

Особенности сохранения генофонда дикорастущих видов косточковых культур *ex situ*

DOI: 10.30901/2227-8834-2021-3-12-19

УДК 634.2:631.526.1/.4(089)

Поступление/Received: 18.11.2020

Принято/Accepted: 02.09.2021



Г. В. ЕРЕМИН, В. Г. ЕРЕМИН,
И. С. ЧЕПИНОГА, Т. А. ГАСАНОВА*

Федеральный исследовательский центр
Всероссийский институт генетических ресурсов
растений имени Н.И. Вавилова,
Крымская опытно-селекционная станция – филиал ВИР,
353384 Россия, Краснодарский край, г. Крымск,
ул. Вавилова, 12
*✉ kross67@mail.ru

Genetic diversity of wild stone fruit species: specific aspects of *ex situ* conservation

G. V. EREMIN, V. G. EREMIN,
I. S. CHERPINOVA, T. A. GASANOVA*

N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources,
Krymsk Experiment Breeding Station of VIR,
12 Vavilova St., Krymsk, Krasnodar Territory 353384, Russia
*e-mail: kross67@mail.ru

Актуальность. Одной из важнейших задач ученых Крымской ОСС является долговременное сохранение генофонда дикорастущих видов (более тысячи генотипов сорока четырех видов Prunoideae Focke, Rosaceae Juss.), собранных в экспедициях. Сохранять представителей дикорастущей флоры гораздо сложнее, чем культурные сорта, в силу узкой специализации к факторам внешней среды и необходимости создания условий для успешного произрастания. Данный аспект касается прежде всего таких видов, как *Louiseania pedunculata* (Pall.) Pachom., *L. ulmifolia* (Franch.) Pachom., *Prunus cocomilia* Ten., *P. brigantia* Vill., *Armeniaca sibirica* (L.) Lam., *Padus ssiiori* (F. Schmidt) C.K. Schneid. и ряда других.

Методы. Исследования проводились в насаждениях полевого генного банка Крымской ОСС в соответствии с методическими указаниями ВИР. Объекты исследований – коллекционные образцы дикорастущих видов косточковых.

Результаты. На основании многолетних полевых исследований для сохранения *ex situ* дикорастущих интродуцентов используются кадочная культура и модернизированная технология загущенной посадки с формировкой кроны по типу «бордюра». Она предусматривает учет биологических особенностей видов, использование корнесобственных или привитых растений на клоновых подвоях различной силы роста в зависимости от их жизненной формы (дерево, куст), устойчивости к биотическим и абиотическим стрессорам, требований к почве и рельефу местности, задач, стоящих перед исследователями. Установлено, что рекомендуемые схемы (2,5–4,0 × 0,5–1,0 м) значительно уменьшают площадь, занимаемую под одинаковым количеством культивируемых растений, в сравнении с обычной, снижают энерго- и трудозатраты на технологических работах.

Ключевые слова: генетические ресурсы, стратегия сохранения генофонда, биологическое разнообразие, генотип, сад хранения, схема посадки, клоновый подвой, формирование кроны.

Background. One of the most important tasks faced by the scientists of Krymsk Experiment Breeding Station of VIR is the long-term preservation of the stone fruit gene pools (over 1,000 genotypes of 44 species) collected during plant explorations. It is much more difficult to preserve representatives of the wild flora than cultivars, due to their ecological specialization to specific environments and the need to create conditions for their successful development. This aspect concerns, first of all, such species as *Louiseania pedunculata* (Pall.) Pachom., *L. ulmifolia* (Franch.) Pachom., *Prunus cocomilia* Ten., *P. brigantia* Vill., *Armeniaca sibirica* (L.) Lam., *Padus ssiiori* (F. Schmidt) C.K. Schneid., and some others.

Methods. The studies were carried out in the collection plantations of the field genebank at Krymsk Experiment Breeding Station of VIR according to VIR's guidelines. Accessions of wild stone fruit species were the objects of the studies.

Results. Many years of field research into *ex situ* conservation of introduced wild species proved the efficiency of stone fruit cultivation in tub culture and a modified technique of dense planting with crown formation according to the “border-hedge” pattern. It takes into account biological characteristics of genotypes shaped in natural areas, the use of own-root or grafted plants on clonal rootstocks of various growth rates depending on their life form (tree or shrub), resistance to biotic and abiotic stressors, soil and terrain requirements, and the tasks posed before researchers. The recommended planting schemes (2.5–4.0 × 0.5–1.0 m) significantly reduce the area occupied by the same number of plants in conventional cultivation patterns and cut down power and labor inputs into technological practices.

Key words: genetic resources, gene pool conservation strategy, biodiversity, genotype, conservation garden, planting scheme, clonal rootstock, crown formation.

Введение

Оптимизация долгосрочного хранения генотипов плодовых, в том числе косточковых культур, в настоящее время становится все более актуальной в связи с увеличением численности единиц хранения, а также с активным использованием выделяемых из него форм в новых программах по селекции сортов с уникальными хозяйственно-биологическими признаками.

Подход к сбору растений по всему миру и сохранению в живом состоянии культурных и родственных им диких видов, впоследствии утвержденный как международное направление по формированию генетического банка сельскохозяйственных растений, разработал Н. И. Вавилов в своих трудах (Vavilov, 1931).

Способы сохранения видов и сортов растений определяются рядом документов, в том числе международной Глобальной стратегией, включающей комплексную программу действий по сохранению растительного биоразнообразия *in situ*, *ex situ* и *in vitro*, отраженную в решениях конференций сторон Конвенции о биологическом разнообразии в различные годы, в том числе в Гааге в 2002 г., (Decision VI/9..., 2002), Египте в 2018 г. (Conference of the Parties..., 2018). ВИР выполняет важную задачу по обеспечению исходным материалом НИИ и селекционные центры в целях обеспечения продовольственной безопасности России. Крымская опытно-селекционная станция (ОСС) – филиал ВИР, являясь структурным подразделением Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР), в этом аспекте занимается не только интродукцией, размножением и сохранением ценных и редких видов и образцов в полевом генном банке, сосредоточившем более 5 тысяч генотипов, но и развитием стратегии сохранения собранного генофонда.

Важнейшее значение в этой связи имеет сохранение представленного в коллекциях разнообразия дикорастущих форм, собранных в ходе экспедиций. Данная проблема особенно актуальна в настоящее время, когда, как известно, вследствие освоения территорий для деятельности человека и изменения климата отмечается элиминация не только образцов, но и целых видов.

Рассматриваемый вопрос важен также в плане вовлечения в селекционный процесс дикорастущих родичей культурных растений в связи с необходимостью значительного расширения генетического разнообразия исходного материала, особенно адаптивного к био- и абиотическим стрессорам, что дает возможность выводить сорта принципиально новые, примером чего может являться создание клоновых подвоев для косточковых плодовых культур (Eremin, 1985, 2015; Eremin G.V., Eremin V.G., 2015; Eremin et al., 2017).

В переднеазиатском, среднеазиатском, (Vavilov, 1931), европейско-сибирском, восточно-азиатском (Zhukovskiy, 1970) генцентрах сосредоточено огромное разнообразие дикорастущих видов подсемейства Prunoideae Focke (косточковые, Rosaceae Juss.), сформировавшихся в экстремальных погодных условиях. Это ксерофитные виды миндаля (метельчатый, колючейший и бухарский); персика (мира и Давида); микровишни (мелкоплодная, простертая и седая); зимостойкие виды абрикоса (сибирский и маньчжурский); луизеании (черешчатая и вязолистная); вишни (степная и сахалинская). Исключительную ценность представляют виды с длительным периодом покоя и поздним цветением, слаборослые, скороплодные, с иммунитетом к болезням – вишни (остро-

пильчатая, сахалинская, курильская, Максимовича); черемухи (виргинская и капули); персика (мира и Давида). Многие из этих видов легко размножаются черенками.

В многочисленных экспедициях на северный Тянь-Шань, Западный Копетдаг, Северо-Западный Памир, Южный Урал, Северный Кавказ, в Закавказье, Восточно-Европейскую равнину в коллекцию Крымской ОСС мобилизованы наиболее устойчивые к экстремальным условиям произрастания, ценные по хозяйственным и биологическим качествам образцы.

Традиционно сохранение генофонда проводилось с применением экстенсивных технологий, на семенных высокорослых подвоях, при схемах посадки 5–6 м × 3–4 м, что требовало больших территорий и затрат. С внедрением в садоводство интенсивных технологий на Крымской ОСС в настоящее время генотипы для долгосрочного хранения культивируются в полевом генном банке на клоновых подвоях при уплотненной схеме посадки, что позволяет значительно экономить земельные и энергоресурсы (Eremin et al., 2007).

В связи с этим исследования по разработке методологических подходов и практических способов эффективного и экономичного сохранения разнообразия дикорастущих видов и форм косточковых растений, успешного использования его компонентов в селекционных программах чрезвычайно актуальны.

Материалы и методы

Исследования проводились в коллекционных насаждениях полевого генного банка Крымской ОСС ВИР с 2007 по 2020 г. в соответствии с методическими указаниями ВИР (Yushev et al., 2016). Объекты исследований – коллекционные образцы дикорастущих видов подсемейства Prunoideae.

Результаты и обсуждение

В ходе исследований, выполненных в рамках развития стратегии сохранения генетических ресурсов косточковых плодовых культур и их диких родичей, совершенствования технологии сохранения и систематизации биологического разнообразия, выявлено, что в садах хранения Крымской ОСС сосредоточено более тысячи образцов косточковых из сорока четырех видов сем. Rosaceae – представителей дикорастущей флоры (табл. 1).

При долгосрочном хранении биологического разнообразия видов каждому генотипу должна быть подобрана своя технология. В числе современных эффективных методов можно назвать криоконсервацию и хранение *in vitro*, находящиеся в последнее время в мировой практике все большее распространение (Mosella-Chancel et al., 1980; Forsline et al., 1998).

Однако наиболее приемлемым способом сохранения генофонда для большинства научных учреждений по-прежнему остается культивирование в условиях сада, поскольку обозначенные выше методы еще не доступны учреждениям – обладателям больших генофондов по причине отсутствия соответствующего дорогостоящего оборудования и кадров. К тому же достаточно многие дикорастущие виды, характеризующиеся обширным полиморфизмом, постоянно востребованы для использования в исследованиях по селекции и агротехнологии.

На Крымской ОСС разработана и в течение ряда лет применяется технология выращивания образцов гене-

Таблица 1. Представленность разнообразия дикорастущих видов Prunoideae Focke (Rosaceae Juss.) в коллекциях Крымской опытно-селекционной станции ВИР

Table 1. Representativeness of the Prunoideae Focke (Rosaceae Juss.) wild species diversity in the collections of Krymsk Experiment Breeding Station of VIR

Культура	Видовое разнообразие		
	видов согласно литературным данным, шт	видов в коллекции, шт	образцов в коллекции, шт
Вишня	22	22	742
Абрикос	6	4	41
Слива	2	2	0
Персик	6	3	22
Черемуха	6	4	110
Микровишня	6	6	67
Миндаль	7	3	112
Всего:	55	44	1094

тической коллекции с формировкой кроны по типу «бордюр» (Eremin et al., 2007). Основными элементами этой системы являются конструкции насаждений с более плотным размещением растений и ежегодной жесткой обрезкой, способствующей активному росту побегов и исключением или сведением к минимуму плодоношения.

При этом, как указывалось в предыдущих работах (Eremin et al., 2007; Eremin et al., 2019), следует выполнять следующие требования:

- плотность размещения растений должна быть максимально допустимой с учетом особенностей биологии образцов коллекции и условий наиболее экономичной технологии возделывания;
- при необходимости проведения апробации, изучения, гибридизации, и т. д. в отдельные годы выполняется только умеренная корректирующая обрезка, но в последующие годы такие растения с использованием жесткой обрезки доводят до уровня типичных деревьев, произрастающих в саду хранения;
- технологические работы по уходу за растениями проводятся по типу, принятому для молодых садов или черенковых маточников, с возможностью применения машинной контурной обрезки.

Накопленный опыт по созданию садов хранения косточковых культур дал возможность модернизировать технологию применительно к дикорастущим интродуцентам с учетом их биологических особенностей, позволяющих повышать эффективность проведения работ по их сохранению. Следует, однако, отметить, что сохранять представителей дикорастущей флоры гораздо сложнее, чем культурные сорта. Как правило, большинство дикорастущих видов узко специализированы в своих требованиях к факторам внешней среды, и создать приемлемые условия для их успешного произрастания бывает сложно. Это касается прежде всего таких видов, как *Louiseana pedunculata* (Pall.) Pachom., *L. ulmifolia* (Franch.) Pachom., *Prunus cocomilia* Ten., *P. brigantiaca* Vill., *Armeniaca sibirica* (L.) Lam., *Padus ssiiori* (F. Schmidt) C.K. Schneid. и ряда других. Для этих видов принято создавать особые условия и чаще всего – выращивание в кадочной культуре в оранжерее (рис. 1).

При размещении растений в садах следует учитывать и генотипические особенности видов (Goldschmidt, 2013). В частности известно, что сорта абрикосов среднеазиатской эколого-географической группы отличаются быстрым ростом, мощным развитием, тогда как ирано-кавказские и образцы дагестанских популяций характеризуются более слабым ростом и развитием (Kovalev, 1963; Asadulaev et al., 2020). К тому же следует помнить, что вспышки монилиоза на деревьях абрикоса чаще происходят в равнинной и предгорной зонах. Приспособлены к аридным условиям произрастания виды миндаля (Vitkovsky, 2003; Eremin et al., 2008; Richter et al., 2020) и такие виды, как микровишня простертая (*Microcerasus prostrata* (Labill.) M. Roem.) и седая (*M. incana* (Pall.) M. Roem.). Что касается условий перезимовки, то для большинства дикорастущих кустарниковых видов лучше подходят небольшие склоны и возвышенности.

Большое значение для закладки сада хранения имеет использование корнесобственных растений или подбор подвоев различной силы роста в зависимости от жизненной формы (дерево, куст).

Наиболее оптимальным для сохранения сортовой чистоты является использование в саду хранения корнесобственных растений. У большинства дикорастущих видов косточковых получить такие растения не представляет сложности. Вишня степная, терн, миндаль низкий (*Amygdalus nana* L.) образуют корневую поросль и легко размножаются корневыми черенками (рис. 2).

В то же время антипка, абрикос, персик, микровишни войлочная и низкая, миндали Фенцля и бухарский корневую поросль не образуют. Их следует размножать прививкой на клоновые подвои, которые подбирают в зависимости от силы роста сохраняемого генотипа (Eremin et al., 2000).

При задействовании системы «бордюр» для размещения в саду хранения генотипов со слабым или карликовым ростом требуется внесение некоторых коррективов в сравнении с сильнорослыми образцами. Это относится к слаброслым представителям видов микровишни: *Microcerasus tomentosa* (Thunb.) Wall., *M. pumila* (L.) Eremin & Yushev, *M. incana*, *M. glandulosa* (Thunb.) M. Roem., *M. prostrata*; к видам кустарниковых миндалей: *Amygdalus nana*,



Рис. 1. Отдаленный гибрид миндаля обыкновенного (*Amygdalus communis* L.) со сливой Писсарда (*Prunus pissardii* Carr.) в кадочной культуре

Fig. 1. A distant hybrid between common almond (*Amygdalus communis* L.) and red-leaf cherry plum (*Prunus pissardii* Carr.) grown in tub culture



Рис. 2. Корнесобственное растение миндаля низкого (*Amygdalus nana* L.) в саду хранения

Fig. 2. An own-root plant of dwarf Russian almond (*Amygdalus nana* L.) in the conservation garden

A. petunnikowii Litv.; луизеании: *Louiseania pedunculata*, *L. ulmifolia*, *L. triloba* (Lindl.) Pachom.; вишни: *Cerasus fruticosa* Pall., *C. incisa* (Thunb.) Loisel., *C. × dawycensis* Sealy; а также терна (*Prunus spinosa* L.). В данном случае можно уплотнить схему посадки до 2,5–4,0 м в междурядьях и 1,0–0,5 м в ряду.

При сохранении генофонда диких родичей культурных растений с кустарниковым типом роста целесообразно создавать загущенные посадки на слаборослых

клоновых подвоях (ВВА 1, ВСВ 1, ВСЛ 1). На Крымской ОСС для таких конструкций насаждений используется расстояние 4 м в междурядье и 1,0 м в ряду (рис. 3).

Образцы видов с жизненной формой дерево для садов хранения следует прививать как на слабо-, так и на среднерослые клоновые подвои. Последние требуют использования технологий с размещением крупногабаритных деревьев с междурядьями 4–5 м и расстоянием между деревьями в ряду 1,5–2,0 м. Из среднерослых клоно-



Рис. 3. Микровишня седая (*Microcerasus incana* (Pall.) M. Roem.) на подвое ВСВ 1 (схема посадки: 4 × 1 м) в саду хранения

Fig. 3. Plants of *Microcerasus incana* (Pall.) M. Roem. grown on VSV 1 rootstocks (planting scheme: 4 × 1 m) in the conservation garden

вых подвоев для косточковых культур хорошо зарекомендовали себя: Кубань 86, Эврика 99, Зарево, Дружба, ВСЛ 2, ЛЦ 52, ВЦ 13, Рубин, РВЛ 9, Бест.

По сравнению с насаждениями на сильнорослых подвоях со схемой посадки 5–6 × 3–5 м за счет загущенных посадок в 1,5–2 раза сокращается площадь земельных участков, используемых для садов хранения, в 2,5 раза снижаются затраты на агротехнические мероприятия по уходу за сохраняемыми генотипами (табл. 2).

При закладке сада хранения необходимо выбирать клоновые подвои, хорошо совместимые со всеми или с большинством сохраняемых генотипов, чтобы избежать гибели их от несовместимости. Надо учитывать известные проявления этого свойства видообразцов-привоев с некоторыми подвоями. В ходе работы по изучению клоновых и семенных подвоев, а также большого числа генотипов, привитых на сравнительно хорошо известные подвои, были выявлены случаи несовместимости, ранее не известные. В частности несовместимость про-

Таблица 2. Затраты на работы по уходу за садами хранения генофонда плодовых культур по общепринятым методам и в уплотненной посадке по типу «бордюр»

Table 2. Maintenance costs for fruit plant diversity conservation gardens arranged conventionally and following a denser planting pattern using border hedging

Наименование работ	Количество деревьев на 1 га					
	667 (схема посадки: 5 × 3 м)			2500 (схема посадки: 4 × 1 м)		
	объем работ	фонд оплаты труда, тыс. руб.	расход ГСМ, тыс. руб.	объем работ	фонд оплаты труда, тыс. руб.	расход ГСМ, тыс. руб.
Обрезка деревьев, удаление поросли, шт.	667	15,6	0,067	2500	46,4	0,067
Посадка саженцев по ремонту, шт.	100	3,3	-	300	9,8	-
Дискование междурядий, 3-кратное, га	3	0,8	0,154	3	0,8	0,154
Прополка 2-кратная, га	2	62,1	-	2	62,1	-
Опрыскивание, внесение гербицидов, ЖКУ (6-кратное), га	6	3,6	0,775	6	3,6	0,775
Полив бочкой, шт	667	2,4	0,630	2500	8,9	2,250
Итого:		87,8	1,6		131,6	3,2
Всего расходов:			89,4			134,8
Расходов на уход за 1 растением:			0,134			0,054

является при прививке восточноазиатских видов вишни на антипку, образцов степной вишни на ВСЛ 2, образцов абрикоса на клоновые подвои ВСВ 1, Кубань 86 и ВВА 1, ряда образцов вишни на ВСЛ 2. Для образцов видов персика нужно использовать клоновые подвои – Кубань 86, Эврика 99, ВВА 1, Бест; для абрикоса – Дружба, Эврика 99, Бест; для вишни – ЛЦ 52, ВП-1, РВЛ 9, Рубин.

Следует учесть и специфические требования к работам по уходу за слаборослыми дикорастущими видами. В силу своих особенностей они требуют более легких почв и не переносят переувлажнения. Вопросы ухода, борьбы с болезнями и вредителями, способов формирования кроны, обработки почвы описаны ранее (Eremin et al., 2019).

Как отмечалось, на Крымской ОСС в настоящее время широко используется комбинированная система сочетания садов хранения с садами предварительного изучения. Эта система предусматривает ускоренную оценку по важнейшим признакам образцов генофонда в первые годы плодоношения в плотных садах интенсивного типа с последующим переводом насаждений на формирование кроны по системе «бордюр». Выделившиеся при этом генотипы передаются для углубленного изучения в признаковую генетическую коллекцию, а весь имеющийся на участке генофонд будет сохранен в данном насаждении по той же технологии возделывания, что и первоначально высаженная здесь часть коллекции.

Принципы подбора образцов для поддержания в генетических коллекциях хранения формируются с учетом их оригинальности и значимости (Eremin, Gasanova, 2009). В частности сюда включают:

- перспективные доноры и источники селекционно значимых признаков;
- оригинальные образцы с уникальными признаками, редко встречающимися в популяциях дикорастущих видов и местных популяциях одичавших сортов, а также выделенных из гибридного фонда;
- ценные мутации, естественные и индуцированные полиплоиды современных сортов и подвоев, а также специфичные гибриды отдаленных скрещиваний, особенно между видами различных родов подсемейства Prunoideae, которые по разным причинам трудно получить;
- представителей редких видов или уникальные формы полиморфных видов.

Заключение

Таким образом, для эффективного сохранения интродуцированных образцов дикорастущих видов родов *Prunus* L., *Armeniaca* Scop., *Cerasus* Mill., *Microcerasus* Webb. et Berthel., *Louisaenia* Carr., *Padus* Mill., *Persica* Mill., *Amygdalus* L. (Prunoideae, Rosaceae) в условиях *ex situ* целесообразно культивировать растения в кадочной культуре в оранжерее или по технологии «бордюр» с учетом их биологических особенностей, сформированных в природных ареалах. Это предусматривает использование корнесобственных растений или привитых на подвоях различной силы роста в зависимости от жизненной формы, мощности развития образца, засухоустойчивости и зимостойкости, требований к почве и рельефу местности, задач, стоящих перед исследователями и т. д.

Рекомендуемые схемы загущенной посадки значительно уменьшают площадь, занимаемую под одинаковым количеством растений в коллекционной посадке, существенно снижают энерго- и трудозатраты на технологических работах по уходу за растениями.

Работа выполнена в рамках государственного задания согласно бюджетным проектам ВИР по теме № 0662-2020-0004 «Коллекции ВИР вегетативно размножаемых культур (картофель, плодовые, ягодные, декоративные, виноград) и их диких родичей – изучение и рациональное использование».

The work was done within the framework of the State Task according to the theme plan of VIR, Project No. 0662-2020-0004 "Collections of vegetatively propagated crops (potato, fruit, berry and ornamental crops, grapes) and their wild relatives at VIR: studying and sustainable utilization".

References / Литература

- Asadulaev Z.M., Anatov D.M., Osmanov R.M. Apricot in Dagestan. Makhachkala: Academy of Sciences; 2020. [in Russian] (Асадулаев З.М., Анатов Д.М., Османов Р.М. Абрикос в Дагестане. Махачкала: Академия наук; 2020). URL: http://gorbotsad.ru/files/Apricot_in_Dagestan.pdf [дата обращения: 02.03.2021].
- Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity. Fourteenth meeting, 17–29 November 2018, Sharm El Sheikh, Egypt; 2018. [in Russian] (Конференция сторон Конвенции о биологическом разнообразии. Четырнадцатое совещание, 17–29 ноября 2018 г., Шарм-эль-Шейх, Египет; 2018). URL: <https://www.cbd.int/doc/c/da2e/5116/275cb5a98b1ab7a6ac7d2b11/cop-14-12-ru.docx> [дата обращения: 04.02.2021].
- Decision VI/9 of the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity. April 19, 2002. Hague; 2002. [in Russian] (Решение VI/9 Конференции сторон по конвенции о биологическом разнообразии; 19 апреля 2002 г. Гаага; 2002). URL: <https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-06/full/cop-06-dec-ru.pdf> [дата обращения: 04.02.2021].
- Eremin G.V. Collection, study and use of a gene pool of wild species of the genus *Prunus* L. *Fruit Growing and Viticulture of South Russia*. 2015;36(6):14-25. [in Russian] (Еремин Г.В. Сбор, изучение и использование генофонда дикорастущих видов рода *Prunus* L. *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2015;36(6):14-25).
- Eremin G.V. Remote hybridization of stone fruit plants (Otdalennaya gibridizatsiya kostochkovykh plodovykh rasteniy). Moscow: Agropromizdat; 1985. [in Russian] (Еремин Г.В. Отдаленная гибридизация косточковых плодовых растений. Москва: Агрпромиздат; 1985).
- Eremin G.V., Eremin V.G. Use of the genetic diversity of wild *Prunus* L. species in breeding of clonal rootstocks of stone fruit crops. *Proceedings of Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2015;176(4):416-428. [in Russian] (Еремин Г.В., Еремин В.Г. Использование генофонда дикорастущих видов рода *Prunus* L. в селекции клоновых подвоев косточковых культур. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2015;176(4):416-428). DOI: 10.30901/2227-8834-2015-4-416-428
- Eremin G.V., Gasanova T.A. The concept of development and breeding use of stone fruit plant genetic collections (Kontseptsiya sozdaniya i ispolzovaniya v selektsii geneticheskikh kollektiy kostochkovykh plodovykh rasteniy). Krymsk; 2009. [in Russian] (Еремин Г.В., Гасанова Т.А. Концепция создания и использования в селекции генетических коллекций косточковых плодовых растений. Крымск; 2009).

- Eremin G.V., Gasanova T.A., Eremin V.G., Chepinoga I.S. Experience in preserving the genetic diversity of stone fruits using the border hedging technology. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2019;180(2):7-11. [in Russian] (Еремин Г.В., Гасанова Т.А., Еремин В.Г., Чепинога И.С. Опыт хранения генофонда косточковых культур по технологии «бордюр». *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2019;180(2):7-11). DOI: 10.30901/2227-8834-2019-2-7-11
- Eremin G.V., Kovaleva V.V., Chepinoga I.S., Eremin V.G., Sedin A.A. Experience of setting up an orchard to maintain fruit plant diversity by using border planting techniques. *Bulletin of Applied Botany, Genetics and Plant Breeding*. 2007;161:3-6. [in Russian] (Еремин Г.В., Ковалева В.В., Чепинога И.С., Еремин В.Г., Седин А.А. Создание сада хранения генофонда плодовых растений по технологии «бордюр». *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2007;161:3-6).
- Eremin G.V., Podorozhnyi V.N., Eremina O.V. Use of genetic diversity of the genus *Prunus* L. in selection of clonal rootstocks for stone fruit crops and features of their reproduction. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B*. 2017;71(3):173-177. [in Russian] (Еремин Г.В., Подорожный В.Н., Еремина О.В. Использование генофонда рода *Prunus* L. в селекции клоновых подвоев для косточковых культур и особенности их размножения. *Труды Латвийской академии наук. Секция Б*. 2017;71(3):173-177).
- Eremin G.V., Provorchenko A.V., Gavriush V.F., Podorozhnyi V.N., Eremin V.G. Stone fruits. Growing on clone rootstocks and own roots (Kostochkovye kultury. Vyrashchivaniye na klonovykh podvoyalakh i sobstvennykh kornyakh). Rostov-on-Don: Fenix; 2000. [in Russian] (Еремин Г.В., Проворченко А.В., Гавриш В.Ф., Подорожный В.Н., Еремин В.Г. Косточковые культуры. Выращивание на клоновых подвоях и собственных корнях. Ростов-на-Дону: Феникс; 2000).
- Eremin G.V., Semenova L.G., Gasanova T.A. Physiological features of the formation of adaptability, productivity and quality of fruits in stone fruit crops in the foothill zone of the North-West Caucasus (Fiziologicheskiye osobennosti formirovaniya adaptivnosti, produktivnosti i kachestva plodov u kostochkovykh kultur v predgornoy zone Severo-Zapadnogo Kavkaza). Maikop; 2008. [in Russian] (Еремин Г.В., Семенова Л.Г., Гасанова Т.А. Физиологические особенности формирования адаптивности, продуктивности и качества плодов у косточковых культур в предгорной зоне Северо-Западного Кавказа. Майкоп; 2008).
- Forsline P.L., Towill L.E., Waddell J.W., Stushnoff C., Lamboy W.F., McFerson J.R. Recovery and longevity of cryopreserved dormant apple buds. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 1998;123(3):365-370. DOI: 10.21273/JASHS.123.3.365
- Goldschmidt E.E. The evolution of fruit tree productivity: a review. *Economic Botany*. 2013;67(1):51-62. DOI: 10.1007/s12231-012-9219-y
- Kovalev N.V. Apricot (Abrikos). Moscow: Selkhozizdat; 1963. [in Russian] (Ковалев Н.В. Абрикос. Москва: Сельхозиздат; 1963).
- Mosella-Chancel L., Macheix J.J., Jonard R. Les conditions du microbouturage in vitro du pêcher (*Prunus persica* Batsch): influences combinées des substances de croissance et de divers composés phénoliques. *Physiologie Végétale*. 1980;18:597-608. [in French]
- Richter A.I., Richter V.A., Richter An.A. Creation of varieties and industrial orchards of almonds. The scientific heritage of Professor A.A. Richter: monograph (Sozdaniye sortov i promyshlennykh sadov mindalya. Nauchnoye naslediyе professora A. A. Rikhtera: monografiya). Simferopol: ARIAL; 2020. [in Russian] (Рихтер Ал.А., Рихтер В.А., Рихтер Ан.А. Создание сортов и промышленных садов миндаля. Научное наследие профессора А. А. Рихтера: монография. Симферополь: АРИАЛ; 2020).
- Vavilov N.I. Wild relatives of fruit trees in the Asian part of the USSR and the Caucasus and the problem of the origin of fruit trees (Dikiye rodichi plodovykh derevyev aziatskoy chasti SSSR i Kavkaza i problema proiskhozhdeniya plodovykh derevyev). *Bulletin of Applied Botany, of Genetics and Plant Breeding*. 1931;26:85-107. [in Russian] (Вавилов Н.И. Дикие родичи плодовых деревьев азиатской части СССР и Кавказа и проблема происхождения плодовых деревьев. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 1931;26:85-107).
- Vitkovsky V.L. Fruit plants of the world (Plodovye rasteniya mira). St. Petersburg; Moscow; Krasnodar: Lan; 2003. [in Russian] (Витковский В.Л. Плодовые растения мира. Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань; 2003).
- Yushev A.A., Sorokin N.A., Tikhonova O.A., Orlova S.Yu., Kislin E.N., Radchenko O.E., Pupkova N.A., Shlyavas A.V. The collection of fruit and berry plant genetic resources: preservation, replenishment, and study. Guidelines (Kollektsiya geneticheskikh resursov plodovykh i yagodnykh rasteniy: sokhraneniye, popolneniye, izucheniye. Metodicheskiye ukazaniya). A.A. Yushev, I.G. Chukhina (eds). St. Petersburg: VIR; 2016. [in Russian] (Юшев А. А., Сорокин Н. А., Тихонова О. А., Орлова С. Ю., Кислин Е. Н., Радченко О. Е., Пупкова Н. А., Шлявас А. В. Коллекция генетических ресурсов плодовых и ягодных растений: сохранение, пополнение, изучение. Методические указания / под ред. А.А. Юшева, И.Г. Чухиной). Санкт-Петербург: ВИР; 2016).
- Zhukovsky P.M. World plant genetic diversity for breeding. Megacenters and endemic microgene centers (Mirovoy genofond rasteniy dlya selektsii. Megatsentry i endemichnye microgensentry) Leningrad: Nauka; 1970. [in Russian] (Жуковский П.М. Мировой генофонд растений для селекций. Мегацентры и эндемичные микрогенцентры. Ленинград: Наука; 1970).

Прозрачность финансовой деятельности / The transparency of financial activities

Авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

The authors declare the absence of any financial interest in the materials or methods presented.

Для цитирования / How to cite this article

Еремин Г.В., Еремин В.Г., Чепинога И.С., Гасанова Т.А. Особенности сохранения генофонда дикорастущих видов косточковых культур *ex situ*. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2021;182(3):12-19. DOI: 10.30901/2227-8834-2021-3-12-19

Eremin G.V., Eremin V.G., Chepinoga I.S., Gasanova T.A. Genetic diversity of wild stone fruit species: specific aspects of *ex situ* conservation. Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding. 2021;182(3):12-19. DOI: 10.30901/2227-8834-2021-3-12-19

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы / The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work

Дополнительная информация / Additional information

Полные данные этой статьи доступны / Extended data is available for this paper at <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2021-3-12-19>

Мнение журнала нейтрально к изложенным материалам, авторам и их месту работы / The journal's opinion is neutral to the presented materials, the authors, and their employer

Авторы одобрили рукопись / The authors approved the manuscript

Конфликт интересов отсутствует / No conflict of interest

ORCID

Eremin G.V. <https://orcid.org/0000-0001-9242-6786>

Eremin V.G. <https://orcid.org/0000-0001-8031-5560>

Chepinoga I. S. <https://orcid.org/0000-0001-7215-9908>

Gasanova T.A. <https://orcid.org/0000-0002-7487-999x>