

Научная статья

УДК: 634.551:631.529:631.526.1/4(470.62)

DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-103-112



Интродукция и изучение видового полиморфизма миндаля в генофонде Крымской опытно-селекционной станции – филиала ВИР на этапе предварительной селекции

И. С. Чепинога

Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, Крымская опытно-селекционная станция – филиал ВИР, Крымск, Россия

Автор, ответственный за переписку: Ирина Семеновна Чепинога, kross67@mail.ru

Приведены результаты мобилизации экспедициями ВИР видов и сортов миндаля по югу России, Закавказью, Средней Азии, а также интродукции из НИУ ближнего и дальнего зарубежья. Обсуждены современные тенденции и пути обновления и увеличения производства отечественного миндального ядра на основе создания сортов, имеющих преимущества по адаптивности, продуктивности, качеству ядра, отличающихся быстрой окупаемостью. Все это возможно достичь, изучая генофонд как сортов, в том числе мировой селекции, так и дикорастущих форм миндаля, которые отличаются огромным полиморфизмом селекционно значимых признаков, приобретенных в процессе формообразования в разных генцентрах происхождения культурных растений.

В результате аналитической селекции выделены комплексные источники устойчивости к абиотическим факторам: 'Виктория' (к-42684), 'Метеор' (к-42683), 'Десертный' (к-43550), Ай-Дере №4 (к-42676), Ай-Дере №5 (к-42677), Колод 6 (к-42709), Подвойный 205 (к-42678), 'Tuono' (к-49598), Ferraduel × Tuono (к-43561). Рекомендованы к использованию в целенаправленных селекционных программах по созданию новых конкурентоспособных сортов миндаля для интенсивного садоводства источники сдержанного типа роста, компактной кроны и ранних сроков созревания: Ferraduel × Tuono, 'Monterey' (к-49538), элита 1-18-2 (к-42679), элита 2-40 (к-42680), сеянец миндаля Калмыкова 1-1 (к-42711); урожайности и качества косточки (ядра) миндаля: Ferraduel × Tuono, 'Monterey', 'Виктория', 'Метеор', 'Миндальный' (к-42682), 'Ferragness' (к-42696), 'Tuono', 'Karmeil' (к-49540), элита 2-40, элита 1-18-2, сеянец миндаля Калмыкова 1-1; повышенного содержания масла в семени (ядре) – элита 13-37 (к-42681); ценного жирнокислотного состава (по содержанию ненасыщенных жирных кислот): сорт 'Виктория', элита 1-18-2, элита 2-40, миндаль бухарский Колод 5 (к-42708).

Ключевые слова: генетическая коллекция, экспедиция, источники ценных признаков, зимостойкость, засухоустойчивость, урожайность, слабороствость, качество ядра (косточки)

Благодарности: работа выполнена в рамках государственного задания согласно тематическому плану ВИР по проекту № 0481-2022-0004 «Совершенствование подходов и методов *ex situ* сохранения идентифицированного генофонда вегетативно размножаемых культур и их диких родичей, разработка технологий их эффективного использования в селекции».

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Для цитирования: Чепинога И.С. Интродукция и изучение видового полиморфизма миндаля в генофонде Крымской опытно-селекционной станции – филиала ВИР на этапе предварительной селекции. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2022;183(2):103-112. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-103-112

Original article

DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-103-112

Introduction and studying of the species polymorphism in the almond genetic diversity preserved at Krymsk Experiment Breeding Station of VIR in the prebreeding stage

Irina S. Chepinoga

*N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, Krymsk Experiment Breeding Station of VIR, Krymsk, Russia***Corresponding author:** Irina S. Chepinoga, kross67@mail.ru

Modern trends and ways of resuming and increasing the production of domestic almond kernels based on the development of cultivars that have advantages in adaptability, productivity, and kernel quality, and are distinguished for a quick payback are discussed. The results of VIR's expeditions that collected almond species and varieties in Southern Russia, the Transcaucasus, and Central Asia are presented. Almonds introduced from foreign research institutions are also described.

Analytical selection helped to identify complex sources of resistance to abiotic factors: 'Victoria' (k-42684), 'Meteor' (k-42683), 'Dessertny' (k-43550), Ai-Dere No.4 (k-42676), Ai-Dere No.5 (k-42677), Kolod 6 (k-42709), Podvoyny 205 (k-42678), 'Tuono' (k-49598), and Ferraduel × Tuono (k-43561). Promising source material is recommended for targeted development of new competitive almond cultivars for intensive horticulture, including sources of restrained growth type, compact crown, and earliness: Ferraduel × Tuono, 'Monterey' (k-49538), elite 1-18-2 (k-42679), elite 2-40 (k-42680), and Kalmykov's almond seedling 1-1 (k-42711); of productivity and almond kernel quality: Ferraduel × Tuono, 'Monterey', 'Victoria', 'Meteor', 'Mindalny' (k-42682), 'Ferragness' (k-42696), 'Tuono', 'Karmeil' (k-49540), elite 1-18-2, and Kalmykov's almond seedling 1-1; of high oil content in kernels: elite 13-37 (k-42681); and of valuable fatty acid composition (according to the content of unsaturated fatty acids): cv. 'Victoria', elites 1-18-2 and 2-40, and Kolod 5 (k-42708).

Keywords: genetic collection, expedition, sources of valuable traits, winter hardiness, drought tolerance, productivity, restrained growth, kernel quality

Acknowledgements: the research was performed within the framework of the state task according to the theme plan of VIR, Project No. 0481-2022-0004 "Improving the approaches and methods for *ex situ* conservation of the identified genetic diversity of vegetatively propagated crops and their wild relatives, and development of technologies for their effective utilization in plant breeding".

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

For citation: Chepinoga I.S. Introduction and studying of the species polymorphism in the almond genetic diversity preserved at Krymsk Experiment Breeding Station of VIR in the prebreeding stage. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2022;183(2):103-112. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-103-112

Введение

Миндаль – ценная орехоплодная культура. Миндальное ядро используется фармацевтической и кондитерской промышленностью, а также вследствие своих вкусовых и ценных питательных свойств очень популярно у населения, обеспечивая разнообразие продуктов питания практически весь год. Миндаль относится к подроду *Amygdalus* (L.) Focke рода *Prunus* L. (Prunoideae Focke, Rosaceae Juss.). Плод миндаля – костянка с твердым эндокарпием и сухим несъедобным мезокарпием, в отличие от сочного съедобного околоплодника других видов косточковых. Мировое потребление ядра миндаля – семени, очищенного от эндокарпия («скорлупы», «косточки») – по данным информационного отраслевого портала <http://givemebid.com/mindal-greckie-orexi-fistashki-ssha-obzor-i-perspektivy/> (GiveMeBid..., 2019) – в период с 2007 по 2016 г. выросло с 0,9 до 1,3 млн т. Среднегодовой темп роста потребления миндаля в мире за вышеназванный период составил +3,9%. По прогнозу, совокупный среднегодовой темп роста до 2025 г. сохранится на уровне +2,8%, что позволит нарастить объем рынка до 1,68 млн т.

В России миндальный орех в промышленных масштабах не производится. Но в южном регионе, с целью повышения продовольственной безопасности и импортозамещения, возможно культивирование миндаля в наиболее благоприятных микрорайонах Северного Кавказа: в Краснодарском крае – в Анапо-Таманской зоне, в Дагестане, Северной Осетии – Алании, Кабардино-Балкарии, в Ставропольском крае – от Георгиевска до Ессентуков, а также в Крыму (Richter et al., 1972; Richter et al., 1983). Однако в этих регионах погодные условия, особенно зимнего периода, отличаются неустойчивостью, обусловленной как географическим положением, так и, в том числе, «глобальным» изменением климата. Возобновление и расширение производства отечественного миндального ядра вызывает необходимость изменения стратегии и тактики в селекции нового поколения адаптивных и продуктивных сортов с высокой степенью реализации биологического потенциала в экстремальных условиях среды.

Для решения задач, поставленных перед селекционерами, требуется вовлечение в селекционные программы новых доноров и источников. В связи с этим возрастает значимость проведения аналитической (предварительной) селекции. Успешное решение селекционных задач по совершенствованию сортифта неразрывно связано с расширением генетического разнообразия исходного материала и углубленным его изучением. В целях совмещения в генотипе комплекса заданных признаков: высокой устойчивости к абиотическим стрессорам, продуктивности и качества плодов приоритетным направлением является мобилизация генетических ресурсов, отличающихся большим разнообразием хозяйственно полезных признаков. Этой проблеме большое значение придавал Н. И. Вавилов (Vavilov, 1931). К тому же процесс формообразования у всех родов косточковых продолжается и в настоящее время (Eremin, 1985), поэтому остается важным привлечение видовых форм миндаля из их природных популяций. Сотрудниками Федерального исследовательского центра Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР) проведена огромная работа по сбору и изучению генофонда косточковых растений, в том числе и видов подрода *Amygdalus* (Yeremin et al., 2007), в связи с использованием их в селекции. Коллекция видовобразцов и сортов миндаля в настоящее время представлена более чем

120 генотипами и постоянно пополняется, а наиболее ценные и адаптивные образцы поддерживаются в живом виде в саду хранения (Eremin, 2008).

Материалы и методы

Исследования проводились на Крымской опытно-селекционной станции (КОСС) – филиале ВИР, расположенной в западной подзоне предгорной зоны Краснодарского края.

Объекты исследований – 30 сортов и элит миндаля обыкновенного *P. dulcis* (Mill.) D.A. Webb. (syn. *P. amygdalus* Batsch), 92 видовых образца миндаля бухарского *P. bucharica* (Korsh.) B. Fedtsch. ex Rehder, м. Фенцля *P. fenzliana* (Fritsch) Lipsky, м. низкого (или степного, или карликового, или бобовника) *P. tenella* Batsch и м. Петунникова *P. petunnicovii* (Litv.) Rehder. Сорта и формы, привитые на клоновых подвоях, произрастают в саду хранения на богаре, схема размещения – 4,0 × 1,0 м. Почвы серые лесные.

Генотипы миндаля оценивались по основным признакам адаптивности к абиотическим факторам среды: фенофазам весенне-летнего развития, морозостойкости цветковых почек, жаростойкости и засухоустойчивости в полевых и лабораторных условиях (Nen'ko, 2012). Изучались морфологические, органолептические качества плода миндаля по общепринятым методикам (Sedov, Ogoltsova, 1999). Исследования проводились в течение более 40 лет.

Результаты и обсуждение

В переднеазиатском и среднеазиатском генцентрах сосредоточено видовое разнообразие подрода Миндаль, здесь произрастают дикие виды, которые наиболее зимостойки, засухоустойчивы по сравнению с миндалем обыкновенным. Все экспедиции (рис. 1) проводились с целью привлечения генотипов, наиболее устойчивых к экстремальным условиям произрастания, с выдающимися морфобиологическими качествами (табл. 1). Одна из первых экспедиций для обследования популяций и привлечения адаптивных генотипов дикорастущих видов миндаля была направлена в 1974 г. в ущелья Ай-Дере и Кауры Гюль хребта Копетдаг Туркмено-Хорасанских гор Иранского нагорья, в которой отобрано две формы миндаля обыкновенного.

В этом же году была организована экспедиция на Южное Закавказье, в ущелье Амберд и урочище Кюча-Гюнч (Армения). На высоте около 1500–2000 м н. у. м. на каменистых склонах гор были собраны листья для гербария и косточки 4 форм миндаля Фенцля, из которых получены сеянцы; они впоследствии были размножены вегетативно и закреплены как видовобразцы в генофонде станции. На территории Восточно-Европейской равнины в бассейне реки Южный Буг (Украина) были отобраны образцы самого зимостойкого вида – миндаля низкого (рис. 2).

Направленная в лесостепные районы Среднего Поволжья и Волгоградского Заволжья в 1980 г. экспедиция определила обширный ареал миндаля низкого (бобовника) и большую изменчивость его морфотипов. Данный вид миндаля отличается устойчивостью к абиотическим стрессорам вследствие более суровых условий произрастания. При экспедиционных обследованиях берегов р. Волги собраны ценные по адаптивности образцы миндаля у населенных пунктов Камышин, Первомайск, Луганск, Родники, Иловатка, Калач.



- | | |
|--|-----------------------|
| ▲ – Закарпатье | ▩ – Западный Копетдаг |
| ▼ – Южный Урал | ▨ – Западный Памир |
| ◆ – полуостров Крым | ⊗ – Южное Закавказье |
| ▤ – Северный Кавказ | ▧ – Северный Кавказ |
| ⌘ – Среднее Поволжье, Волгоградское Заволжье | |

Рис. 1. Экспедиции Крымской опытно-селекционной станции – филиала ВИР с целью сбора генофонда миндаля

Fig. 1. Expeditions launched by Krymsk Experiment Breeding Station of VIR to collect almond genetic diversity

Таблица 1. Результаты экспедиционных обследований с целью мобилизации видов миндаля в генофонд Крымской опытно-селекционной станции – филиала ВИР

Table 1. Results of plant explorations aimed at mobilization of almond species to the genetic diversity preserved at Krymsk Experiment Breeding Station of VIR

Районы экспедиции	Год	Вид	Мобилизовано образцов
Западный Копетдаг	1974	м. обыкновенный	2
Южное Закавказье	1974	м. Фенцля	4
		м. низкий	4
Закарпатье	1973	м. низкий	6
Северный Тянь-Шань	1979	м. низкий м. Петунникова	5 4
Среднее Поволжье, Волгоградское Заволжье	1980	м. низкий	49
Южный Урал	1980	м. низкий	7
Северный Кавказ	1980	м. низкий	5
Западный Памир	1982	м. бухарский	8
Западный Копетдаг	1983	м. бухарский	4
Южное Закавказье	1983	м. Фенцля м. низкий	10 10
Нижнее Поволжье	2017	м. низкий	7
Полуостров Крым	2018	м. обыкновенный	1
Северный Кавказ	2019	м. Фенцля м. низкий	5 5
Итого:		видов – 5	образцов – 136



Рис. 2. Экспедиция сотрудников ВИР в Закарпатье, 1973

(слева направо: Г. В. Еремин, Е. В. Гарковенко, Е. В. Еремина, В. Г. Еремин, В. Л. Витковский; фото Ю. А. Гнездилова)

Fig. 2. The collecting expedition of VIR's employees to Transcarpathia, 1973

(from left to right: G. V. Eremin, E. V. Garkovenko, E. V. Eremina, V. G. Eremin and V. L. Vitkovsky; photo by Yu. A. Gnezdilov)

В 1982 г. в экспедиции по Памиру (Центральный Таджикистан) собраны произрастающие в экстремальных погодных условиях формы миндаля бухарского на плато Шахринав, в окрестностях кишлаков Колод, Кавлuch, Обитера (рис. 3).

Две экспедиции по сбору ценных экологически пластичных видовых форм миндаля были направлены в 1977 и 1987 г. в Закавказье в ущелья Воротан, Амберд, в урочище Кюча Гюнч (Армения) и в окрестности г. Шабубуз (Азербайджан), где были привлечены образцы миндаля низкого и Фенцля (рис. 4).

После длительного перерыва в 2017–2019 гг. проведены экспедиции в Нижнее Поволжье, Закавказье и на полуостров Крым. При обследовании популяций миндаля низкого и Фенцля было вовлечено 18 форм, в том числе крупноплодный дикий сеянец миндаля обыкновенного.

Большую долю в генофонде миндаля Крымской ОСС ВИР составляют интродуцированные из научно-исследовательских учреждений генотипы, ценные как по качеству косточки, так и по адаптивности к биотическим и абиотическим стрессорам (табл. 2). В 1960–1980 гг. –



Рис. 3. Экспедиционное обследование Западного Памира, 1982

(слева направо: 1, 2, 4 – проводники, сотрудники Туркменской опытной станции ВИР, 3 – Г. В. Еремин, 5 – В. Г. Еремин; фото сотрудника Туркменской опытной станции ВИР)

Fig. 3. The collecting expedition to the Western Pamir Mountains, 1982

(from left to right: 1, 2 and 4 – guides from the Turkmen Experiment Station of VIR, 3 – G. V. Eremin, 5 – V. G. Eremin; photo by an employee of the Turkmen Experiment Station of VIR)



Рис. 4. Экспедиционное обследование Южного Закавказья, 1983

(слева направо: 1 – А. А. Довгаль, 2 – А. С. Гасанов, 3 – Г. В. Еремин, 4 – В. Г. Еремин, 5, 6, 9, 10 – сотрудники Армянского НИИ виноградарства, виноделия и плодородства, 7 – В. М. Гарковенко, 8 – А. В. Исачкин; фото сотрудника Армянского НИИ виноградарства, виноделия и плодородства)

Fig. 4. The collecting expedition to the Southern Caucasus, 1983

(from left to right: 1 – A. A. Dovgal, 2 – A. S. Gasanov, 3 – G. V. Eremin, 4 – V. G. Eremin, 5, 6, 9 and 10 – employees of the Armenian Research Institute of Viticulture, Winemaking and Fruit Growing, 7 – V. M. Garkovenko, 8 – A. V. Isachkin; photo by an employee of the Armenian Research Institute of Viticulture, Winemaking and Fruit Growing)

Таблица 2. Состав генотипов в коллекции миндаля, интродуцированных из НИИ и других учреждений на Крымскую опытно-селекционную станцию – филиал ВИР

Table 2. The composition of genotypes in the collection of almonds introduced from research and other institutions to Krymsk Experiment Breeding Station of VIR

Научно-исследовательское учреждение, страна	Годы интродукции	Вид	Количество генотипов
Ботанический сад, г. Ташкент	1968	м. низкий	2
	1969	м. низкий	1
Ботанический сад, г. Фрунзе	1973	м. бухарский	3
Ботанический сад, г. Душанбе	1974	м. Фенция (спонтанный гибрид с м. обыкновенным)	2
		м. бухарский (спонтанный гибрид с м. обыкновенным)	3
		м. низкий	3
Ботанический сад, г. Грозный	1975	м. низкий	5
Туркменская ОС ВИР	1974	м. обыкновенный (спонтанный гибрид м. обыкновенного)	2
Бостандыкское опытное поле	1968	м. обыкновенный (спонтанный гибрид м. обыкновенного)	2
НИИ садоводства, виноградарства и виноделия, Молдова	1968	м. обыкновенный	3
	1974	м. обыкновенный	4
Государственный Никитский ботанический сад, Россия	1991	м. обыкновенный	7
СКЗНИИСВВ, Россия	2000	м. обыкновенный	1
Испания	2000	м. обыкновенный	5
НИИ садоводства, Алтайский край, Россия	2013	м. низкий	2
США	2014	м. обыкновенный	5
		м. низкий	5
Узбекский НИИ садоводства, г. Ташкент	2016	м. обыкновенный	7
Итого:			62

это ботанические сады городов Ташкента, Душанбе, Фрунзе, Тбилиси, Грозного, а также Туркменская опытная станция ВИР, Узбекский НИИ садоводства. Особенно ценны сорта и элиты миндаля, привлеченные из Молдавского НИИ садоводства виноградарства и виноделия и Государственного Никитского ботанического сада (ныне ФГБУН Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН).

Видовые формы миндаля в работах большинства исследователей (Denisov, 1982; Sharifov, 1981) описаны только в естественных местообитаниях. Для выявления изменчивости внутри вида необходимо сравнительное изучение форм в идентичных условиях одного участка. К тому же первый этап в программах по совершенствованию сортимента неразрывно связан с комплексной оценкой генетического потенциала помологических и видовых коллекций по важнейшим селекционно ценным признакам и выделению нового поколения доноров и источников.

Миндаль обыкновенный, сформировавшийся как вид в Среднеазиатском генцентре, отличается невысокой зимостойкостью вследствие короткого периода покоя. Раннее развитие генеративных почек и цветение приводит к повреждению их морозами во второй половине зимы и весенними возвратными заморозками. В результате изучения формового разнообразия генофонда видов миндаля выделены источники позднего цветения, почки и цветы которых реже подвержены повреждению возвратными заморозками – сорта и элиты миндаля обыкновенного: 'Виктория' (к-42684), 'Метеор' (к-42683), 2-40 (к-42680), 'Tuono' (к-49598), Ferraduel × Tuono (к-43561), 'Monterey' (к-42679), 'Karmel' (к-49540), генотипы видов миндаля бухарского и его гибридов с миндалем обыкновенным – Ай-Дере №4 (к-42676), Ай-Дере №5 (к-42677), Кавлук 2 (к-42699), Колод 6 (к-42709) (табл. 3). Все образцы миндаля низкого и Петунникова в связи с поздними сроками цветения могут стать источниками адаптивности к неблагоприятным весенним условиям – позднеле-

Таблица 3. Источники хозяйственно ценных признаков миндаля

Table. 3. Sources of useful agronomic traits among almonds

Признак	Генотип
Поздние сроки цветения	миндаль обыкновенный: Виктория, 2-40, Метеор, Tuono, Ferraduel × Tuono, Monterey, Karneil; м. бухарский и его гибриды: Ай-Дере №4, Ай-Дере №5, Кавлuch 2, Колод 6; образцы миндалей низкого и Петунникова
Ранние сроки созревания	м. обыкновенный: элиты 1-18-2, 2-40; м. бухарский: Обитера 13 (к-42705), ШН-11 (к-43555); м. Фенцля: № 073145 (к-42716), № 073151 (к-42720); м. низкий: Гори 6 (к-42786), Калач 8 (к-42749), Луганское 4 (к-42755); м. Петунникова: Чемал 1 (к-45342)
Морозостойкость	м. обыкновенный: Подвойный 205, Виктория, Метеор, элита 2-40, Monterey; м. бухарский: Колод 5, Колод 6, Кавлuch 2
Засухоустойчивость	м. обыкновенный: № 62, Виктория, Десертный, Степной (к-42690);
Сдержанный тип роста	м. обыкновенный: Ferraduel × Tuono, Monterey, элита 1-18-2; м. обыкновенный × м. бухарский: сеянец миндаля Калмыкова 1-1
Урожайность	м. обыкновенный: Миндальный, Виктория, Метеор, элиты 2-40, 1-18-2, Ferraduel × Tuono, Monterey, Ferragness
Качество косточки	м. обыкновенный: сорта Monterey, Karneil, Tuono, элита 1-18-2; м. обыкновенный × м. бухарский: сеянец миндаля Калмыкова 1-1
Высокое содержание и качество масла	м. обыкновенный: Миндальный, элиты РИ 13-37, 1-18-2, 2-40; м. обыкновенный × миндаль бухарский: Колод 6, сеянец миндаля Калмыкова 1-1
Высокие вкусовые качества	м. обыкновенный: элита 1-18-2, Ferraduel × Tuono, Karneil

Примечание: в таблице указаны номера каталога образцов, которые не встречаются в тексте статьи

Note: the table shows catalogue numbers of accessions that are not mentioned in the text

сенним заморозкам, но в этом случае для повышения качества продукции могут потребоваться многочисленные насыщающие скрещивания с сортами миндаля обыкновенного с высоким качеством косточки.

В состоянии глубокого покоя цветковые почки всех видов миндаля выдерживают низкие температуры до минус 22–24°C. Повреждения цветковых почек зимними критическими морозами после выхода сортов миндаля из периода покоя часто приносит большой вред урожаю. Многолетние наблюдения за повреждением цветковых почек критическими температурами в зимний период в естественных и контролируемых условиях после выхода из покоя с закалкой и без закалики позволило выделить как источники морозоустойчивости по всем четырем компонентам зимостойкости генотипы: миндаля низкого, а также миндаль бухарский Колод 6 и миндаль гибридный Подвойный 205 (к-42678). Данные генотипы в качестве источников целесообразно включать в селекционные программы на повышение зимостойкости сортов миндаля.

Один из ценных признаков для культуры миндаля – раннее созревание. В летние месяцы для сбора урожая условия наиболее благоприятные. К тому же период уборки за счет «конвейера» сортов со сроками созревания от очень ранних до очень поздних значительно удлиняется. Генотипы миндаля обыкновенного – 1-18-2 (к-

42679), 2-40 и все видовые образцы миндаля (бухарского, Фенцля, низкого, Петунникова) являются источниками этого ценного признака.

Наблюдающиеся в последние годы на юге России в летний период жесточайшие засухи вызывают необходимость подбора адаптированных к дефициту влаги сортов миндаля. В генофонде Крымской ОСС ВИР в результате обследования в полевых условиях и лабораторных опытов выделены источники засухоустойчивости (общая оводненность, низкий водный дефицит, наименьшая потеря воды листьями): миндаль обыкновенный № 62 (к-42674), 'Десертный' (к-43550), 'Степной' (к-42690) (Chepinoga, Gasanova, 2016).

В связи с интенсификацией садоводства к новым сортам предъявляется ряд требований; наибольший интерес представляют сорта со сдержанным ростом и компактной кроной. Наиболее слаборослые генотипы с высотой растений 2,4–2,7 м и компактной кроной выделены как источники среди генотипов миндаля обыкновенного – Ferraduel × Tuono, 'Monterey' (к-49538), элиты: сеянец миндаля Калмыкова 1-1 (к-42711) и 1-18-2.

Урожайность сорта относится к наиболее важным хозяйственно ценным показателям. По сортам в условиях западной подзоны предгорной зоны Краснодарского края урожай с одного дерева варьирует от 5 до 30 кг косточки. Наиболее стабильно высокое плодono-

шение растений миндаля на клоновых подвоях отмечено у генотипов: 'Monterey', Ferraduel × Tuono, 'Ferragness' (к-42696), 'Виктория', 'Метеор', 'Миндальный' (к-42682), элиты 1-18-2, 2-40, что свидетельствует об их хорошей адаптивности к условиям произрастания и перспективности их в качестве источников высокой и стабильной урожайности для селекционных программ (рис. 5).



Миндальный



Monterey

Рис. 5. Плоды миндаля обыкновенного сортов 'Миндальный' и 'Monterey', Крымская опытно-селекционная станция – филиал ВИР, 2019 (фото И. С. Чепинога)

Fig. 5. Fruits of the common almond cultivars 'Mindalny' and 'Monterey', Krymsk Experiment Breeding Station of VIR, 2019 (photo by I. S. Chepinoga)

Сочетание лучших хозяйственно ценных признаков косточки и семени миндаля в сорте имеет большое значение для производства товарной продукции. По требованиям, предъявляемым к плодам миндаля, выделяются наиболее ценные источники: по массе семени 0,9 г и более и выходу семян более 40% от массы косточки – 'Monterey', Ferraduel × Tuono, 'Karmeil', элита 1-18-2, сеянец миндаля Калмыкова 1-1; повышенного содержания масла в семени – элита 13-37; ценного жирнокислотного состава (по содержанию ненасыщенных жирных кислот) – сорта 'Виктория', 'Миндальный', элиты 1-18-2, 2-40, межвидовой гибрид миндалей обыкновенного и бухарского Колод 6; высоких вкусовых качеств – элита 1-18-2, 'Ferraduel × Tuono', 'Karmeil'.

Выводы

В результате проведенных исследований установлено, что в генофонде Крымской ОСС ВИР сохраняется большое разнообразие ценных для селекционеров сортов и видовых форм миндаля – источников хозяйственно значимых признаков. Возобновление производства

и увеличение площадей под культурой миндаля необходимо проводить сортами, экологически устойчивыми к неблагоприятным условиям среды. Поэтому для пополнения регионального сортимента миндаля адаптивными сортами в селекционные программы рекомендуется включать комплексные источники устойчивости к абиотическим факторам (низким отрицательным и высоким температурам воздуха): 'Виктория' (к-42684), 'Ме-

теор' (к-42683), 'Десертный' (к-43550), Ай-Дере №4 (к-42676), Ай-Дере №5 (к-42677), Колод 6 (к-42709), Подвойный 205 (к-42678), 'Tuono' (к-49598), Ferraduel × Tuono (к-43561).

Особенно перспективны в селекции сортов, пригодных для интенсивного садоводства, источники сдержанного типа роста, компактной кроны растений и ранних сроков созревания плодов: Ferraduel × Tuono (к-43561), 'Monterey' (к-49538), элиты 1-18-2 (к-42679), 2-40 (к-42680), сеянец миндаля Калмыкова 1-1 (к-42711). По урожайности и качеству косточки миндаля выделены источники: Ferraduel × Tuono (к-43561), 'Monterey' (к-49538), 'Виктория' (к-42684), 'Метеор' (к-42683), 'Миндальный' (к-42682), 'Ferragness' (к-42696), 'Karmeil' (к-49540), элита 1-18-2 (к-42679); повышенного содержания масла в семени – элита 13-37 (к-42681); ценного жирнокислотного состава (по содержанию ненасыщенных жирных кислот) – 'Миндальный' (к-42682), 'Виктория' (к-42684), элиты 13-37 (к-42681), 1-18-2 (к-42679), 2-40 (к-42680), миндаль гибридный Колод 6 (к-42709); высоких вкусовых качеств: Ferraduel × Tuono (к-43561), 'Karmeil' (к-49540), элита 1-18-2 (к-42679).

References / Литература

- Chepinoga I.S., Gasanova T.A. Almond wild species as source material for selection on adaptive to abiotic stressors. *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2016;(60):325-330. [in Russian] (Чепинога И.С., Гасанова Т.А. Дикорастущие виды миндаля как исходный материал для селекции на адаптивность к абиотическим стрессорам. *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2016;(60): 325-330).
- Denisov V.P. Distribution and variability of wild almonds of Azerbaijan (Rasprostraneniye i izmenchivost dikorastushchikh mindaley Azerbaydzhana). *Scientific and Technical Bulletin of the N.I. Vavilov All-Union Research Institute of Plant Industry*. 1982;126:39-42. [in Russian] (Денисов В.П. Распространение и изменчивость дикорастущих миндалей Азербайджана. *Научно-технический бюллетень Всесоюзного научно-исследовательского института растениеводства им. Н.И. Вавилова*. 1982;126:39-42).
- 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: Агропромиздат; 1985).
- Eremin G.V. Systematization of stone fruit plants (Sistematika kostochkovykh plodovykh rasteniy). In: *Pomology: In 5 volumes. Vol. 3. Stone fruit crops (Pomologiya: v 5-ti tomakh. T. 3. Kostochkovye kultury)*. Orel; 2008. p.15-20. [in Russian] (Еремин Г.В. Систематика косточковых плодовых растений. В кн.: *Помология в 5-ти томах. Т. 3. Косточковые культуры*. Оре́л; 2008. С.15-20).
- GiveMeBid. Almond, walnut, pistachio (USA): review and prospects (Mindal, gretskiye orekhi, fistashki (SShA): obzor i perspektivy). 2019. [in Russian] (GiveMeBid. Миндаль, грецкие орехи, фисташки (США): обзор и перспективы. 2019). URL: <http://givemebid.com/mindal-greckie-orekhi-fistashki-ssha-obzor-i-perspektivy/> [дата обращения: 15.01.2020].
- Nen'ko N.I., Doroshenko T.N., Gasanova T.A. Physiological methods in adaptive breeding of fruit crops (Fiziologicheskiye metody v adaptivnoy seleksii plodovykh kultur). In: *Modern methodological aspects of the organization of the breeding process in horticulture and viticulture (Sovremennyye metodologicheskiye aspekty organizatsii selektsionnogo protsessu v sadovodstve i vinogradarstve)*. Krasnodar: SKZNIISiV; 2012. p.189-198. [in Russian] (Ненько Н.И., Дорошенко Т.Н., Гасанова Т.А. Физиологические методы в адаптивной селекции плодовых культур. В кн.: *Современные методологические аспекты организации селекционного процесса в садоводстве и виноградарстве*. Краснодар: СКЗНИИСИВ; 2012. С.189-198).
- Richter A.A. Almond (Mindal). In: *Achievements of fruit crop and grapevine breeding (Dostizheniya seleksii plodovykh kultur i vinograda)*. Moscow; 1983. p.169-177. [in Russian] (Рихтер А.А. Миндаль. В кн.: *Достижения селекции плодовых культур и винограда*. Москва; 1983. С.169-177).
- Richter A.A. Almond (Mindal). *Works of the State Nikita Botanical Gardens*. 1972;57:111. [in Russian] (Рихтер А.А. Миндаль. *Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада*. 1972;57:111).
- Sedov E.N., Ogoltsova T.P. (eds). Program and methodology of variety studies for fruit, berry and nut crops (Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kultur). Orel: VNIISPK; 1999. [in Russian] (Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. Оре́л: ВНИИСПК; 1999).
- Sharifov Yu.S. Bukhara almond in the Western Pamir (Mindal bukharskiy na Zapadnom Pamire). *Sadovodstvo = Horticulture*. 1981;11:27. [in Russian] (Шарифов Ю.Ш. Миндаль бухарский на Западном Памире. *Садоводство*. 1981;11:27).
- 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).
- Yeremin G.V., Kovaleva V.V., Chepinoga I.S., Yeremin V.G., Sedin A.A. Experience of setting up an orchard to maintain fruit plant diversity by using border planting technique. *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).

Информация об авторе

Ирина Семеновна Чепинога, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, Крымская опытно-селекционная станция – филиал ВИР, 353384 Россия, Краснодарский край, Крымск, ул. Вавилова, 12, kross67@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7215-9908>

Information about the author

Irina S. Chepinoga, Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher, N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, Krymsk Experiment Breeding Station of VIR, 12 Vavilova St., Krymsk, Krasnodar Territory 353384, Russia, kross67@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7215-9908>

Статья поступила в редакцию 09.07.2020; одобрена после рецензирования 20.04.2022; принята к публикации 03.06.2022.

The article was submitted on 09.07.2020; approved after reviewing on 20.04.2022; accepted for publication on 03.06.2022.