



DOI: 10.26898/0370-8799-2017-5-4

УДК 582.734.3:581.142

## ВОЗДЕЙСТВИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО И ВОДНОГО СТРЕССА НА ПОКОЙ И ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН РЯБИНЫ СИБИРСКОЙ

**С.В. АСБАГАНОВ**, кандидат биологических наук, научный сотрудник,  
**Е.В. КОБОЗЕВА**, кандидат биологических наук, научный сотрудник,  
**А.В. АГАФОНОВ**, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник  
Центральный сибирский ботанический сад СО РАН  
630090, Россия, Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101  
e-mail: cryonus@mail.ru

Изучены особенности покоя и прорастания семян рябины сибирской (*Sorbus sibirica*) при кратковременном прерывании холодной стратификации (1–3 °С) температурным и водным стрессом (быстрое высушивание при температуре 25 °С). Для проращивания семян использовали лабораторную методику стратификации свежесобранных интактных (невысушенных) семян при температуре 1–3 °С. Однородность выборки семян контролировали методами SDS-PAGE и ISSR-PCR. Семена стратифицировали при температуре 1–3 °С в течение 45, 59, 73 и 87 дней. Затем стратификацию прерывали быстрым высушиванием при температуре 25 °С в течение 1, 3, 7 и 14 сут. После высушивания эксперимент продолжали в двух вариантах: семена перед началом повторной стратификации замачивали при температуре 1–3 °С в воде или растворе фитогормонов (48 ч в растворе гибберелловой кислоты, затем 48 ч в растворе кинетина). Далее семена во всех вариантах повторно стратифицировали в течение 60 дней при температуре 1–3 °С, затем проращивали при температуре 25 °С в течение 72 ч. Подсчитывали процент прорастания и длину корешков. У семян рябины сибирской прерывание холодной стратификации быстрым высушиванием независимо от способа последующей обработки (фитогормонами или водой) оказывало сильное стимулирующее влияние на прорастание. В большинстве вариантов опыта проросло более 90 % семян. В ранее проведенных экспериментах с непрерывной холодной стратификацией интактных семян рябины сибирской в течение 105 дней проросло лишь 17–19 % семян. Изменение длительности стратификации перед высушиванием не влияло на процент прорастания, он оставался максимально высоким во всех вариантах. Чем продолжительнее была суммарная длительность стратификации, тем больше была длина корешков. У семян, обработанных фитогормонами, наблюдались значительные нарушения в развитии проростков. Корешки практически не развивались: их длина после 72 ч проращивания была в 10–20 раз меньше, чем у семян, обработанных водой. Семядоли, наоборот, значительно увеличивались и имели бледно-зеленую окраску. Использование двухэтапной холодной стратификации с промежуточным температурным и водным стрессом позволяет добиться более чем 90%-го прорастания семян без использования фитогормонов.

**Ключевые слова:** рябина сибирская, фитогормоны, температурный стресс, водный стресс, покой и прорастание семян.

Интактным семенам рябины сибирской (*Sorbus sibirica* Hedl.) свойствен глубокий физиологический покой, который можно преодолеть только в результате длительной холодной стратификации при низких поло-

жительных температурах [1–9]. Семена с одного растения имеют разную глубину покоя, их прорастание может продолжаться от нескольких месяцев до двух лет и более. Результаты, полученные в различных исследо-

\*Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ, проект № 14-04-01096-а. Использован материал УНУ «Коллекции живых растений в открытом и закрытом грунте» ЦСБС СО РАН.

ваниях, позволяют сделать заключение, что стандартный метод проращивания семян рябины недостаточно эффективен и нуждается в доработке [3]. Известно, что глубина и другие характеристики физиологического покоя семян рябины зависят от индивидуальных особенностей растений, погодных условий [1, 6], активности фитогормонов [4, 9], изменяются в зависимости от высоты произрастания [7] и особенностей опыления материнского растения [8], подвержены воздействию множества других факторов [3, 4]. В наших предыдущих исследованиях показано значительное влияние условий хранения на покой и динамику прорастания семян рябины сибирской, установлены оптимальные сроки и способы хранения для различных методов проращивания, разработан оптимальный алгоритм использования растительных гормонов в зависимости от продолжительности и условий хранения семян [9].

Цель работы – изучить влияние температурного и водного стресса (быстрого высушивания) на покой и прорастание семян рябины сибирской.

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В эксперименте использовали стандартную методику стратификации семян при температуре 1–3 °C [1]. Семена выделяли из полностью созревших и неповрежденных плодов в конце сентября – начале октября, когда материнские растения заканчивали вегетацию и сбрасывали листья. Семена выделяли непосредственно перед началом эксперимента или хранили в воде до его начала, но не более 2–3 сут. В каждом варианте использовали по 150 семян, которые размещали в двух чашках. Характеристики покоя и прорастания семян рябины зависят от индивидуальных особенностей материнского растения и опылителей, поэтому мы использовали семена модельного биотипа рябины сибирской – ИТПМ-1. Растение ИТПМ-1 расположено вдали от интродукционной коллекции представителей рода Рябина и находится в окружении других растений исключительно своего вида. Се-

мена ИТПМ-1 характеризуются очень глубоким физиологическим покоем и разноточностью по факторам, необходимым для его преодоления [4, 9]. Однородность выборки семян контролировали методами SDS-PAGE и ISSR-PCR [10, 11]. Исследование проводили в лабораторных условиях в Центральном сибирском ботаническом саду СО РАН.

При закладке опыта исходили из необходимости прохождения интактными семенами минимальной продолжительности холодной стратификации (105 дней). Такая продолжительность холодной стратификации в совокупности с обработкой фитогормонами дает высокий процент прорастания (87). Однако фитогормоны помимо ускорения и удорожания методики проращивания семян оказывают негативное влияние на развитие проростков [4, 9]. На первом этапе свежесобранные семена стратифицировали при температуре 1–3 °C в течение 45, 59, 73 и 87 дней, затем стратификацию прерывали быстрым высушиванием при температуре 25 °C в течение 1, 3, 7 и 14 сут. После высушивания обработку семян водой и растворами фитогормонов проводили при температуре 1–3 °C. Далее семена во всех вариантах повторно стратифицировали в течение 60 дней при температуре 1–3 °C. Для защиты семян и субстрата (ватные диски) от плесневых грибов использовали системный фунгицид дифеноканазол в конечной концентрации в субстрате 0,005 %.

Быстрое высушивание семян достигали следующим образом: семена после первого этапа холодной стратификации в чашках Петри доставали из термостата, быстро отделяли от субстрата и переносили на хорошо просушенный лист фильтровальной бумаги, сверху накрывали еще одним листом и помещали в поток теплого воздуха. В таком состоянии семена сушились 2–3 ч. Затем их переносили на новые сухие листы бумаги и помещали на хранение в термостат с температурой 25 °C. При закладке семян на повторную холодную стратификацию чашки Петри с мокрым субстратом (ватные диски) предварительно охлаждали до температуры

1–3 °С, затем быстро размещали в них семена и, не допуская нагревания, сразу помещали в холодный термостат.

В вариантах, где требовалась обработка растительными гормонами, семена замачивали в растворах при температуре 1–3 °С (48 ч в растворе гибберелловой кислоты (ГК<sub>3</sub>) – 100 мг/л, затем 48 ч в растворе кинетина (К) – 500 мг/л). После обработки каждым фитогормоном семена в воде не промывали, а сразу переносили в раствор другого фитогормона, затем на мокрые охлажденные до 1–3 °С ватные диски в чашках Петри. Далее семена помещали в термостат для продолжения прерванной холодной стратификации (1–3 °С) и через 60 дней проращивали на свету при температуре 25 °С. Число проросших семян и длину корешков подсчитывали перед началом проращивания и спустя 72 ч.

#### **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

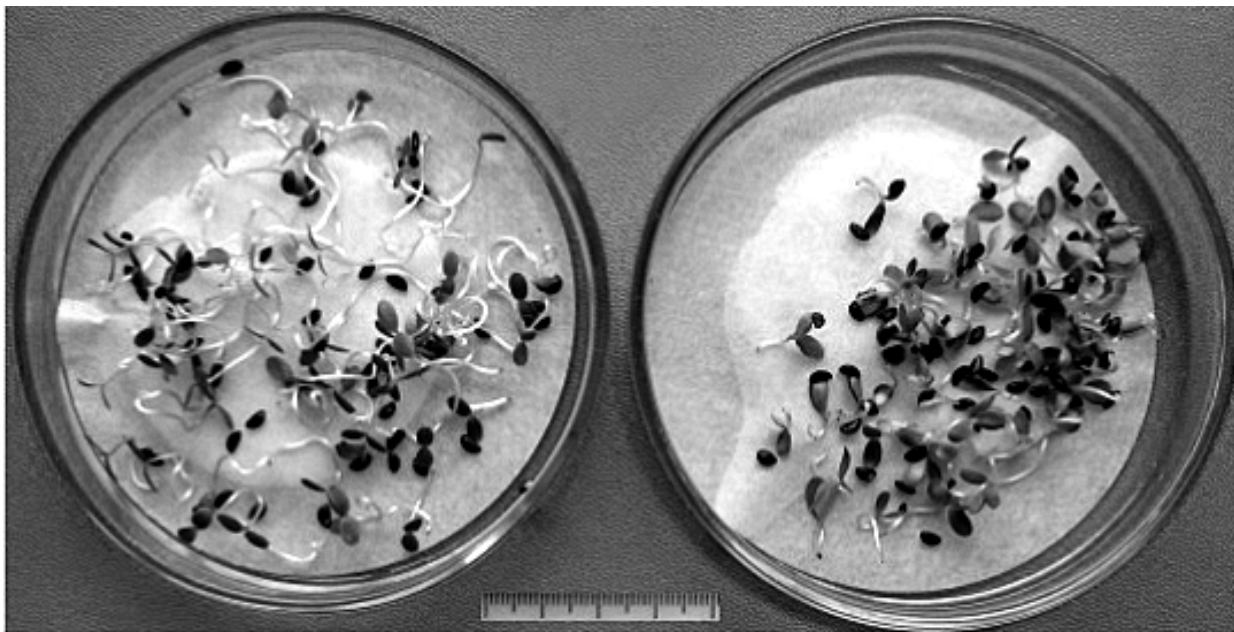
В большинстве случаев, когда семена находились в условиях холодной стратификации недостаточно долго, чтобы успели активизироваться процессы прорастания, после переноса семян в условия с более высокой температурой они впадают во вторичное состояние покоя, иногда более глубокое, чем исходное [12, 13]. Однако имеются сведения о возможности прерывания холодной стратификации у семян черешни без индукции вторичного покоя [14]. Для этого стратифицируемые семена необходимо высушить очень быстро, что приводит к остановке и сохранению стратификационных изменений. При повторном намачивании и стратификации процесс продолжается так, как будто его не прерывали. Это позволяет избежать перерастания корешков при слишком раннем начале прорастания стратифицируемых семян, когда условия для их посева в открытый грунт еще недостаточно благоприятные. С этой целью мы изучали возможность приостановки стратификации без индукции вторичного покоя на семенах рябины сибирской, а также влияние фитогормонов на частично стратифицированные и затем высушенные семена.

Реакция семян рябины значительно отличалась от описанной в литературе реакции семян черешни [14]. У семян рябины сибирской прерывание холодной стратификации быстрым высушиванием независимо от способа последующей обработки (фитогормонами или водой) оказало сильное стимулирующее влияние на прорастание. В большинстве вариантов проросло более 90 % семян (см. таблицу). В опытах с непрерывной холодной стратификацией интактных семян в течение 105 дней проросло лишь 17–19 % их [8, 9]. Максимальное количество проросших семян (64,7 %) наблюдалось при непрерывной холодной стратификации интактных семян в течение 315 дней [8]. Обработка фитогормонами перед началом холодной стратификации приводила к прорастанию 87 % семян после 105 дней непрерывной холодной стратификации [9]. Увеличение продолжительности первого этапа холодной стратификации не влияло на количество проросших семян, но приводило к увеличению длины корешков (см. таблицу).

Обработка семян фитогормонами перед вторым этапом стратификации не оказывала значительного влияния на процент прорастания, но отрицательно влияла на такие характеристики семян, как длина корешков, размеры и окраска семядолей. Длина корешков была значительно меньше, чем у семян, обработанных водой, семядоли были увеличены и имели бледно-зеленую окраску (см. рисунок).

Изменение длительности первого этапа холодной стратификации, т.е. длительности перед высушиванием, не влияло на процент прорастания. Он оставался максимально высоким во всех вариантах. Чем продолжительнее была суммарная длительность стратификации в этом эксперименте, тем больше оказалась длина корешков (см. таблицу). Данная зависимость обусловлена тем, что в указанных условиях проросшие семена, хотя и медленно, но продолжают расти и развиваться.

Подробнее стоит остановиться на особенностях дальнейшего развития проростков при температуре 25 °С на свету. У семян,



Семена, проросшие в результате двухэтапной холодной стратификации.  
Обработка перед вторым этапом: слева – дистиллированной водой, справа – фитогормонами.  
После развития в течение 72 ч на свету при температуре 25°C

проросших при двухэтапной стратификации без обработки фитогормонами, проростки начинали интенсивно развиваться: длина корешков значительно увеличивалась, семядоли окрашивались в темно-зеленый цвет, начинал развиваться первый настоящий лист. У семян, обработанных фитогормонами, нарушения, возникшие во время прорастания, продолжали усиливаться: корешки почти не развивались, их длина после 72 ч проращивания отмечена в 10–20 раз меньше; семядоли, наоборот, значительно увеличивались и имели бледно-зеленую окраску; у некоторых проростков начинал развиваться первый настоящий лист, но он практически всегда имел ослабленный вид и бледно-зеленую окраску. В данном эксперименте наблюдаемые нарушения, вызванные экзогенными фитогормонами, аналогичны тем, что мы наблюдали в других опытах [4]. Однако если при непрерывной холодной стратификации обработка фитогормонами значительно сокращала ее продолжительность, то в описываемом эксперименте фитогормоны оказывали лишь отрицательное влияние. Это не позволяет согласиться с точкой зрения, указывающей на решающее значение

их баланса в нарушении покоя семян и их прорастания.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На этом этапе исследований не представляется возможным объяснить наблюдаемые нами явления без детальных биохимических исследований. Возможно, быстрое обезвоживание семян блокирует процессы взаимопревращения фитогормонов и при последующем намачивании они уже протекают иначе или в результате теплового и водного стресса изменяется активность ферментных систем.

Использование двухэтапной холодной стратификации позволяет добиться высокого процента прорастания семян без использования фитогормонов, что упрощает методику проращивания семян и снижает экономические затраты, которые могут быть весьма существенными из-за высокой стоимости фитогормонов. Описанный метод позволяет также получать проростки рябины без физиологических нарушений, вызванных влиянием экзогенных фитогормонов, что очень важно при интродукционных исследованиях.

## Влияние двухэтапной холодной стратификации с промежуточным высушиванием и фитогормонов на длину корешков и прорастание семян рябины сибирской

| Продолжи-<br>тельность<br>первого<br>этапа страти-<br>фикации*,<br>дни | Семена, обработанные водой                                           |                             |                             |                             | Семена, обработанные фитогормонами |                            |                            |                            |
|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
|                                                                        | Продолжительность высушивания перед вторым этапом стратификации, дни |                             |                             |                             |                                    |                            |                            |                            |
|                                                                        | 1                                                                    | 3                           | 7                           | 14                          | 1                                  | 3                          | 7                          | 14                         |
|                                                                        | В конце первого этапа стратификации                                  |                             |                             |                             |                                    |                            |                            |                            |
| 45                                                                     | $\frac{14,3 \pm 0,6}{86,0}$                                          | $\frac{12,2 \pm 0,6}{84,0}$ | $\frac{15,1 \pm 0,5}{85,3}$ | $\frac{13,5 \pm 0,5}{88,5}$ | $\frac{2,3 \pm 0,1}{93,9}$         | $\frac{2,2 \pm 0,1}{90,0}$ | $\frac{2,7 \pm 0,2}{95,9}$ | $\frac{3,2 \pm 0,2}{93,1}$ |
| 59                                                                     | $\frac{19,3 \pm 0,5}{86,5}$                                          | $\frac{20,1 \pm 0,5}{94,7}$ | $\frac{17,1 \pm 0,4}{93,3}$ | $\frac{16,4 \pm 0,5}{84,0}$ | $\frac{1,5 \pm 0,1}{93,3}$         | $\frac{2,3 \pm 0,1}{91,3}$ | $\frac{2,4 \pm 0,1}{90,7}$ | $\frac{2,3 \pm 0,2}{89,3}$ |
| 73                                                                     | $\frac{28,2 \pm 0,6}{95,3}$                                          | $\frac{24,7 \pm 0,4}{82,7}$ | $\frac{23,9 \pm 0,7}{87,3}$ | $\frac{25,8 \pm 0,8}{91,3}$ | $\frac{2,1 \pm 0,1}{90,7}$         | $\frac{2,6 \pm 0,1}{91,2}$ | $\frac{1,7 \pm 0,1}{82,0}$ | $\frac{1,2 \pm 0,0}{90,7}$ |
| 87                                                                     | $\frac{24,7 \pm 0,7}{93,3}$                                          | $\frac{30,6 \pm 0,9}{94,0}$ | $\frac{29,8 \pm 0,9}{98,7}$ | $\frac{29,8 \pm 0,8}{94,7}$ | $\frac{2,4 \pm 0,2}{87,3}$         | $\frac{1,9 \pm 0,1}{90,1}$ | $\frac{2,1 \pm 0,1}{90,0}$ | $\frac{1,7 \pm 0,1}{92,7}$ |
|                                                                        | Через 3 дня проращивания при температуре 25 °С                       |                             |                             |                             |                                    |                            |                            |                            |
| 45                                                                     | $\frac{22,9 \pm 0,4}{93,3}$                                          | $\frac{19,9 \pm 0,7}{92,0}$ | $\frac{23,1 \pm 0,8}{92,7}$ | $\frac{22,1 \pm 0,7}{89,2}$ | $\frac{3,2 \pm 0,2}{97,3}$         | $\frac{3,9 \pm 0,2}{92,7}$ | $\frac{6,6 \pm 0,4}{95,9}$ | $\frac{7,3 \pm 0,4}{97,2}$ |
| 59                                                                     | $\frac{30,1 \pm 0,5}{89,2}$                                          | $\frac{32,1 \pm 1,0}{96,7}$ | $\frac{30,4 \pm 0,8}{94,0}$ | $\frac{27,2 \pm 0,7}{89,3}$ | $\frac{4,9 \pm 0,3}{96,7}$         | $\frac{4,9 \pm 0,3}{94,7}$ | $\frac{4,8 \pm 0,3}{92,0}$ | $\frac{3,9 \pm 0,3}{90,0}$ |
| 73                                                                     | $\frac{41,8 \pm 0,3}{98,7}$                                          | $\frac{40,2 \pm 0,3}{84,0}$ | $\frac{32,7 \pm 0,9}{91,3}$ | $\frac{35,0 \pm 1,0}{92,7}$ | $\frac{3,7 \pm 0,2}{94,7}$         | $\frac{4,2 \pm 0,2}{92,5}$ | $\frac{2,8 \pm 0,2}{93,3}$ | $\frac{1,7 \pm 0,1}{95,3}$ |
| 87                                                                     | $\frac{37,8 \pm 0,8}{94,7}$                                          | $\frac{53,1 \pm 0,9}{96,0}$ | $\frac{52,9 \pm 1,0}{99,3}$ | $\frac{54,2 \pm 0,9}{95,3}$ | $\frac{3,4 \pm 0,3}{91,3}$         | $\frac{2,8 \pm 0,2}{95,0}$ | $\frac{2,8 \pm 0,2}{92,0}$ | $\frac{2,5 \pm 0,2}{97,3}$ |

Примечание. В числителе – длина корешков, мм; в знаменателе – прорастание корешков, %

\*Общая продолжительность холодной стратификации состояла из первого этапа (45–87 дней) и второго этапа, после высушивания (во всех вариантах – 60 дней).

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Николаева М.Г., Разумова М.В., Гладкова В.Н. Справочник по проращиванию покоящихся семян. – Л.: Наука, 1985. – 348 с.
2. Разумова М.В. Биология прорастания семян видов рода *Sorbus* // Бот. журн. – 1987. – Т. 72 (1). – С. 77–83.
3. Stein W.I., Bonner F.T., Karrfalt R.P. *Sorbus* L. mountain-ash // Woody Plant Seed manual. – USDA Forest Service Agriculture Handbook, 2008. – P. 1059–1064.
4. Асбаганов С.В., Горбунов А.Б., Симанин В.С., Фотеев Ю.В. и др. Рябина // Интродукция нетрадиционных плодовых, ягодных и овощных растений в Западной Сибири / под ред. И.Ю. Коропачинского, А.Б. Горбунова. – Новосибирск: Гео, 2013. – С. 61–85.
5. Кольцова М.А., Кожевников В.И., Кольцов В.Ф. Интродукция рябин (*Sorbus* L.) на Ставрополье / под ред. В.И. Кожевникова. – Ставрополь: АГРУС, 2014. – 300 с.
6. Zentsch W., Bialobok S., Suszka B. Stratification of *Sorbus aucuparia* L. seeds // International Symposium on Seed Physiology of Woody Plants; 1968 September 3–8; Kornik, Poland. – Kornik (Poland): Institute of Dendrology and Kornik Arboretum, 1970. – P. 127–132.
7. Barclay A.M., Crawford R.M.M. Seedling emergence in the rowan (*Sorbus aucuparia*) from an altitudinal gradient // J. of Ecology. – 1984. – N 72. – P. 627–636.
8. Асбаганов С.В., Кобозева Е.В., Агафонов А.В. Покой и прорастание внутривидовых и межвидовых гибридных семян рябины сибирской, обыкновенной и бузинолистной // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2015. – № 5. – С. 63–67.

9. **Асбаганов С.В., Кобозева Е.В., Агафонов А.В.** Покой и прорастание семян рябины сибирской в зависимости от условий хранения и обработки фитогормонами // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2016. – № 5. – С. 28–34.
10. **Асбаганов С.В., Кобозева Е.В., Агафонов А.В.** Применение электрофореза запасных белков семядолей и ISSR-маркеров для идентификации гибридов между *Sorbus sibirica* Hedl. и *Sorbocotoneaster pozdnjakovii* Pojark // Вавилов. журн. генет. и селекции. – 2014. – Т. 18. – № 3. – С. 486–496.
11. **Asbaganov S.V., Kobozeva E.V., Agafonov A.V.** Application of the electrophoresis of cotyledon storage protein and ISSR-markers to the identification of hybrids between *Sorbus sibirica* Hedl. and *Sorbocotoneaster pozdnjakovii* Pojark // Russian Journal of Genetics: Applied Research. – 2015. – Vol. 5. – N 1. – P. 33–40.
12. **Николаева М.Г., Лянгузова И.В., Поздова Л.М.** Биология семян. – СПб.: СПбГУ, 1999. – 235 с.
13. **Bewley J.D.** Seed Germination and Dormancy // Plant Cell. – 1997. – Vol. 9. – N 7. – P. 1055–1066.
14. **Grzeskowiak H., Suszka B.** Storage of partially after-ripened and dried mazzard (*Prunus avium* L.) seeds // Arboretum kornickie. – Warszawa, 1983. – Vol. 28. – P. 261–281.
5. **Kol'tsova M.A., Kozhevnikov V.I., Kol'tsov V.F.** Introduktsiya ryabin (*Sorbus* L.) na Stavropol'e / pod red. V.I. Kozhevnikova. – Stavropol': AGRUS, 2014. – 300 s.
6. **Zentsch W., Bialobok S., Suszka B.** Stratification of *Sorbus aucuparia* L. seeds // International Symposium on Seed Physiology of Woody Plants; 1968 September 3–8; Kornik, Poland. – Kornik (Poland): Institute of Dendrology and Kornik Arboretum, 1970. – P. 127–132.
7. **Barclay A.M., Crawford R.M.M.** Seedling emergence in the rowan (*Sorbus aucuparia*) from an altitudinal gradient // J. of Ecology. – 1984. – N 72. – P. 627–636.
8. **Asbaganov S.V., Kobozeva E.V., Agafonov A.V.** Pokoi i prorastanie vnutrividovykh i mezhvidovykh gibridnykh semyan ryabiny sibirskoi, obyknovЕННОй i buzinolistnoi // Sib. vestn. s.-kh. nauki. – 2015. – N 5. – S. 63–67.
9. **Asbaganov S.V., Kobozeva E.V., Agafonov A.V.** Pokoi i prorastanie semyan ryabiny sibirskoi v zavisimosti ot uslovii khraneniya i obrabotki fitogormonami // Sib. vestn. s.-kh. nauki. – 2016. – N 5. – S. 28–34.
10. **Asbaganov S.V., Kobozeva E.V., Agafonov A.V.** Primenenie elektroforeza zapasnykh belkov semyadolei i ISSR-markerov dlya identifikatsii gibridov mezhdru *Sorbus sibirica* Hedl. i *Sorbocotoneaster pozdnjakovii* Pojark // Vavilov. zhurn. genet. i selektsii. – 2014. – T. 18. – N 3. – S. 486–496.
11. **Asbaganov S.V., Kobozeva E.V., Agafonov A.V.** Application of the electrophoresis of cotyledon storage protein and ISSR-markers to the identification of hybrids between *Sorbus sibirica* Hedl. and *Sorbocotoneaster pozdnjakovii* Pojark // Russian Journal of Genetics: Applied Research. – 2015. – Vol. 5. – N 1. – P. 33–40.
12. **Nikolaeva M.G., Lyanguzova I.V., Pozdova L.M.** Biologiya semyan. – SPb.: SPbGU, 1999. – 235 s.
13. **Bewley J.D.** Seed Germination and Dormancy // Plant Cell. – 1997. – Vol. 9. – N 7. – P. 1055–1066.
14. **Grzeskowiak H., Suszka B.** Storage of partially after-ripened and dried mazzard (*Prunus avium* L.) seeds // Arboretum kornickie. – Warszawa, 1983. – Vol. 28. – P. 261–281.

## REFERENCES

1. **Nikolaeva M.G., Razumova M.V., Gladkova V.N.** Spravochnik po prorashchivaniyu pokoyashchikhsya semyan. – L.: Nauka, 1985. – 348 s.
2. **Razumova M.V.** Biologiya prorstaniya semyan vidov roda *Sorbus* // Bot. zhurn. – 1987. – T. 72 (1). – S. 77–83.
3. **Stein W.I., Bonner F.T., Karrfalt R.P.** *Sorbus* L. mountain-ash // Woody Plant Seed manual. – USDA Forest Service Agriculture Handbook, 2008. – P. 1059–1064.
4. **Asbaganov S.V., Gorbunov A.B., Simagin V.S., Foteev Yu.V. i dr.** Ryabina // Introduktsiya netraditsionnykh plodovykh, yagodnykh i ovoshchnykh rastenii v Zapadnoi Sibiri / pod red. I.Yu. Koropachinskogo, A.B. Gorbunova. – Novosibirsk: Geo, 2013. – S. 61–85.

## EFFECTS OF HIGH TEMPERATURE AND WATER STRESS ON DORMANCY AND GERMINATION OF *SORBUS SIBIRICA* SEEDS

**S.V. ASBAGANOV, Candidate of Science in Biology, Researcher,  
E.V. KOBOZEVA, Candidate of Science in Biology, Researcher,  
A.V. AGAFONOV, Doctor of Science in Biology, Lead Researcher**

*Central Siberian Botanical Garden, SB RAS  
101, Zolotodolinskaya St, Novosibirsk, 630090, Russia  
e-mail: cryonus@mail.ru*

A research was carried out into the peculiarities of dormancy and germination of *Sorbus sibirica* seeds with short-term interruption of cold stratification (1–3°C) by temperature and water stress (rapid drying at 25°C). To induce germination, a laboratory method for stratifying freshly isolated intact (unsaturated) seeds at 1–3°C was used. The homogeneity of the seed sample was monitored by SDS-PAGE and ISSR-PCR. The seeds were stratified at 1–3°C for 45, 59, 73 and 87 days, and the stratification was interrupted by rapid drying at 25°C for 1, 3, 7 and 14 days. After drying the experiment was continued in two versions: the seeds were soaked in cold (1–3°C) water or phytohormones (48 hours in gibberellic acid (GK<sub>3</sub>) solution of 100 mg/l, then 48 hours in kinetin (K) solution of 500 mg/l). Then the seeds in all variants were re-stratified at 1–3°C for 60 days, and germinated at 25°C for 72 hours, the percentage of germination and the lengths of the roots being estimated. It was established that interruption of cold stratification by rapid drying, irrespective of the method of subsequent processing (phytohormones or water), had a strong stimulating effect on germination in *Sorbus sibirica* seeds. In most variants more than 90% of the seeds germinated. Earlier experiments with continuous cold stratification of intact *Sorbus sibirica* seeds showed that 17–19% of seeds germinated within 105 days. Changed duration of stratification before drying did not affect the percentage of germination: it remained highest in all variants. The longer stratification lasted, the greater the length of the roots was. Significant deviations in forming seedlings were observed in seeds treated with phytohormones: the roots did not practically develop; their length after 72 hours of germination was 10–20 times lesser than that in seeds treated with water. Cotyledons, on the contrary, increased significantly, and were pale green. Two-stage cold stratification with intermediate temperature and water stress makes it possible to achieve more than 90% germination of seeds without phytohormones.

**Keywords:** *Sorbus*, mountain ash, phytohormones, temperature stress, water stress, seed dormancy and germination.

*Поступила в редакцию 03.10.2017*