

УДК 635:631.532:58.084.1

UDC 635:631.532:58.084.1

DOI 10.30679/2219-5335-2023-1-79-45-59

DOI 10.30679/2219-5335-2023-1-79-45-59

**ПОИСК И ОЦЕНКА
ПЕРСПЕКТИВНЫХ ФОРМ
ОРЕХА ГРЕЦКОГО В МЕСТНЫХ
СЕМЕННЫХ ПОПУЛЯЦИЯХ
КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ***

**SEARCH AND EVALUATION
OF PERSPECTIVE FORMS
OF THE WALNUT GROWING
ON THE TERRITORY
OF THE KRASNODAR TERRITORY***

Супрун Иван Иванович
канд. биол. наук
заведующий ФНЦ
«Селекции и питомниководства»

Suprun Ivan Ivanovich
Cand. Biol. Sci.
Head of Breeding
and Nursery FSC

Лободина Елена Вадимовна
младший научный сотрудник
селекционно-биотехнологической
лаборатории

Lobodina Elena Vadimovna
Junior Research Associate
of Breeding and Biotechnology
Laboratory

Аль-Накиб Екатерина Аделевна
младший научный сотрудник
селекционно-биотехнологической
лаборатории

Al-Nakib Ekaterina Adelevna
Junior Research Associate
of Breeding and Biotechnology
Laboratory

Авакимян Анастасия Олеговна
младший научный сотрудник
селекционно-биотехнологической
лаборатории

Avakimyan Anastasia Olegovna
Junior Research Associate
of Breeding and Biotechnology
Laboratory

*Федеральное государственное
бюджетное научное учреждение
«Северо-Кавказский федеральный
научный центр садоводства,
виноградарства, виноделия»,
Краснодар, Россия*

*Federal State Budget
Scientific Institution
«North Caucasian Federal
Scientific Center of Horticulture,
Viticulture, Wine-making»,
Krasnodar, Russia*

В связи с интенсификацией садоводства, а также актуальностью вопроса импортозамещения все большее значение приобретает вопрос создания потенциально-урожайных сортов грецкого ореха, способных реализовать свой биологический потенциал продуктивности в условиях Северного Кавказа, так как особо

In connection with the intensification of horticulture, as well as the relevance of the issue of import substitution, the issue of creating potentially high-yielding varieties of walnuts that can realize their biological productivity potential in the conditions of the North Caucasus is becoming

* Исследование выполнено за счет средств гранта Российского научного фонда и Кубанского научного фонда № 22-16-20061

* The research was carried out at the expense of a grant from the Russian Science Foundation and the Kuban Science Foundation No. 22-16-20061

актуальны не только высокая урожайность и ценные характеристики плодов, но и повышенная адаптивность к специфическим экологическим условиям региона. При этом признаки качества плодов все также имеют одно из ключевых значений для конкурентоспособности сорта. В статье представлены результаты исследований по поиску перспективных форм грецкого ореха. В ходе экспедиционных выездов с целью отбора перспективных форм ореха грецкого были выявлены ценные образцы, у которых был отмечен латеральный тип плодоношения и комплекс хозяйственно ценных характеристик плодов. В целом, все 16 отобранных форм ореха грецкого имеют ценность для включения в селекционные программы по разным свойствам (тип плодоношения, урожайность, крупноплодность, важные хозяйственно ценные признаки плодов). Образец Ндж-4 обладает уровнем закладки плодов на боковых побегах до 80 %, что предполагает перспективность его использования в дальнейшей селекционной работе по данному признаку. Формы Крд-2, Крд-3, Пс-13, Дин-5, Дин-10 по комплексу фенотипических характеристик плодов можно считать перспективными. Данные образцы имеют процент выхода ядра, за исключением Крд-3 (43,0 %), более 50 %, хорошую извлекаемость ядра, выполненность ядра и могут быть привлечены в качестве исходных форм в селекционных работах, как источники хозяйственно ценных признаков.

Ключевые слова: ОРЕХ ГРЕЦКИЙ, СЕЛЕКЦИЯ, ПЛОДЫ, ВЫХОД ЯДРА, ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫЕ ПРИЗНАКИ

increasingly important, since not only high yield capacity and valuable characteristics of fruits, but also, the increased adaptability to the specific environmental conditions of the region. At the same time, the signs of fruit quality still have one of the key values for the competitiveness of the variety. The article presents the results of research on the search for promising forms of walnut. In the course of expedition trips in order to select promising forms of walnut, valuable samples were identified, in which the lateral type of fruiting and a complex of economically valuable characteristics of the fruit were noted. In general, all 16 selected walnut forms are valuable for breeding programs for various characteristics (type of fruiting, yield capacity, large-fruitedness, important economically valuable fruit traits). Sample Nj-4 has a level of fruit setting on lateral shoots up to 80 %, which suggests the prospect of its use for breeding purposes for this trait. Forms Krd-2, Krd-3, Ps-13, Din-5, Din-10 can be considered promising in terms of the complex of phenotypic characteristics of fruits. These samples have a percentage of kernel yield, with the exception of Krd-3 (43.0 %), more than 50 %, good kernel extraction, kernel completion and can be used in breeding work as sources of economically valuable traits.

Key words: WALNUT, BREEDING, FRUITS, KERNEL YIELD, ECONOMIC AND VALUABLE FEATURES

Введение. Грецкий орех (*Juglans regia* L.) является одним из самых потребляемых орехов в мире благодаря своей пользе для здоровья и высоким вкусовым характеристикам [1-3]. Он выращивается в коммерческих целях в различных регионах с умеренным климатом Азии, Европы, Северной и Южной Америки, Южной Африки, Австралии и Новой Зеландии.

Китай является ведущим мировым производителем, за которым следуют США, Иран и Турция [4]. В России собственное производство грецкого ореха составляет около 5 % от общего спроса на потребление этой культуры, следовательно, 95 % составляет импорт [5].

Большинство сортов ореха грецкого представлены зарубежной селекцией, которые в силу слабой морозо- и зимостойкости не оправдывают свой биологический потенциал и не способны давать стабильно высокие урожаи, что определяет актуальность исследований, направленных на выведение своих сортов с высокой урожайностью и ценными характеристиками плодов. Такие сорта будут востребованы отечественными производителями и позволят выращивать грецкий орех в зонах, которые ранее считались малопригодными для возделывания этой культуры [6].

Основные цели селекции грецкого ореха направлены на получение высокой урожайности и хорошего качества ядра. Другие характеристики, такие как масса ореха и выход ядра, размер ореха, толщина скорлупы, цвет ядра и легкость удаления ядра, наряду с устойчивостью к биотическим и абиотическим факторам, являются важными задачами селекции грецкого ореха [7-9]. Также наряду с хозяйственно ценными признаками плодов и высокой урожайностью, немаловажное значение имеет фактор позднего распускания почек, чтобы избежать угнетающего действия возвратных весенних заморозков, которые являются одной из наиболее серьезных проблем потери урожая грецких орехов [10].

Важно отметить, что орех грецкий обладает большим генетическим разнообразием, поскольку цветение мужских и женских цветков на одном дереве чаще всего происходит в разное время и оплодотворение происходит пылью других деревьев [11]. Наличие такого генетического разнообразия в местных популяциях увеличивает шансы отбора ценных генотипов, адаптированных к конкретным условиям произрастания, что является

ценным критерием для программ селекции в силу низкой биологической пластичности грецких орехов [12, 13].

В связи с актуальностью исследований по поиску перспективных форм грецкого ореха, работы в данном направлении проводятся многими учеными.

В Иране работы по селекции грецкого ореха были начаты в 1983 году и привели к выпуску шести коммерческих сортов ореха грецкого [14]. В исследованиях иранских ученых было оценено 908 генотипов грецкого ореха, 329 из которых имели ряд положительных хозяйственно ценных признаков, включая массу ореха, массу ядра и процент выхода ядра, которые в дальнейшем могут быть рекомендованы для выращивания, либо использованы в качестве родителей при селекции ореха [15].

Биоразнообразие грецкого ореха использовалось в селекционных исследованиях для получения превосходных сортов грецкого ореха в Румынии [16, 17]. В Венгрии сообщается о регистрации сортов как из местной популяции насаждений ореха грецкого, так и полученных путем скрещиваний с сортами интродуцентами из США [18].

В своей работе ученые из Беларуси выявили 6 перспективных форм ореха грецкого, которые обладают высоким уровнем зимостойкости в условиях центральной зоны Республики Беларусь и комплексом хозяйственно ценных признаков, включая устойчивость к бурой пятнистости *Marssonia juglandis* (Lib.) [19].

Учеными из научного центра ФГБНУ СКФНЦСВВ также активно ведутся работы по поиску и оценке перспективных форм грецкого ореха [20-22] и созданию сортов [23].

Исследования по поиску перспективных форм грецкого ореха как один из этапов селекционного процесса актуальны и согласуются с требованиями эколого-адаптивного интенсивного садоводства, целью которого

является получение климатически адаптивного высокоурожайного сорта с высокими помологическими характеристиками.

Объекты и методы исследований. Исследования по поиску перспективных форм проводили на территории Краснодарского края. Объектами исследований являлись 16 образцов грецкого ореха, которые были обнаружены в ходе экспедиционных выездов в местных популяциях в следующих локациях на территории Краснодарского края: ст. Брюховецкая, ст. Платнировская, ст. Пластуновская, ст. Динская, ст. Ярославская, пос. Псебай, ст. Новоджерелиевская, г. Краснодар.

Полевые наблюдения и учеты хозяйственно ценных признаков осуществляли согласно «Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [24].

С использованием дескрипторов UPOV [25] описали физические свойства орехов и ядер грецкого ореха. Эти свойства включают, среди прочего, вес и размеры орехов и ядер, выход ядра, форму и толщину скорлупы. Цвет ядра также является критерием качества грецкого ореха, при этом предпочтение отдается светло-желтым ядрам [26].

Потенциальную урожайность исследуемых образцов рассчитывали, используя формулу, описанную в работе [27].

Обсуждение результатов. Отбор перспективных форм грецкого ореха на территории Краснодарского края осуществляли путем экспедиционных выездов, обращая внимание на следующие параметры: общая нагрузка плодами, наличие мезотонического ветвления и латерального плодоношения (рис. 1, 2). Проводилась также и предварительная оценка качества плодов по показателю «извлекаемость ядра из скорлупы». Наряду с этим, одной из задач был поиск крупноплодных форм с массой плода более 15 грамм.



Рис. 1. Латеральное плодоношение изучаемой формы грецкого ореха Ндж-4



Рис. 2. Латеральное плодоношение изучаемой формы грецкого ореха Ндж-3

На рисунках 1 и 2 красными стрелками отмечены плодовые побеги, которые развились из боковых почек приростов прошлого года, что является признаком латерального плодоношения. Образцы Ндж-3 и Ндж-4 обладают уровнем закладки плодов на боковых побегах до 80 %, что предполагает перспективность их использования в селекционных программах как ценный источник данного признака. Близкий к образцам Ндж-3 и Ндж-4 уровень закладки латеральных плодовых почек был выявлен у образцов Крд-2, Брх-19, Плт-13. У остальных образцов он варьировал от 15-20 до 50-60 %.

Суммарно в ходе маршрутных обследований было отобрано 16 образцов, которые были оценены по важным хозяйственно ценным признакам плодов (табл. 1, 2).

Таблица 1 – Хозяйственно ценные характеристики плодов

№ п/п	Образец	Масса ореха, г	Длина ореха, мм	Диаметр ореха, мм	Масса ядра, г	Выход ядра, %	Извлекаемость*
1.	Плт-13	11,53±0,30	35,43±0,42	30,87±0,26	5,30±0,18	46,0	1/2
2.	Плт-12	14,13±0,29	50,31±0,44	30,63±0,68	6,33±0,14	44,3	1/1, 1/2
3.	Пст-5	12,51±0,24	34,07±0,30	30,89±0,26	4,20±0,10	33,6	1/4
4.	Брх-19	13,13±0,56	36,37±0,62	30,98±0,31	5,12±0,18	40,0	1/4
5.	Дин-5	11,65±0,60	38,64±0,64	33,50±0,59	6,05±0,35	51,9	1/1
6.	Дин-10	13,08±0,40	39,75±0,56	34,69±0,57	7,17±0,20	52,0	1/2
7.	Ндж-1	17,00±0,65	36,62±0,30	38,76±0,57	7,16±0,35	42,1	1/1, 1/2
8.	Ндж-2	21,46±1,12	46,95±4,16	39,96±0,42	8,38±0,56	39,0	1/2
9.	Ндж-3	17,33±0,63	36,53±6,47	37,97±0,77	7,99±0,45	44,89	1/2
10.	Ндж-4	11,60±0,25	35,2±0,26	32,3±0,38	5,97±0,19	51,5	1/2
11.	Сев-1	17,41±0,58	41,55±0,68	40,20±0,40	6,37±0,29	36,5	1/4
12.	Крд-1	12,83±0,77	32,05±0,28	37,48±0,39	5,76±0,16	44,9	1/4
13.	Крд-2	8,27±0,45	35,78±0,44	29,00±0,27	4,09±0,09	49,5	1/1
14.	Крд-3	25,35±1,20	50,90±0,51	47,83±0,36	10,90±0,55	43,0	1/1
15.	Пс-13	14,76±0,32	43,80±0,42	35,93±0,48	8,09±0,28	54,8	1/1
16.	Яр-10	12,15±0,23	38,12±0,37	31,59±0,35	5,46±0,13	43,7	1/2

Из таблицы 1 следует, что размеры, масса плодов и ядер сильно варьируют. Образцы под номерами 5, 6, 10, 15 имели выход ядра более 50 %. Известно, что выход ядра не менее 40-45 % является ценным признаком при селекции ореха грецкого [27, 28]. Крупноплодная форма Крд-3 имеет большой потенциал для селекции грецкого ореха, так как при средней массе ореха 25,35 г выход ядра составил 43 %, что является очень высоким показателем для ультракрупноплодных форм, к которым можно отнести данный образец. Крупноплодная форма Сев-1 имеет выход ядра 36,5 %, что более характерно для крупноплодных форм, однако продуктивность дерева, обусловленная наличием латерального плодоношения, представля-

ет интерес для дальнейших селекционных программ. Наиболее перспективно в селекции в качестве второй родительской формы при скрещиваниях образца Сев-1 использовать формы с повышенным выходом ядра (не менее 52-55 %).

Извлекаемость ядер изучаемых форм варьировала. Целиком выделялись ядра образцов под номерами 5, 13, 14, 15, выполненность которых составляла 5 и 6 баллов. Половинками извлекались образцы № 1, 2, 6-10, 16, остальные варианты извлекались четвертинками.

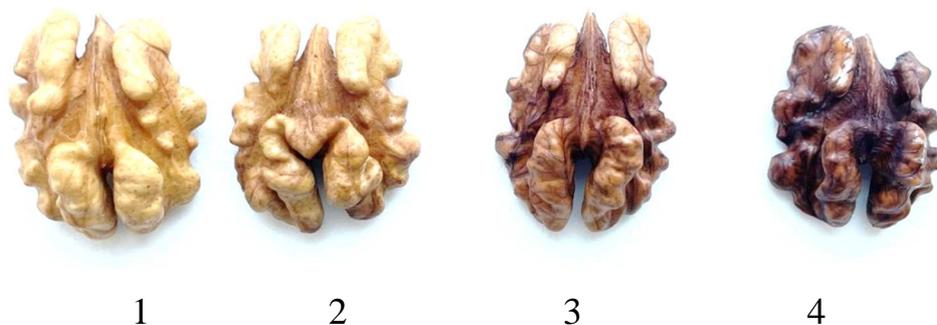
Также были учтены параметры цвета ядра, толщины и гладкости скорлупы, толщины перегородки и выполненности ядра (табл. 2).

Таблица 2 – Дополнительные морфологические показатели плодов

№ п/п	Образец	Цвет ядра	Толщина скорлупы, мм	Гладкость скорлупы, балл**	Толщина Перегородки, балл***	Выполненность ядра, балл****
1.	Плт-13	Темный	1,76±0,03	5	1	5
2.	Плт-12	Темный	2,00±0,06	5	1	4
3.	Пст-5	Средний	2,28±0,09	5	3	4
4.	Брх-19	Средний	2,27±0,07	5	2	4
5.	Дин-5	Темный	1,52±0,02	3	1	6
6.	Дин-10	Темный	1,55±0,03	5	1	6
7.	Ндж-1	Средний	2,36±0,07	5	2	5
8.	Ндж-2	Средний	2,59±0,05	6	2	5
9.	Ндж-3	Средний	1,93±0,05	5	2	4
10.	Ндж-4	Светлый	1,68±0,04	6	2	5
11.	Сев-1	Средний	2,05±0,04	7	2	3
12.	Крд-1	Средний	1,77±0,06	5	3	4
13.	Крд-2	Средний	1,56±0,03	3	1	5
14.	Крд-3	Темный	2,5±1,20	7	2	5
15.	Пс-13	Светлый	1,41±0,14	5	1	5
16.	Яр-10	Средний	2,33±0,04	5	1	4

Примечания: *извлекается 1/1-целиком, 1/2-половинками, 1/4-четвертинками; **баллы гладкости скорлупы: 1-очень гладкая, 3-гладкая, 5-средняя, 7-грубая, 9-очень грубая; *** толщина перегородки: 1-тонкая, 2-средняя, 3-толстая; **** выполненность ядра (рис. 4)

Цвет ядра изучаемых образцов варьировал от светлого до темного (рис. 3). Так, светлый цвет ядра был отмечен у образцов 10 и 15, образцы под номерами 1, 2, 5, 6, 14 были отнесены к категории с темным ядром, у остальных образцов цвет ядра был средним.



1 - светлый цвет; 2 – средний цвет; 3 – темный цвет, 4 – очень темный

Рис. 3. Градация цвета ядра грецкого ореха

Выполненность ядра варьировала от 3 до 6 баллов. Наиболее полное ядро (6 баллов) было отмечено у образцов под номерами 5 и 6. В среднем этот параметр был в диапазоне 4-5 баллов (рис. 4). Толщина и гладкость скорлупы – важный параметр, от которого зависит извлекаемость ядра. Так, лучшими считаются плоды, имеющие небольшую толщину и твердость скорлупы, содержащие наименьшее количество лакун, от чего напрямую зависит извлекаемость ядра. Наименее привлекательны с потребительской точки зрения плоды с грубой, сильно разросшейся скорлупой. Формы Дин-5 и Крд-2 имели наиболее гладкую поверхность скорлупы. У образца Пс-13 отмечена гладкость скорлупы средняя, цвет ядра – светлый. Толщина скорлупы у изучаемых образцов № 1, 5, 6, 9, 10, 12, 13, 15 варьировала от 1,41 до 1,76 мм, что позволяет их отнести к категории среднескорлупных (1,3-1,8 мм). Остальные образцы – крупноскорлупные ($\geq 1,8$ мм).



Рис. 4. Выполненность ядра грецкого ореха (балл)

Совокупное описание качественных характеристик плодов позволило выделить формы, обладающие наиболее полным комплексом хозяйственно ценных признаков (рис. 5). Эти образцы не только являются ценными с точки зрения селекции, но на данный момент, по совокупности характеристик, могут быть отнесены в категорию отборных или элитных селекционных форм – кандидатов в сорта.

Выделенные формы Крд-2, Крд-3, Пс-13, Дин-5, Дин-10 по комплексу хозяйственно ценных признаков можно считать перспективными. У образца Крд-2 отмечен выход ядра 49,5 %, извлекаемость – целиком, цвет ядра средний, перегородка тонкая, толщина скорлупы – 1,56 мм, гладкость скорлупы – средняя (5 бал.), выполненность ядра – средняя (5 бал.). Крупноплодная форма Крд-3 с массой плода 25,35 имеет процентное содержание ядра – 43,0, извлекается целиком, цвет ядра – темный, толщина скорлупы – 2,5 мм, гладкость скорлупы – грубая (7 бал.), выполненность ядра средняя (5 бал.). Форма Пс-13 отмечена как наиболее ценная ввиду ряда положительных характеристик: выход ядра – 54,8 %, извлекаемость – целиком, цвет ядра светлый, перегородка тонкая, толщина скорлупы – 1,41 мм, гладкость скорлупы – средняя (5 баллов). Плоды данного образца крупные, внутренняя поверхность скорлупы гладкая, без лакун. Формы Дин-5 и Дин-10 имеют выход ядра около 52 %, извлекаются целиком, толщина скорлупы 1,52-1,55 мм, перегородка тонкая, гладкость скорлупы у образца Дин-10 – грубая (7 бал.), выполненность ядра – 6; у образца Дин-5 гладкая скорлупа

(3 бал.) привлекательные крупные плоды и хорошая выполненность ядра
(6 бал.). Эти варианты могут быть использованы в дальнейших селекционных программах как доноры хозяйственно ценных признаков.

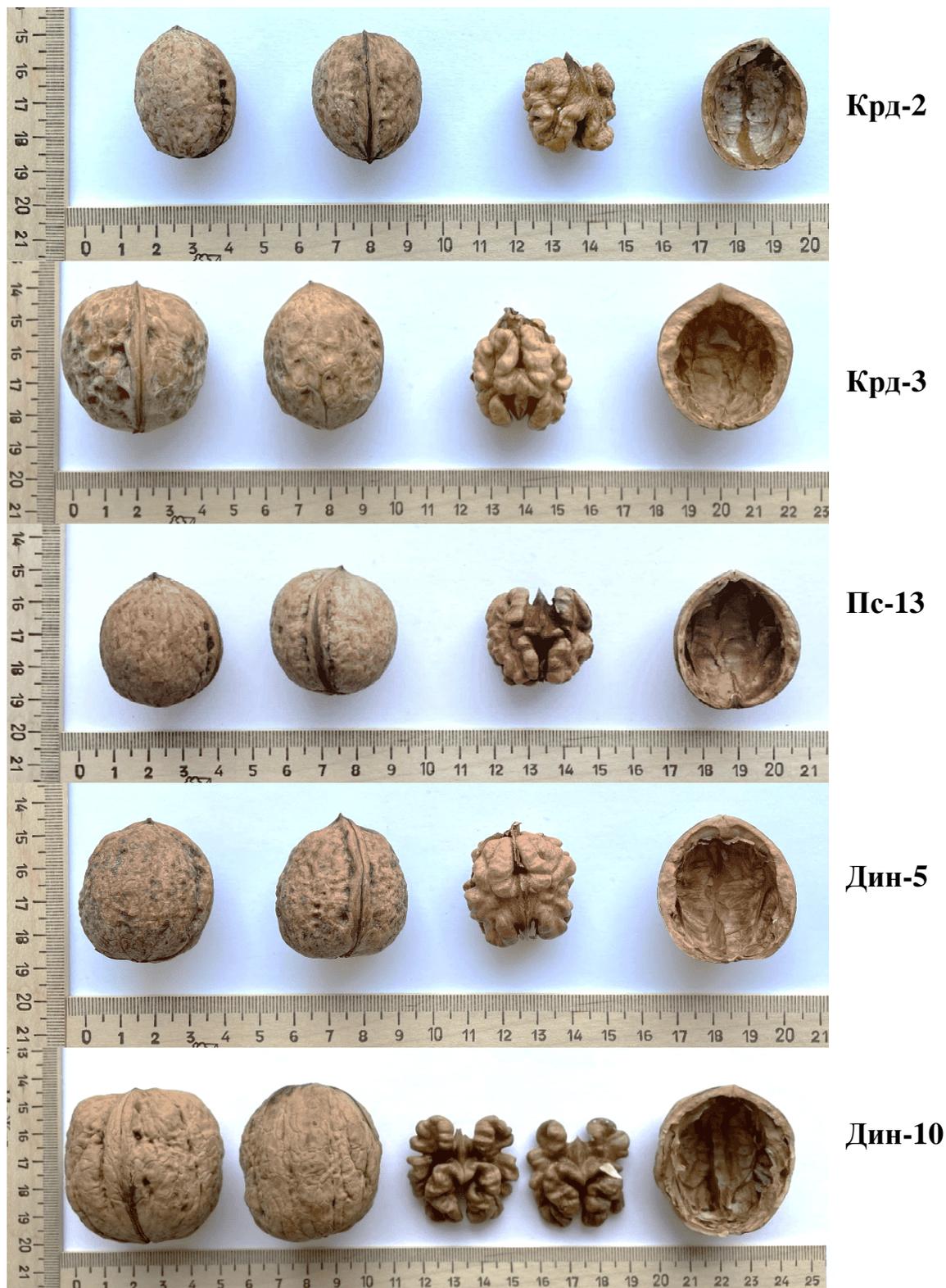


Рис. 5. Плоды наиболее перспективных форм грецкого ореха

Выводы. В ходе экспедиционных выездов и изучения местных семенных популяций ореха грецкого на территории Краснодарского края были выявлены ценные образцы с высоким потенциалом продуктивности, наличием латерального типа плодоношения и комплексом хозяйственно ценных характеристик плодов.

В целом, все 16 отобранных форм ореха грецкого имеют ценность для селекционных программ по разным признакам (урожайность, крупноплодность, тип плодоношения, важные хозяйственно ценные признаки плодов). Образцы Ндж-3 и Ндж-4 обладают уровнем закладки плодов на боковых побегах до 80 %, что предполагает перспективность его использования в селекционных целях по данному признаку. Формы Крд-2, Крд-3, Пс-13, Дин-5, Дин-10 по комплексу фенотипических характеристик плодов можно считать наиболее перспективными. Данные образцы имеют процент выхода ядра, за исключением Крд-3 (43,0 %), более 50 %, хорошую извлекаемость ядра, выполненность ядра и могут быть использованы в селекционных работах как источники хозяйственно ценных признаков, а также являются кандидатами в сорта.

Литература

1. Ji F., Ma Q., Zhang W. et al. A genome variation map provides insights into the genetics of walnut adaptation and agronomic traits // *Genome Biol.* 2021. Vol. 22. P. 300. <https://doi.org/10.1186/s13059-021-02517-6>
2. Binici H. İ., Şat İ. G., Aoudeh E. Nutritional Composition and Health Benefits of Walnut and its Products // *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi.* 2021. Vol. 52(2). P. 224-230. <https://doi.org/10.17097/ataunizfd.843028>
3. Tapsell L.C. Health benefits of Walnut consumption // *Acta Horticulturae.* 2010. Vol. 861. P. 409-416. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2010.861.56>
4. Bernard A, Lheureux F, Dirlewanger E. Walnut: past and future of genetic improvement // *Tree Genet Genomes.* 2018. Vol. 14. 1. <https://doi.org/10.1007/s11295-017-1214-0>
5. Корниенко П.С. Сравнительный анализ состояния и распространения ореха грецкого в мире, а также проблематика его возделывания в России // *Известия сельскохозяйственной науки Тавриды.* 2022. № 29 (192). С. 46-58.
6. Корниенко П.С., Потанин Д. В. Перспективы выращивания ореха грецкого в республике Крым и России // *Наука вчера, сегодня, завтра.* 2017. № 1 (35). С. 77-92.
7. Aslantas R. Identification of superior walnut (*Juglans regia*) genotypes in north-eastern Anatolia, Turkey // *N. Z. J. Crop Hortic. Sci.* 2006. Vol. 34. P. 231-237.
8. Hassani, D.; Sarikhani, S.; Dastjerdi, R.; Mahmoudi, R.; Soleimani, A.; Vahdati, K. Situation and recent trends on cultivation and breeding of Persian walnut in Iran // *Sci. Hortic.* 2020. Vol. 270. 109369.

9. Germain, E. Genetic improvement of the Persian walnut (*Juglans regia* L.) // Acta Hort. 1997. Vol. 442. P. 21-31.

10. Hassankhah A., Vahdati K., Rahemi M. et al. Persian Walnut Phenology: Effect of Chilling and Heat Requirements on Budbreak and Flowering Date // Int. J. Hortic. Sci. Technol. 2017. Vol.4. P. 259-271.

11. Cosmulescu S., Baci A., Botu M., Achim G. Environmental factors influence on Walnut flowering // Acta Hort. 2010. Vol. 861. P. 83-87.

12. Khadivi-Khub A., Ebrahimi A. The variability in walnut (*Juglans regia* L.) germplasm from different regions in Iran // Acta Physiol. Plant. 2015. Vol. 37. 57

13. Kavosi H., Khadivi A. The selection of superior late-leaving genotypes of Persian walnut (*Juglans regia* L.) among seedling originated trees based on pomological characterizations // Scientia Horticulturae. 2021. Vol. 288. P. 110299. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110299>

14. Hassani D., Sarikhani S., Dastjerdi R. et al. Situation and recent trends on cultivation and breeding of Persian walnut in Iran // Scientia Horticulturae. 2020. Vol. 270. P. 109369. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109369>

15. Khadivi A., Montazeran A., Rezaei M., Ebrahimi A. The pomological characterization of walnut (*Juglans regia* L.) to select the superior genotypes – An opportunity for genetic improvement // Scientia Horticulturae. Vol. 248. P. 29-33. 10.1016/j.scienta.2018.12.054.

16. Cosmulescu S., Botu M. and Trandafir I. Mineral composition and physical characteristics of walnut (*Juglans regia* L.) cultivars originating in Romania // Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi. 2010. Vol. 24. P. 33-37.

17. Cosmulescu S. Phenotypic Diversity of Walnut (*Juglans Regia* L.) In Romania – Opportunity for Genetic Improvement // South Western Journal of Horticulture, Biology and Environment. 2013. Vol. 4 (2). P. 117-126.

18. Bujdoso G., Cseke K. The Persian (English) walnut (*Juglans regia* L.) assortment of Hungary: Nut characteristics and origin // Scientia Horticulturae. 2021. Vol. 283 (1). 10035. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110035>

19. Ярмолич С. А., Козловская З.А. Некоторые результаты оценки перспективных гибридов ореха грецкого в условиях центральной зоны Беларуси // Плодоводство. 2016. Т. 28. С. 258-264.

20. Супрун И.И., Луговской А.П., Балапанов И.М. Интродукция новых форм и пополнение генофонда ореха грецкого как основа улучшения сортимента культуры на юге России [Электронный ресурс] // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2016. № 39(3). С. 26-41. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/16/03/03.pdf>. (дата обращения: 24.10.2022).

21. Супрун И.И., Аль-Накиб Е.А., Семенова М.Н. Оценка перспективных интродукционных форм ореха грецкого по комплексу хозяйственно ценных признаков [Электронный ресурс] // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2022. № 78(6). С. 219-234. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/22/06/14.pdf>

22. Балапанов И.М., Артюхова Л.В. Отбор источников к биотическим и абиотическим стрессорам среди перспективных форм ореха грецкого на территории Краснодарского края // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. Т. 34. Краснодар: СКФНЦСВВ, 2022. С. 58-61.

23. Луговской А.П., Супрун И.И., Балапанов И.М., Подгорная М.Е. Современные сорта и технологии возделывания Грецкого ореха в условиях юга России: методические рекомендации. Краснодар: ФГБНУ СКФНЦСВВ, 2018. 69 с.

24. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под общ. ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. Орёл: ВНИИСПК, 1999. С. 267-300.

25. Union Internationale Pour La Protection Des Obtentions Végétales. Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability. Walnut (*Juglans regia* L.). UPOV-TG/125/3. Geneva, 1989. 31 p.

26. Martínez M.L., Labuckas D.O., Lamarque A.L., Maestri D.M. Walnut (*Juglans regia* L.): genetic resources, chemistry, by-products // Journal of the Science of Food and Agriculture. 2010. Vol. 90(12). P. 1959-1967.

27. Балапанов И.М., Луговской А.П. Латеральное плодоношение в селекции ореха грецкого [Электронный ресурс] // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2014. № 27(3). С. 131-136. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/14/03/14.pdf>. (дата обращения: 12.01.2023).

28. Bujdosó G., Márkus T. M., Daood H.J. Fruit quality and composition of Hungarian bred Walnut cultivars // Acta Aliment. Hung. 2010. Vol. 1 (39). P. 35-47.

29. Bujdosó G., Szentiványi P. Following Walnut footprints in Hungary Avenzato (Ed.), Following Walnut Footprints (*Juglans Regia* L.) // Scripta Horticulture. 2014. Vol. 17. P. 167-174.

References

1. Ji F., Ma Q., Zhang W. et al. A genome variation map provides insights into the genetics of walnut adaptation and agronomic traits // Genome Biol. 2021. Vol. 22. P. 300. <https://doi.org/10.1186/s13059-021-02517-6>

2. Binici H. İ., Şat İ. G., Aoudeh E. Nutritional Composition and Health Benefits of Walnut and its Products // Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 2021. Vol. 52(2). P. 224-230. <https://doi.org/10.17097/ataunizfd.843028>

3. Tapsell L.C. Health benefits of Walnut consumption // Acta Horticulturae. 2010. Vol. 861. P. 409-416. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2010.861.56>

4. Bernard A, Lheureux F, Dirlewanger E. Walnut: past and future of genetic improvement // Tree Genet Genomes. 2018. Vol. 14. 1. <https://doi.org/10.1007/s11295-017-1214-0>

5. Kornienko P.S. Comparative analysis states and the spread of walnut in the world, as well as the problems of its cultivation in Russia // Transactions of Taurida agricultural science. 2022. № 29 (192). P. 46-58. (in Russian)

6. Kornienko P.S., Potanin D. V. Prospects of cultivation of walnuts in the Republic of Crimea and Russia // Science yesterday, today, tomorrow. 2017. 1 (35). P. 77-92. (in Russian)

7. Aslantas R. Identification of superior walnut (*Juglans regia*) genotypes in north-eastern Anatolia, Turkey // N. Z. J. Crop Hortic. Sci. 2006. Vol. 34. P. 231-237.

8. Hassani, D.; Sarikhani, S.; Dastjerdi, R.; Mahmoudi, R.; Soleimani, A.; Vahdati, K. Situation and recent trends on cultivation and breeding of Persian walnut in Iran // Sci. Hortic. 2020. Vol. 270. 109369.

9. Germain, E. Genetic improvement of the Persian walnut (*Juglans regia* L.) // Acta Hortic. 1997. Vol. 442. P. 21-31.

10. Hassankhah A., Vahdati K., Rahemi M. et al. Persian Walnut Phenology: Effect of Chilling and Heat Requirements on Budbreak and Flowering Date // Int. J. Hortic. Sci. Technol. 2017. Vol.4. P. 259-271.

11. Cosmulescu S., Baciú A., Botu M., Achim G. Environmental factors influence on Walnut flowering // Acta Hortic. 2010. Vol. 861. P. 83-87.

12. Khadivi-Khub A., Ebrahimi A. The variability in walnut (*Juglans regia* L.) germplasm from different regions in Iran // Acta Physiol. Plant. 2015. Vol. 37. 57

13. Kavosi H., Khadivi A. The selection of superior late-leaving genotypes of Persian walnut (*Juglans regia* L.) among seedling originated trees based on pomological characterizations // Scientia Horticulturae. 2021. Vol. 288. P. 110299. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110299>

14. Hassani D., Sarikhani S., Dastjerdi R. et al. Situation and recent trends on cultivation and breeding of Persian walnut in Iran // *Scientia Horticulturae*. 2020. Vol. 270. P. 109369. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109369>
15. Khadivi A., Montazeran A., Rezaei M., Ebrahimi A. The pomological characterization of walnut (*Juglans regia* L.) to select the superior genotypes – An opportunity for genetic improvement // *Scientia Horticulturae*. Vol. 248. P. 29-33. [10.1016/j.scienta.2018.12.054](https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.12.054).
16. Cosmulescu S., Botu M. and Trandafir I. Mineral composition and physical characteristics of walnut (*Juglans regia* L.) cultivars originating in Romania // *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*. 2010. Vol. 24. P. 33-37.
17. Cosmulescu S. Phenotypic Diversity of Walnut (*Juglans Regia* L.) In Romania – Opportunity for Genetic Improvement // *South Western Journal of Horticulture, Biology and Environment*. 2013. Vol. 4 (2). P. 117-126.
18. Bujdosó G., Cseke K. The Persian (English) walnut (*Juglans regia* L.) assortment of Hungary: Nut characteristics and origin // *Scientia Horticulturae*. 2021. Vol. 283 (1). 10035. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110035>
19. Yarmolich S. A., Kozlovskaya Z.A. Some results of the assessment of advanced walnut hybrids in the central area of Belarus // *Horticulture*. 2016. Vol. 28. P. 258-264. (in Russian)
20. Suprun I.I., Lugovskoj A.P., Balapanov I.M. Introduction of new forms and updating the walnut gene pool as the basis for improvement of crop's assortment in the south of Russia [Electronic resource] // *Fruit growing and viticulture of South Russia*. 2016. № 39(3). P. 26-41. Available at: <http://journalkubansad.ru/pdf/16/03/03.pdf>. (accessed date: 24.10.2022). (in Russian)
21. Suprun I.I., Al-Naqib E.A., Semenova M. N. Evaluation of promising introduced forms of walnut by a complex of economically valuable traits [Electronic resource] // *Fruit growing and viticulture of the South of Russia*. 2022. No. 78(6). pp. 219-234. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/22/06/14.pdf> (in Russian)
22. Balapanov I.M., Artyukhova L.V. Selection of sources for biotic and abiotic stressors among promising forms of walnut in the Krasnodar Territory // *Scientific works of the North Caucasus Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking*. Vol. 34. Krasnodar: NCFSCHVW, 2022. pp. 58-61. (in Russian)
23. Lugovskoj A.P., Suprun I.I., Balapanov I.M., Podgornaya M.E. Modern Varieties and Technologies of Walnut Cultivation in the Conditions of the South of Russia: Guidelines. Krasnodar: FSBSI NCFSCHVW, 2018. 69 p. (in Russian)
24. Program and methodology for variety study of fruit, berry and nut crops / ed. E.N. Sedova, T.P. Ogol'covoij. Orel: VNIISPK, 1999. P. 267-300. (in Russian)
25. Union Internationale Pour La Protection Des Obtentions Végétales. Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability. Walnut (*Juglans regia* L.). UPOV-TG/125/3. Geneva, 1989. 31 p.
26. Martínez M.L., Labuckas D.O., Lamarque A.L., Maestri D.M. Walnut (*Juglans regia* L.): genetic resources, chemistry, by-products // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2010. Vol. 90(12). P. 1959-1967.
27. Balapanov I.M., Lugovskoy A. P. Lateral fruiting in walnut breeding [Electronic resource] // *Fruit growing and viticulture of the South of Russia*. 2014. No. 27(3). pp. 131-136. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/14/03/14.pdf>. (accessed: 12.01.2023). (in Russian)
28. Bujdosó G., Márkus T. M., Daood H.J. Fruit quality and composition of Hungarian bred Walnut cultivars // *Acta Aliment. Hung.* 2010. Vol. 1 (39). P. 35-47.
29. Bujdosó G., Szentiványi P. Following Walnut footprints in Hungary Avenzato (Ed.), *Following Walnut Footprints (Juglans Regia L.)* // *Scripta Horticulture*. 2014. Vol. 17. P. 167-174.