имеет стекловидность зерна. Как известно, зерно может быть мучнистым, стекловидным и полустекловидным. Злаки, содержащие повышенное количество стекловидных зерен, имеют, как правило, более высокое содержание белка [1]. При изготовлении крупы наибольший выход ее получают при переработке стекловидного ячменя [2].