

*На правах рукописи*

АСБАГАНОВ Сергей Валентинович

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНТРОДУКЦИИ  
РЯБИНЫ (*SORBUS L.*) В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

03.02.01 – «Ботаника»



АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Новосибирск – 2014

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Центральном сибирском ботаническом саду Сибирского отделения Российской академии наук.

Научный руководитель — кандидат биологических наук, с.н.с.  
Горбунов Алексей Борисович.

Официальные оппоненты: Мочалова Ольга Владимировна  
доктор биологических наук, с.н.с.  
ГНУ НИИ Садоводства Сибири им. М.А. Лисавенко  
Россельхозакадемии, ведущий научный сотрудник;  
Фирсов Геннадий Афанасьевич  
кандидат биологических наук,  
ФГБУН Ботанический институт им. В.Л. Комарова  
РАН, старший научный сотрудник.

Ведущая организация — ФГБУН Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН.

Защита состоится 6 июня 2014 г. в 12<sup>30</sup> часов на заседании диссертационного совета Д 003.058.01 при ФГБУН Центральном сибирском ботаническом саду СО РАН по адресу: 630090, Новосибирск-90, ул. Золотодолинская, 101.

Факс: (383) 330–19–86.

E-mail: botgard@ngs.ru.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБУН Центрального сибирского ботанического сада СО РАН. Сайт в Интернете: <http://www.csbg.nsc.ru>.

Автореферат разослан      апреля 2014 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
доктор биологических наук



Ершова Эльвира Александровна

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Среди пищевых дикорастущих растений Западной Сибири рябина сибирская (*Sorbus sibirica* Hedl.) является одной из наиболее перспективных для интродукции и селекции плодовых культур. Несмотря на уникальное сочетание пищевых, лекарственных и декоративных качеств, рябина долгие годы остается нетрадиционной культурой не только в Сибири, но и во всей России. Основным сдерживающим фактором, препятствующим массовому распространению рябины в приусадебном и промышленном садоводстве Западной Сибири, является лимитированное суровым климатом число источников хозяйственно ценных признаков и слабая изученность их биологии. Поэтому для успешного введения рябины в культуру необходимо выполнить комплекс исследований, связанный с выявлением и интродукцией устойчивых к сибирскому климату и перспективных для хозяйственного использования и селекции представителей *Sorbus* L.

**Цель работы** – выявить особенности биологии рябины при интродукции в условиях Западной Сибири.

### **Основные задачи:**

- сформировать интродукционную коллекцию видов, межвидовых и межродовых гибридов, отборных форм и сортов *Sorbus* на территории ЦСБС СО РАН;
- провести комплексное изучение морфометрических, дегустационных, биохимических признаков плодов и, с учетом особенностей ритмов сезонного развития и зимостойкости, выявить интродуценты рябины, перспективные для хозяйственного использования и селекции в условиях Новосибирска;
- изучить самофертильность, качество пыльцы, возможности внутривидовой и отдаленной скрещиваемости отборных форм рябины с видами подсемейства *Maloideae* C. Weber и определить перспективные комбинации для селекции рябины в Западной Сибири;
- выявить факторы, влияющие на физиологический механизм торможения прорастания семян *S. sibirica*. Разработать методы проращивания и регулирования сроков прорастания семян *S. sibirica*;
- определить оптимальные способы вегетативного размножения рябины в условиях Новосибирска;
- оптимизировать методики SDS-PAGE анализа белков семян и ISSR-PCR анализа тотальной ДНК для экспресс-контроля межродовой гибридизации *Sorbus sibirica* с *×Sorbotoneaster pozdnjakovii* Pojark. Подобрать молекулярные маркеры, отличающие гибридные генотипы от родительских форм.

### **Защищаемые положения:**

1. Отдаленная гибридизация – наиболее перспективный метод для получения новых хозяйственно ценных генотипов рябины в условиях Западной Сибири.
2. Двухэтапная холодная стратификация с промежуточным высушиванием устраняет физиологический покой семян *S. sibirica*, синхронизирует и ускоряет их прорастание.

3. Гибридологический анализ, включающий SDS-PAGE и ISSR-PCR, является эффективным методом выявления особенностей гибридизации между видами *Sorbus* и *Sorbocotoneaster* Pojark.

**Научная новизна работы.** Впервые в условиях Новосибирска проведена первичная интродукция комплекса видов, сортов, форм рода *Sorbus*. Разработаны эффективные методы семенного и вегетативного размножения. Определены возможности и наиболее перспективные направления отдаленной межвидовой и межродовой гибридизации. На примере гибридизации *S. sibirica* и *S. pozdnjakovii* адаптированы современные молекулярно-генетические методы для экспресс-диагностики гибридных генотипов. Определены виды, сорта, формы, межвидовые и межродовые гибриды рябины, наиболее перспективные для интродукции и селекции в условиях Новосибирска.

**Практическая значимость.** Проведенный комплекс интродукционных исследований является основой для более широкого использования рябины в народнохозяйственных целях в Новосибирской области. Сформированная в условиях ЦСБС уникальная для этой зоны интродукционная коллекция рябины характеризуется выдающимися показателями хозяйственно ценных признаков и может быть использована для создания устойчивых в Сибири генотипов рябины и детального исследования их биологии.

**Апробация работы.** Результаты исследований представлены на I(III) Всероссийской молодежной научно-практической конференции ботаников в Новосибирске «Перспективы развития и проблемы современной ботаники» (Новосибирск, 2007), на Международной научной конференции «Проблемы современной дендрологии», посвященной 100-летию чл.-кор. АН СССР П.И. Лапина (Москва, 2009), на 8-й Международной научно-практической конференции (Барнаул, 2009), на II(X) Международной ботанической конференции молодых ученых в Санкт-Петербурге (С.-Петербург, 2012), на Всероссийской конференции «Растительный мир Северной Азии: проблемы изучения и сохранения биоразнообразия» (Новосибирск, 2013) и др.

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 19 работ, в том числе 5 статей в журналах, рекомендованных ВАК и 1 глава в коллективной монографии.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, 6 глав, выводов, списка литературы, приложения; изложена на 235 страницах и проиллюстрирована 55 рисунками и 34 таблицами. Список цитируемой литературы содержит 196 источников, из них 77 – на иностранных языках.

## ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Глава состоит из трех разделов. В первом разделе рассматриваются ботаническая характеристика, распространение и экологические особенности рябины, во втором – хозяйственное значение и история интродукции рябины в России, в третьем – биология покоя и прорастания семян, вегетативное размножение, отдаленная гибридизация и полиплоидия.

## ГЛАВА 2. ОБЪЕКТЫ, УСЛОВИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектами интродукционных исследований были отборные формы *S. sibirica*, *Sorbus sambucifolia* (Cham. et Schlecht). M. Roem., *Sorbus kamschatcensis* Kom., *Sorbus aucuparia* L., сорта, гибриды и видовые формы *Sorbus* L. из коллекций ГБС им. Н.В. Цицина (Москва), ВНИИС им. И.В. Мичурина, ВНИИГ и СПР им. И.В. Мичурина (Мичуринск). Большинство исследованных видов, сортов и форм были привиты летней окулировкой на подвоях *S. sibirica*. Система латинских названий основывается на сводке С.К. Черепанова (1995).

Полевые и лабораторные исследования проводились с 2004 по 2013 гг. в Центральном сибирском ботаническом саду СО РАН (ЦСБС) в лаборатории интродукции пищевых растений. ЦСБС находится в лесостепной зоне юга Западной Сибири в условиях резко континентального климата с умеренной обеспеченностью теплом и влагой.

В работе использовали Программу и методику селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур (1995), Программу и методику сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур (1999), Методические рекомендации по селекции плодовых и ягодных культур в связи с периодом покоя (Нестеров, 1971), Программу и методику отдаленной гибридизации плодовых и ягодных культур (1972), Методы фенологических наблюдений при ботанических исследованиях (1966), Методические указания по семеноведению интродуцентов (1980). Для изучения покоя и прорастания семян использовали методические рекомендации М.Г. Николаевой и др. (1999). Для изучения вегетативного размножения использовали методические рекомендации Ф.Я. Поликарповой (1990). Фертильность пыльцы определяли ацетокарминовым методом (Паушева, 1970).

*Сбор и подготовка семян.* Использовали семена, выделенные из полностью созревших и неповрежденных плодов. Расфасованные сухие семена хранили при комнатной температуре или в термостате при температуре 1-3 °С. Для поддержания 25 %-ной увлажненности (имитация хранения в плодах) семена хранили во влажной атмосфере эксикатора. Для этих целей на дно эксикатора наливали воду, а свежевыделенные семена размещали на влажной (не мокрой!) фильтровальной бумаге в открытых чашках Петри на керамической вставке эксикатора.

В экспериментах, где требовалось быстрое высушивание семян после предварительной холодной стратификации, его добивались следующим образом: семена после первого этапа холодной стратификации из термостата сразу же (не допуская нагревания) переносили на хорошо просушенный (до хруста) лист бумаги, сверху накрывали ещё одним листом и помещали в струю теплого воздуха. При закладке на повторную холодную стратификацию чашки Петри с мокрыми ватными дисками предварительно охлаждали до температуры 1-3 °С, а затем быстро размещали в них семена, и, не допуская нагревания, сразу же помещали в холодный термостат.

Фитогормоны вначале растворяли в небольшом объеме этилового спирта, а далее доводили до рабочей концентрации дистиллированной водой.

В каждом варианте использовали по 150 семян. Чашки просматривали раз в две недели или чаще.

В опытах по вегетативному размножению в каждом варианте использовали по 30-100 черенков или прививок.

*Молекулярно-генетические методы.* Для экстракции и электрофоретического разделения запасных белков семян использовали SDS-гелево-буферную систему U.K. Laemmli (1970) с модификациями А.В. Агафонова (Агафонов, Агафонова, 1992), адаптированную нами для объектов исследования. Для выделения ДНК использовали модифицированную для объектов исследования методику D.A. Puchooa (2004).

*Статистическую обработку данных* проводили на основе рекомендаций Б.А. Доспехова (1985) с помощью программ Microsoft Excel 2010, AB-Stat и StatSoft Statistica 6.1. Для статистической обработки молекулярно-генетических данных использовали пакет программ TREECON (version 1.3b) (Van De Peer, De Wachter, 1994).

### ГЛАВА 3. ФОРМИРОВАНИЕ КОЛЛЕКЦИОННОГО ГЕНОФОНДА РЯБИНЫ В ЦСБС

За время исследований в ЦСБС СО РАН был сформирован родовой комплекс *Sorbus*, включающий 39 видов, 175 разновидностей, 17 сортов, 22 межвидовых и 4 межродовых гибрида. Общее число растений в постоянной коллекции 541 шт.

По комплексу признаков наиболее перспективными в условиях Новосибирска (не вымерзают, цветут и плодоносят) являются *S. sibirica* и привитые на нее виды: *S. aucuparia*, *S. kamschatcensis*, *S. sambucifolia*, *S. × arnoldiana*, *S. scopulina*, *S. discolor*; сорта: Ангри, Бусинка, Невежинская; межвидовые гибриды: *S. sambucifolia* × *S. sibirica*, *S. sambucifolia* × *S. aucuparia*, *S. sambucifolia* × *S. kamschatcensis*, *S. sibirica* × *S. aucuparia*.

Виды *S. tianschanica*, *S. sargentiana*, *S. pohuashanensis*, *S. commixta*; сорт Красавица, привитые на *S. sibirica*, могут выращиваться в штамбовой форме, но не цветут.

Виды *S. aria*, *S. colchica*, *S. caucasica*, *S. cashmiriana*, *S. discolor*, *S. graeca*, *S. × hybrid*, *S. koehneana*, *S. microphylla*, *S. sitchensis*, *S. subfusca*, *S. sudetica*, *S. umbellate*; сорта: Алая крупная, Бурка, Мичуринская десертная, привитые на *S. sibirica*, в виде стланцев могут выращиваться и использоваться в селекции (вымерзают на уровне снега, но на оставшихся побегах цветут и плодоносят).

Виды *S. americana*, *S. arranensis*, *S. austriaca*, *S. gracilis*, *S. intermedia*, *S. rufoferruginea*, *S. reflexipetala*, *S. serotina*, *S. tamamschjanae*, *S. takhtajanii*, *S. vilmorinii*; сорт Титан, привитые на *S. sibirica*, могут выращиваться в виде стланцев (вымерзают на уровне снега, не цветут).

## ГЛАВА 4. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫЕ ПРИЗНАКИ РЯБИНЫ В ЦСБС

### 4.1., 4.2. Сезонное развитие и зимостойкость интродуцентов рябины в ЦСБС

В разделах представлены многолетние данные по фенологии и зимостойкости основной группы видов, сортов и гибридов: *S. aucuparia* (Ангри, Бусинка, Невежинская, Ранняя), *S. sibirica* (ИТПМ-1, ЦВПр-51), *S. sambucifolia* (ЦСБС-1),  $F_1$  *S. sibirica* × *S. aucuparia* (ИТПМ-1×Н),  $F_1$  *S. sambucifolia* × *S. sibirica* (БК),  $F_1$  *S. sambucifolia* × *S. aucuparia* (БН), межродовые гибридные сорта (Алая крупная, Бурка, Мичуринская десертная, Красавица, Ликерная, Титан).

В ритмике сезонного развития интродуцентов наблюдаются существенные различия (табл. 1). Отборные формы *S. sibirica* и гибриды *S. sibirica* × *S. aucuparia*, *S. sambucifolia* × *S. sibirica* являются высокозимостойкими, к моменту наступления устойчивых заморозков полностью сбрасывают листья и не повреждаются даже в самые холодные зимы. В отдельные годы не успевают полностью закончить развитие некоторые формы *S. sambucifolia* и ее гибриды с *S. aucuparia*.

Таблица 1

**Сроки наступления основных фенодат у представителей рода *Sorbus* L.  
в условиях ЦСБС, 2005-2011 гг.**

Сорт, форма	Начало распускания почек	Цветение		Конец роста побегов	Созревание семян	Окрашивание 50% листьев	Конец листопада	Зимостойкость, балл
		начало	конец					
Алая крупная	21.4-14.5	27.5-6.6	5.6-14.6	25.6-22.7	10.8-26.8	16.9-25.9	20.10-26.10*	Ia, II, III, V
Ангри	21.4-14.5	28.5-6.6	5.6-14.6	20.6-15.7	10.8-28.8	15.9-26.9	22.10-26.10*	Ia
Бурка	29.4-12.5	24.5-5.6	4.6-14.6	27.6-22.7	14.8-22.8	22.9-2.10	24.10-30.10*	Ia, II, III, IV
Бусинка	21.4-6.5	28.5-6.6	5.6-17.6	20.6-15.7	10.8-26.8	15.9-25.9	25.10-26.10*	Ia
Мичуринская десертная	22.4-14.5	27.5-6.6	6.6-15.6	23.6-22.7	10.8-26.8	20.9-2.10	24.10-25.10*	VI, V
Красавица	24.4-19.5	-	-	22.6-20.7	-	14.9-25.9	20.10-26.10*	Ib
Ликерная	21.4-14.5	28.5-6.6	3.6-13.6	20.6-15.7	10.8-28.8	17.9-25.9	22.10-26.10*	Ia, II
Невежинская	21.4-13.5	27.5-7.6	5.6-15.6	20.6-15.7	10.8-26.8	14.9-25.9	25.10-26.10*	Ia, II
Ранняя	20.4-14.5	27.5-6.6	5.6-14.6	19.6-15.7	10.8-26.8	20.9-2.10	26.10-30.10*	Ia, II
Титан	21.4-14.5	-	-	28.6-22.7	-	8.9-23.9	22.10-25.10*	VI
ИТПМ-1×Н	21.4-13.5	28.5-5.6	4.6-15.6	18.6-15.7	10.8-28.8	12.9-23.9	10.10-22.10	Ia
ЦСБС-1	18.4-11.5	24.5-4.6	8.6-23.6	9.6-4.7	23.8-14.9	15.9-23.9	10.10-19.10*	Ia, II
БК-1	17.4-11.5	20.5-4.6	5.6-19.6	11.6-4.7	25.8-9.9	10.9-21.9	1.10-20.10*	Ia, II
БН	17.4-11.5	20.5-5.6	5.6-19.6	11.6-4.7	25.8-9.9	14.9-22.9	10.10-15.10*	Ia, II
ИТПМ-1	21.4-13.5	29.5-8.6	6.6-18.6	18.6-13.7	14.8-28.8	8.9-21.9	29.9-12.10	Ia
ЦВПр-51	18.4-11.5	25.5-6.6	5.6-18.6	17.6-13.7	17.8-1.9	10.9-21.9	1.10-19.10	Ia

Примечание: \* – в отдельные годы не успевают закончить вегетацию/

Длина вегетационного периода в Новосибирске часто оказывается недостаточной для полного завершения вегетации у всех изученных сортов. В Новосибирской области районирован лишь один – Невежинская, но у этого сорта в суровые зимы повреждается древесина. Сопоставимой с Невежинской зимостойкостью характеризуются сорта Ангри, Ранняя, Бусинка. Все другие сорта оказались слабоморозостойкими.

### 4.3. Морфометрические и дегустационные характеристики плодов отборных форм рябины

Наиболее выдающиеся отборные формы и гибриды из коллекции ЦСБС приближаются по большинству показателей (табл. 2) к европейским сортам, что свидетельствует об отсутствии существенных препятствий для создания устойчивых в условиях Новосибирска форм, не уступающих по качеству плодов европейским сортам.

Таблица 2

Средние значения морфометрических и дегустационных характеристик плодов отборных форм рябины

Наименование	Число плодов в соцветии, шт.*	C <sub>v</sub> %	Масса плода, г*	C <sub>v</sub> %	Толщина кожицы, балл*	Консистенция мякоти, балл*	Вкус, балл*
<i>S. aucuparia</i> , 70 форм	$120.4 \pm 5.0$ 52,0-236,0	34,7	$0.57 \pm 0.02$ 0,23-1,09	27,9	$3.4$ 1,0-4,2	$3.7$ 2,0-4,5	$2.9$ 1,5-4,0
<i>S. sibirica</i> , 134 формы	$98.9 \pm 3.4$ 24,0-264,0	40,3	$0.41 \pm 0.01$ 0,11-1,00	38,2	$3.3$ 1,5-4,0	$3.7$ 2,0-5,0	$3.0$ 1,0-4,2
<i>S. kamtschatcensis</i> , 21 форма	$117.4 \pm 9.2$ 36,0-233,0	35,8	$0.33 \pm 0.02$ 0,10-0,47	25,3	$2.6$ 1,5-3,5	$3.5$ 1,5-4,0	$2.8$ 1,8-3,2
<i>S. sambucifolia</i> , 49 форм	$22.7 \pm 1.2$ 7,0-48,0	36,7	$0.86 \pm 0.02$ 0,51-1,29	20,0	$2.8$ 1,0-4,0	$3.8$ 3,0-4,0	$3.6$ 3,5-4,0
<i>S. sambucifolia</i> × <i>S. kamtschatcensis</i> , 23 формы	$40.2 \pm 4.2$ 21,0-107,0	49,5	$0.56 \pm 0.04$ 0,24-1,15	38,3	$2.8$ 2,0-4,0	$3.2$ 2,8-4,2	$3.4$ 2,8-4,2

Примечание: в числителе указаны среднее значение и ошибка, в знаменателе – лимиты. Толщина кожицы (1 балл – очень толстая, 5 баллов – очень тонкая), консистенция мякоти (1 балл – очень грубая, 5 баллов – нежная), вкус плодов (1 балл – очень плохой, 5 баллов – отличный вкус). C<sub>v</sub> – коэффициент вариации.

### 4.4. Биохимический состав плодов некоторых сортов, отборных форм и межвидовых гибридов рябины в условиях ЦСБС

В разделе приводятся результаты сравнительного биохимического анализа наиболее перспективных отборных форм *S. sibirica*, *S. aucuparia* и *S. sambucifolia* и их межвидовых гибридов, а также сортов Алая крупная, Бурка, Десертная Мичурина,



Ликерная и Невежинская. В условиях Новосибирска плоды всех исследованных форм сохраняют характерные для этой культуры высокие показатели содержания биологически активных веществ (в пересчете на сухую массу: витамин С – 179,9-444,7 мг%; антоциановых пигментов – 816,4-2849,6 мг%; биофлавоноидов – 1830,3-4522,8 мг%; пектинов – 3,9-5,2 %), следовательно, представляют ценность как пищевое и лекарственное сырье.

## ГЛАВА 5. РЕПРОДУКТИВНАЯ БИОЛОГИЯ ИНТРОДУЦЕНТОВ РЯБИНЫ

### 5.1. Внутривидовая и отдаленная гибридизация рябины в условиях ЦСБС

За все время исследований было выполнено 52 межвидовых и 70 межродовых комбинаций скрещиваний с участием рябины. Была изучена фертильность пыльцы, самоплодность и завязываемость плодов при свободном опылении у задействованных в гибридизации форм. Все эти формы формируют пыльцу достаточной фертильности (более 70 %) для использования её в гибридизации. Большинство форм в условиях интродукции являются самостерильными. Слабая самофертильность в отдельные годы была зафиксирована у Алой крупной (0,6 %), Бурки (8,3 %), Мичуринской десертной (8,5 %), *S. sambucifolia* (2 %). В большинстве межвидовых и межродовых комбинаций удалось получить завязываемость плодов и гибридные семена. Такая успешность отдаленных скрещиваний обусловлена слабыми репродуктивными барьерами, характерными для многих родов подсемейства *Maloideae*. Род *Sorbus* по этому показателю лидирует. Эта ситуация с одной стороны создает невероятную запутанность филетических связей, а с другой – является благоприятным фактором для решения интродукционных задач. По нашим данным, наиболее перспективным направлением улучшения отборных форм *S. sibirica* является их межвидовая гибридизация с зимостойкими отборными формами *S. sambucifolia* и *S. aucuparia*. Уже в первом поколении от этих комбинаций скрещиваний удастся получать полностью зимостойкие в условиях Сибири гибридные генотипы, превосходящие по большинству хозяйственно ценных признаков европейские сорта рябины. В качестве примера приводим характеристику отборной формы искусственного межвидового гибрида БК-1 [ $F_1$  (*S. sambucifolia* × *S. sibirica*)] (рис. 1) в десятилетнем возрасте – куст с шаровидной кроной диаметром около 3 м. Строение вегетативных и генеративных органов промежуточное. За счет гетерозисного эффекта ультраскороплоден: привитые окулировкой саженцы зацветают на второй год после прививки (у Невежинской – на 8-10-й год и позже). Средняя масса плода 0,9 г, вкус кислый с горчинкой, мякоть сочная, витамина С – 258,5 мг%, антоцианов – 1757,6 мг%, биофлавоноидов – 3515,6 мг%, пектинов – 4,6 %. В условиях Новосибирска БК-1 полностью зимостоек, самостерилен, формирует высокофертильную пыльцу (88,7 %). При опылении рябиной сибирской завязываемость плодов достигает 80,3 %. Аналогичные гибриды *S. sambucifolia* с *S. aucuparia* (сорт Невежинская) завязывают плоды, полностью лишённые горечи и, за исключением незначительно сниженной зимостойкости, характеризуются всеми перечисленными достоинствами.

Помимо искусственных межвидовых гибридов, в ЦСБС сформирована обширная интродукционная популяция естественных межвидовых гибридов *S. sambucifolia* и *S. kamtschatsensis*, обнаруженных на п-ове Камчатка. По морфометрическим и дегустационным характеристикам плодов (табл. 2) некоторые из этих гибридов превосходят искусственные.



Рис. 1. Искусственный межвидовой гибрид  $F_1$  (*S. sambucifolia*  $\times$  *S. sibirica*) – отборная форма БК-1 на интродукционном участке ЦСБС.

## 5.2. Биология покоя и прорастания семян *Sorbus sibirica*

**5.2.1. Влияние холодной стратификации и экзогенных фитогормонов на выход семян *Sorbus sibirica* из состояния покоя.** Приводятся результаты экспериментов, направленных на выявление типа покоя семян *S. sibirica*, и проверяется эффективность стандартного метода проращивания (Николаева, 1985, 1999) с использованием фитогормонов ГК<sub>3</sub> (гибберелловая кислота) и К (кинентин), а также изучается влияние различных концентраций этих стимуляторов.

Наши исследования подтвердили данные о том, что интактные семена *S. sibirica* находятся в состоянии глубокого физиологического покоя и начинают прорастать только после длительной холодной стратификации, которую можно сократить обработкой растительными гормонами (ГК<sub>3</sub> 100 мг/л + К 500 мг/л).

Влияние различных концентраций фитогормонов изучали на семенах, хранившихся высушенными в комнатных условиях в течение 14 месяцев. Максимальный (50) процент прорастания был получен при совместной обработке ГК<sub>3</sub>

(150 мг/л) + К (750 мг/л) при длительности холодной стратификации 105 дней. При увеличении концентрации К до 1000 мг/л этот фитогормон оказывал сильное ингибирующее влияние на прорастание семян и сам по себе, и при совместной обработке с ГК<sub>3</sub>. Независимо от использованной концентрации у большинства проростков, полученных из семян обработанных ГК<sub>3</sub>, наблюдались значительные нарушения: изменялось соотношение в развитии семядолей и корешка, корешок не развивался совсем или значительно отставал в развитии от семядолей, семядоли сильно увеличивались и имели бледно-зеленую окраску.

**5.2.2. Влияние изменений температурного режима стратификации на покой семян *Sorbus sibirica*.** Семена стратифицировали в течение восьми месяцев (попеременно 30 дней при 1-3 °С, далее 30 дней при 25 °С). По нашим данным, смена холодной стратификации последующей теплой индуцирует у семян *S. sibirica* вторичный физиологический покой, т. е. оказывает отрицательное влияние на прорастание. Продолжительность хранения, суммарная продолжительность холодной стратификации, а также способ предварительного хранения не влияли на глубину вторичного покоя.

**5.2.3. Зависимость глубины физиологического покоя семян и зародышей *Sorbus sibirica* от степени их зрелости.** Удаление покровов зародышей не оказало значительного влияния на процент прорастания, независимо от степени зрелости семян. Было зафиксировано снижение процента прорастания (около 10) у недозрелых (60 дней созревания) семян и зародышей по сравнению со зрелыми (90 дней созревания), обусловленное, вероятно, недоразвитием зародышей. Полученные данные позволяют заключить, что механизм физиологического покоя у семян *S. sibirica* формируется на ранних стадиях развития.

**5.2.4. Покой и прорастание семян *Sorbus sibirica* в зависимости от условий и продолжительности хранения.** В результате проведенных экспериментов (рис. 2) было установлено, что в первые 45 дней сухого хранения семена перестают положительно реагировать на обработку фитогормонами. Однако, одновременно с этим, происходит значительное увеличение чувствительности семян к холодной стратификации. При дальнейшем хранении чувствительность семян к фитогормонам постепенно восстанавливается, реакция на холодную стратификацию не изменяется.

Наибольший (87) процент прорастания семян *S. sibirica*, обработанных фитогормонами, наблюдается у свежевыделенных семян при длительности холодной стратификации 105 дней. В контроле проросло 11 %. Условием, необходимым для сохранения высокой чувствительности семян *S. sibirica* к фитогормонам, является их хранение при температуре 1-3 °С увлажненными на 25 % (рис. 3).

При хранении в этих условиях наблюдается постепенное увеличение чувствительности семян к холодной стратификации. Чувствительность к фитогормонам значительно снижается при хранении семян более года.

В результате этого эксперимента были выявлены особенности хранения семян, при которых применение фитогормонов не оказывает положительного влияния на прорастание, а приводит лишь к нарушениям развития проростков.

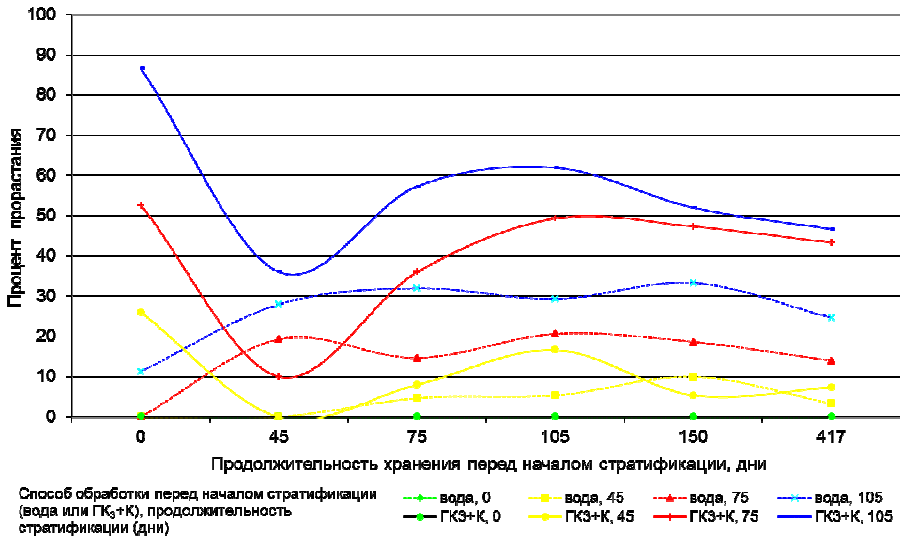


Рис. 2. Влияние продолжительности хранения в воздушно-сухом состоянии в комнатных условиях и продолжительности холодной стратификации семян *S. sibirica*, обработанных перед началом стратификации фитогормонами или дистиллированной водой, на их прорастание.

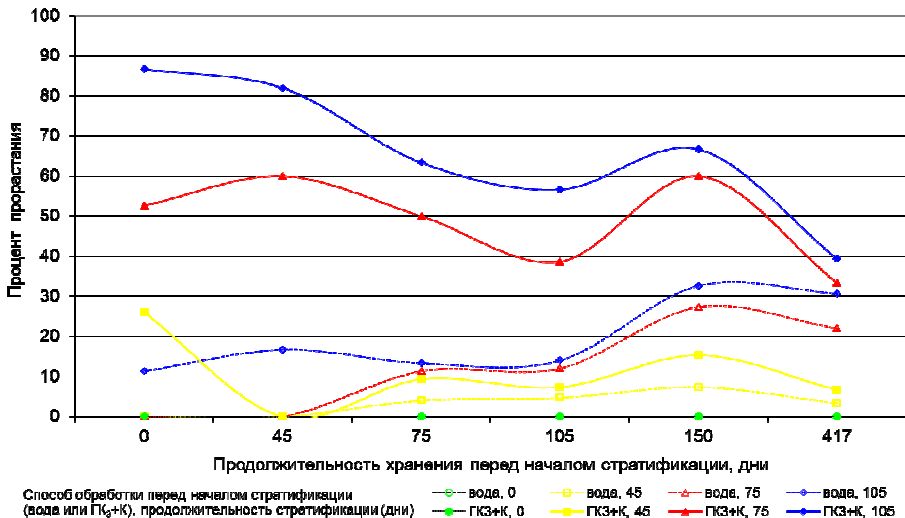


Рис. 3. Влияние продолжительности хранения в условиях 25 % увлажненности при температуре 1-3 °С и продолжительности холодной стратификации семян *S. sibirica*, обработанных перед началом стратификации фитогормонами или дистиллированной водой, на их прорастание.

**5.2.5. Воздействие температурного и водного стресса (быстрого высушивания) на покой и прорастание семян *Sorbus sibirica*.** Для опыта использовали свежесобранные семена. Прерывание холодной стратификации начинали с 45 дней с интервалом в две недели. Высушивание проводили при температуре 25 °С в течение 1, 3, 7 и 14 суток. После подсушивания обработка водой и фитогормонами (ГК<sub>3</sub> 100 мг/л + К 500 мг/л) проводилась при температуре 1-3 °С. Далее семена стратифицировались в течение 60 дней. Результаты представлены в табл. 3.

Таблица 3

**Влияние двухэтапной холодной стратификации с промежуточным высушиванием и фитогормонов на прорастание семян и рост корешков у проростков *S. sibirica***

Продолжительность первого этапа стратификации, дни	Семена, обработанные водой				Семена, обработанные фитогормонами			
	Продолжительность высушивания перед вторым этапом стратификации, дни							
	1	3	7	14	1	3	7	14
	<b>Длина корешков в конце первого этапа стратификации, мм</b>							
	<b>Процент прорастания</b>							
45	<u>14.3±0.6</u> 86,0	<u>12.2±0.6</u> 84,0	<u>15.1±0.5</u> 85,3	<u>13.5±0.5</u> 88,5	<u>2.3±0.1</u> 93,9	<u>2.2±0.1</u> 90,0	<u>2.7±0.2</u> 95,9	<u>3.2±0.2</u> 93,1
59	<u>19.3±0.5</u> 86,5	<u>20.1±0.5</u> 94,7	<u>17.1±0.4</u> 93,3	<u>16.4±0.5</u> 84,0	<u>1.5±0.1</u> 93,3	<u>2.3±0.1</u> 91,3	<u>2.4±0.1</u> 90,7	<u>2.3±0.2</u> 89,3
73	<u>28.2±0.6</u> 95,3	<u>24.7±0.4</u> 82,7	<u>23.9±0.7</u> 87,3	<u>25.8±0.8</u> 91,3	<u>2.1±0.1</u> 90,7	<u>2.6±0.1</u> 91,2	<u>1.7±0.1</u> 82,0	<u>1.2±0.0</u> 90,7
87	<u>24.7±0.7</u> 93,3	<u>30.6±0.9</u> 94,0	<u>29.8±0.9</u> 98,7	<u>29.8±0.8</u> 94,7	<u>2.4±0.2</u> 87,3	<u>1.9±0.1</u> 90,1	<u>2.1±0.1</u> 90,0	<u>1.7±0.1</u> 92,7
	<b>Длина корешков через три дня проращивания при температуре 25 °С, мм</b>							
	<b>Процент прорастания</b>							
45	<u>22.9±0.4</u> 93,3	<u>19.9±0.7</u> 92,0	<u>23.1±0.8</u> 92,7	<u>22.1±0.7</u> 89,2	<u>3.2±0.2</u> 97,3	<u>3.9±0.2</u> 92,7	<u>6.6±0.4</u> 95,9	<u>7.3±0.4</u> 97,2
59	<u>30.1±0.5</u> 89,2	<u>32.1±1.0</u> 96,7	<u>30.4±0.8</u> 94,0	<u>27.2±0.7</u> 89,3	<u>4.9±0.3</u> 96,7	<u>4.9±0.3</u> 94,7	<u>4.8±0.3</u> 92,0	<u>3.9±0.3</u> 90,0
73	<u>41.8±0.3</u> 98,7	<u>40.2±0.3</u> 84,0	<u>32.7±0.9</u> 91,3	<u>35.0±1.0</u> 92,7	<u>3.7±0.2</u> 94,7	<u>4.2±0.2</u> 92,5	<u>2.8±0.2</u> 93,3	<u>1.7±0.1</u> 95,3
87	<u>37.8±0.8</u> 94,7	<u>53.1±0.9</u> 96,0	<u>52.9±1.0</u> 99,3	<u>54.2±0.9</u> 95,3	<u>3.4±0.3</u> 91,3	<u>2.8±0.2</u> 95,0	<u>2.8±0.2</u> 92,0	<u>2.5±0.2</u> 97,3

Использование двухэтапной холодной стратификации позволяет добиться высокого процента прорастания семян без использования фитогормонов, что снижает экономические затраты, которые могут быть весьма существенными по причине высокой стоимости фитогормонов. Этот метод позволяет получать проростки рябины без физиологических нарушений, обусловленных влиянием экзогенных фитогормонов, что очень важно при интродукционных исследованиях.

**5.2.6. Особенности физиологического покоя у внутривидовых и межвидовых гибридных семян рябины.** В опыте использовали свежесобранные семена. Полученные данные свидетельствуют о значительном влиянии опылителя на характер покоя семян *S. sibirica*, *S. aucuparia* и *S. sambucifolia*. Этот факт следует обязательно учитывать при заготовке семян для проведения экспериментов по изучению особенностей их покоя и прорастания, а также в других интродукционных исследованиях.

### 5.2.7. Этиловый спирт как ингибитор прорастания семян *Sorbus sibirica*.

Исследовали влияние этилового спирта в концентрациях от 1 до 15 % на семена рябины сибирской. Было установлено, что этанол в концентрациях 2-8 % является эффективным, безопасным и дешевым ингибитором прорастания семян *S. sibirica*. Рекомендуем использовать это вещество в случаях, когда необходимо отрегулировать дату начала прорастания семян.

### 5.3. Вегетативное размножение рябины в условиях ЦСБС

Оптимальным способом вегетативного размножения трудноукореняющихся форм рябины в условиях лесостепи Западной Сибири является летняя окулировка на подвоях рябины сибирской (табл. 4). При весенней копулировке приживаемость и прирост значительно хуже, чем при летней окулировке. В исследованном интервале с 15 июля по 15 августа наблюдалось снижение приживаемости привитых глазков со 100 до 88 %, длина прироста не зависела от сроков прививки.

Таблица 4

#### Приживаемость прививок и длина прироста при размножении сорта Невежинская копулировкой и окулировкой на подвоях рябины сибирской

Приживаемость, %					Прирост за сезон, см				
Прививка весенней улучшенной копулировкой									
2004 г.	2005 г.	2007 г.	2008 г.	Средняя	2004 г.	2005 г.	2007 г.	2008 г.	Средняя
12,1	32,0	46,0	62,0	38,0	$11,0 \pm 0,7$ 4,0-20,0	$11,9 \pm 1,2$ 4,0-21,0	$12,7 \pm 1,0$ 6,0-22,0	$13,5 \pm 0,8$ 6,0-24,0	12,3
Прививка летней окулировкой вприклад									
2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	Средняя	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	Средняя
98,0	100,0	76,0	94,0	92,0	$69,1 \pm 1,5$ 51,0-91,0	$59,2 \pm 0,6$ 49,0-70,0	$38,8 \pm 0,6$ 27,0-50,0	$62,3 \pm 1,6$ 29,0-86,0	55,5

Методом зеленого черенкования с применением 1 %-ного раствора стимулятора Теллура-М и доращиванием черенков на второй год в теплице на месте их укоренения хорошо размножаются сорта Бурка (итоговая укореняемость 91,7 %) и Алая крупная (85,0 %). При пересадке в открытый грунт на первый год после укоренения, большая часть черенков погибает по причине слабой развитости корней. Зеленые черенки рябины сибирской и сортов Ангри, Бусинка, Невежинская укореняются очень плохо даже с использованием стимуляторов.

## ГЛАВА 6. ПРИМЕНЕНИЕ МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ИНТРОДУКЦИИ *SORBUS* (НА ПРИМЕРЕ ГИБРИДИЗАЦИИ *S. POZDNJAKOVII* POJARK. И *S. SIBIRICA* HEDL.)

В результате проведенных исследований к выбранным объектам была адаптирована методика экстракции белков семядолей и методика выделения ДНК из листьев. Было определено, что все белки, экстрагируемые из семядолей водой и SDS-буфером, относятся к водорастворимым альбуминам, что часть белков семя-

долей имеет сложную четвертичную структуру и при обработке β-меркаптоэтанолом (варианты +Me) эти белки распадаются на субъединицы.

В результате скрещиваний *S. sibirica* и с ×*Sorbocotoneaster pozdnjakovii* был получен высокий (86,7) процент завязываемости плодов и семян (2,7 шт./плод). Полученные спектры запасных белков семядолей у гибридных семян и у семян исходных видов (рис. 4) подтвердили гибридное происхождение семян в комбинации *S. sibirica* × *S. pozdnjakovii*, а также гибридное происхождение *S. pozdnjakovii* – на консенсусной дендрограмме (рис. 5) все гибриды заняли промежуточное между родительскими видами положение.

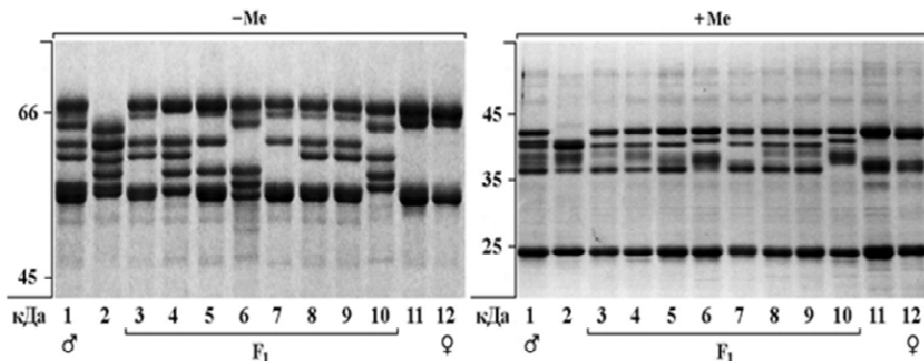


Рис. 4. SDS-электрофореграммы белков семядолей гибридных семян  $F_1$  (*S. sibirica* × *Sorbocotoneaster pozdnjakovii*) в сравнении с родительскими формами. 1. ♂ – отцовская форма *S. pozdnjakovii*. 2. *Cotoneaster lucidus* Schlecht.; 3-10.  $F_1$  – выборка гибридных семян; 11. *S. aucuparia*; 12. ♀ – Материнская форма ЦВПР-5 (*S. sibirica*). Полипептидные спектры отдельных семян в вариантах –Me и +Me (Me – β-меркаптоэтанол).

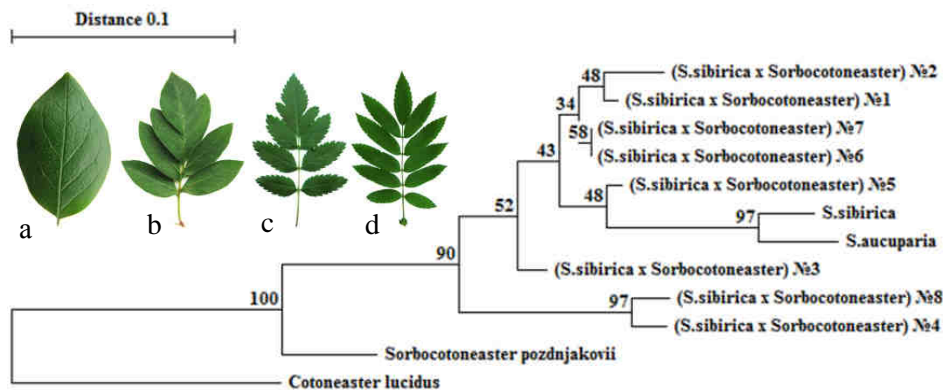


Рис. 5. Консенсусная дендрограмма (варианты –Me и +Me), построенная методом NJ. Шкала сверху – генетические расстояния (по М. Nei, W.-Li, 1979).

Цифры над узлами – bootstrap поддержка.

Листья: а – *C. lucidus*; б – *S. pozdnjakovii*; в –  $F_1$  (*S. sibirica* × *S. pozdnjakovii*); д – *S. sibirica*.

Скрещивание *S. pozdnjakovii* с *S. sibirica* приводит к образованию генотипов, значительно различающихся по набору альбуминовых компонентов, характерных для родов *Cotoneaster* Medik. и *Sorbus*.

Все полученные из семян сеянцы в различных долях сочетали признаки родительских форм. Каких-либо существенных нарушений в развитии сеянцев не наблюдалось.

Проведенный ISSR-PCR-анализ (на основе отобранных шести наиболее полиморфных ISSR-праймеров (табл. 5, рис. 6)) подтвердил гибридное происхождение сеянцев. На консенсусной дендрограмме все гибриды заняли промежуточное положение между родительскими образцами.

Таблица 5

**Характеристики наиболее полиморфных ISSR праймеров**

Последовательность 5'-3'	Наименование	Ta*, °C	Аmplифицируемых фрагментов, шт.	Уровень полиморфизма, %	Размер фрагментов ДНК, п.н.
(CA) <sub>6</sub> AC	17898A	42	19 (17)	89,5	500-2500
(CA) <sub>6</sub> GT	17898B	42	20 (18)	90,0	450-2250
(CA) <sub>6</sub> GG	17899B	41	22 (21)	95,5	375-2000
(GA) <sub>6</sub> CC	HB-10	44	26 (24)	84,6	500-2250
(AC) <sub>8</sub> CG	M-1	47	24 (21)	87,5	450-2500
(AC) <sub>8</sub> YG	UBC-857	55	25 (24)	96,0	350-1600

Примечание: \*Ta – температура отжига.

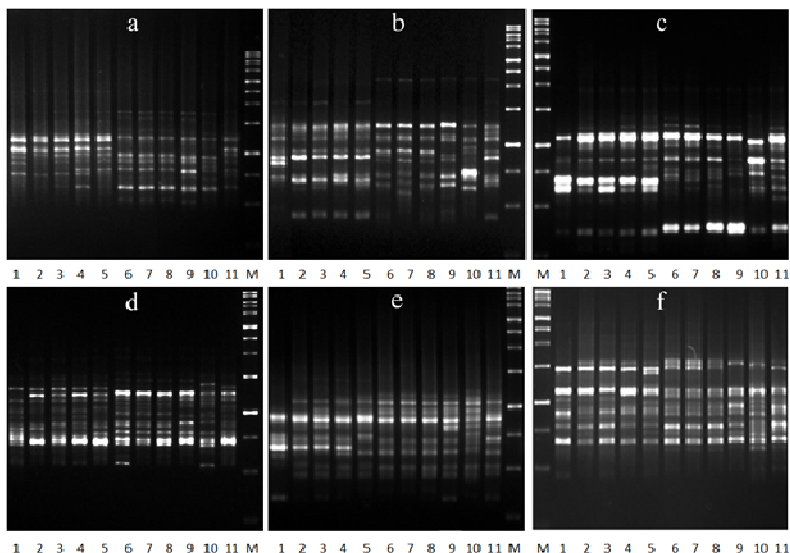


Рис. 6. Электрофореграммы продуктов амплификации ДНК (метод ISSR-PCR) гибридных сеянцев F<sub>1</sub> (*S. sibirica* × *S. pozdnjakovii*) (треки 2-5) в сравнении с родительскими формами *S. sibirica* (трек 1) и *S. pozdnjakovii* (трек 11), и формами *C. integerrimus* (треки 6-8) *C. melanocarpus* (трек 9), *C. lucidus* (трек 10). Трек М – ДНК-маркер 1kb (250-10000 bp). (a) – праймер 17898A, (b) – 17898B, (c) – 17899B, (d) – HB-10, (e) – UBC-857, (f) – M-1.



Показанная в настоящем исследовании возможность использования рябинокизильника в селекции рябины в перспективе позволит не только получать устойчивые в Сибири сорта рябины с комбинацией ценных признаков, но и, благодаря его более широкому вовлечению в интродукционный процесс, будет способствовать сохранению и более детальному изучению этого редкого и находящегося под угрозой исчезновения монотипного рода. Использование молекулярно-генетических методов будет способствовать значительному сокращению трудоемкости этого процесса и позволит в короткие сроки получать достоверную информацию для контроля этапов интродукционных исследований.

## ВЫВОДЫ

1. За время исследований в ЦСБС СО РАН на подвоях *S. sibirica* сформирован родовой комплекс рябины (*Sorbus* L.), включающий 39 видов, 175 разновидностей, 17 сортов, 22 межвидовых и 4 межродовых гибрида с общим числом растений в постоянной коллекции – 541 шт.

2. Ритмы сезонного развития образцов видов *S. sibirica*, *S. aucuparia*, *S. sambucifolia*, *S. kamschatcensis*, а также гибридов *S. sambucifolia* × *S. sibirica*, *S. sambucifolia* × *S. aucuparia*, *S. sambucifolia* × *S. kamschatcensis*, *S. sibirica* × *S. aucuparia*, ×*Sorbocotoneaster pozdnjakovii*, сортов Ангри, Бусинка и Невежинская соответствуют длительности и теплообеспеченности вегетационного периода в Новосибирске. Среди этих видов, гибридов и сортов выделены по комплексу хозяйственно ценных признаков перспективные для интродукции и селекции отборные формы.

3. В Новосибирске большинство исследованных интродуцентов формируют высокофертильную пыльцу, самостерильны или редко слабо самофертильны, завязывают плоды при свободном опылении и характеризуются слабыми межвидовыми и межродовыми репродуктивными барьерами. В результате отдаленной гибридизации отборных форм *S. sibirica* с формами и сортами различных видов подсемейства *Maloideae* выявлены перспективные для Западной Сибири комбинации скрещиваний, такие как *S. sambucifolia* × *S. sibirica*, *S. sambucifolia* × *S. aucuparia*, *S. sibirica* × *S. aucuparia*, *S. sibirica* × *Sorbocotoneaster pozdnjakovii*. Получены зимостойкие, низкорослые, ультраскороплодные гибриды  $F_1$  с крупными плодами хорошего вкуса.

4. Установлено, что активность физиологического механизма торможения (ФМТ) прорастания семян рябины сибирской зависит от индивидуальных особенностей родительских генотипов, степени зрелости, условий и продолжительности хранения, длительности и температурного режима стратификации, обработки экзогенными стимуляторами и ингибиторами прорастания. Наиболее эффективным способом преодоления ФМТ семян рябины сибирской является двухэтапная холодная стратификация (1-3 °С) с промежуточным быстрым высушиванием семян, что позволяет за относительно короткие сроки (105 дней) получать близкое к 100 % прорастание без использования фитогормонов.

5. Оптимальный способ вегетативного размножения рябины в условиях Западной Сибири – летняя окулировка на подвоях *S. sibirica*, позволяющая получить близкий к 100 % выход саженцев. Зеленое черенкование с применением

стимулятора Теллура-М и с последующим доращиванием на второй год в теплице позволяет получать высокий процент укореняемости стеблевых черенков у сортов Бурка и Алая крупная.

6. Электрофорез запасных белков семян (SDS-PAGE) и межмикросателлитных последовательностей ДНК (ISSR-PCR) позволяет проводить экспресс-идентификацию гибридов *S. sibirica* × *Sorbocotoneaster pozdnjakovii* на стадии семян и сеянцев. Обработка альбуминов семян β-меркаптоэтанолом повышает информативность SDS-PAGE анализа за счет образования дополнительных полиморфных субъединиц. Для ISSR-PCR анализа выявлено шесть ISSR-маркеров с полиморфизмом амплифицируемых локусов более 80 %.

## СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

### Статьи в рецензируемых изданиях из списка ВАК

1. Асбаганов, С.В. Изменчивость листьев *Sorbus sambucifolia* (*Rosaceae*) на Камчатке / С.В. Асбаганов // Раст. ресурсы. 2006. – Т. 42. – Вып. 4. – С. 17–22.
2. Асбаганов, С.В. Перспективы интродукции рябины бузинолистной в Западной Сибири / С.В. Асбаганов // Сиб. вестн. сельскохозяйственной науки. – 2008. – Вып. 184. – С. 49–56.
3. Асбаганов, С.В. Влияние гибберелловой кислоты на прорастание семян рябины сибирской / С.В. Асбаганов // Вестн. Алтайского ГАУ. – 2009. – № 12(62). – С. 15–17.
4. Асбаганов, С.В. Влияние степени зрелости семян и зародышей рябины сибирской на глубину их покоя / С.В. Асбаганов // Аграрная наука. – 2013. – № 8. – С. 18–19.
5. Асбаганов, С.В. Ритмы сезонного развития интродуцентов рода *Sorbus* L. в условиях Новосибирска / С.В. Асбаганов // Сиб. вестн. сельскохозяйственной науки. – 2012. – № 4. – С. 81–87.

### Статьи в прочих изданиях

1. Асбаганов, С.В. Взаимоопыляемость некоторых видов, сортов и форм рябины и аронии / С.В. Асбаганов // Садоводство и цветоводство на современном этапе: сб. науч. тр. юбилейной конф. (Бердск, апрель, 2005 г.). РАСХН: Сиб. отд-ние. НЗПЯОС им. Мичурина. – 2005. – С. 68–71.
2. Асбаганов, С.В. Естественная гибридизация *Sorbus sambucifolia* (Cham. et Schlecht.) M. Roem. и *Sorbus kamschatcensis* Kom. на Камчатке / С.В. Асбаганов // Перспективы развития и проблемы современной ботаники: матер. I(III) Всерос. молодежной науч.-практ. конф. ботаников в Новосибирске (Новосибирск, 17–21 октября 2007 г.). – Новосибирск: Издательство СО РАН, 2007. – С. 306–308.
3. Асбаганов, С.В. *Sorbus sambucifolia* (Cham. et Schlecht.) M. Roem – перспективный источник комплекса ценных признаков при межвидовой гибридизации / С.В. Асбаганов // Проблемы современной дендрологии: матер. Междунар. науч. конф., посвященной 100-летию чл.-корр. АН СССР П.И. Лапина (Москва, 30 июня – 2 июля 2009 г.). – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2009. – С. 22–24.
4. Асбаганов С.В. Влияние гибберелловой кислоты и кинетина на прорастание семян рябины сибирской / С.В. Асбаганов // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии: матер. 8-й Междунар. науч.-практ. конф. (Барнаул, 19–22 октября 2009 г.). – Барнаул, 2009. – С. 5–8.

5. Асбаганов, С.В. Естественная гибридизация *Sorbus sambucifolia* (Cham. et Schlecht.) M. Roem и *Sorbus kamtschaticensis* Kom. на Камчатке / С.В. Асбаганов // Генетические ресурсы культурных растений. Проблемы эволюции и систематики культурных растений: матер. Междунар. конф. памяти Е.Н. Синской (Санкт-Петербург, 9-11 декабря 2009 г.). – СПб., 2009. – С. 153–156.

6. Асбаганов, С.В. Влияние условий хранения, растительных гормонов и прерывания холодной стратификации быстрым высушиванием на покой семян рябины сибирской / С.В. Асбаганов // Актуальные проблемы размножения садовых культур и пути их решения: матер. Междунар. науч.-методич. дистанц. конф. (Мичуринск-научоград РФ, 15-26 февраля 2010 г.). – Мичуринск: ГНУ ВНИИС им. И.В. Мичурина, 2010. – С. 7–19.

7. Асбаганов, С.В. Применение методов электрофореза запасных белков семядолей (SDS-PAGE) и межмикросателлитных последовательностей ДНК (ISSR) для идентификации гибридных генотипов при гибридизации *Sorbus sibirica* и *Sorbocotoneaster* (*Rosaceae*) / С.В. Асбаганов, А.В. Агафонов // Растительный мир Северной Азии: проблемы изучения и сохранения биоразнообразия: матер. Всерос. конф. (Новосибирск, 1–3 октября 2013 г.). – Новосибирск: ЦСБС СО РАН, 2013. – С. 10–12.

8. Асбаганов, С.В. Рябина // Интродукция нетрадиционных плодовых, ягодных и овощных растений в Западной Сибири / А.Б. Горбунов, В.С. Симагин, Ю.В. Фотев [и др.]; под ред. И.Ю. Коропачинского, А.Б. Горбунова; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Центральный сибирский ботанический сад. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2013. – С. 61-85.