

УДК 635:631.532:58.084.1

UDC 635:631.532:58.084.1

DOI 10.30679/2219-5335-2024-1-85-174-185

DOI 10.30679/2219-5335-2024-1-85-174-185

**ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПЛОДОВ
ПЕРСПЕКТИВНЫХ ФОРМ
ОРЕХА ГРЕЦКОГО ИЗ МЕСТНЫХ
СЕМЕННЫХ ПОПУЛЯЦИЙ
КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ
И БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ***

**ASSESSMENT OF THE QUALITY
OF FRUITS OF PROMISING FORMS
OF WALNUT FROM LOCAL
SEED POPULATIONS
OF THE KRASNODAR REGION
AND BELGOROD REGION ***

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

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

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

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 последнее время решается задача по обновлению сортимента ореха грецкого новыми адаптивными и высококачественными сортами отечественной селекции, так как зарубежные сорта не в полной мере могут реализовать свой биологический потенциал в условиях Северного Кавказа. Для того чтобы решить вопрос импортозамещения, необходимо создавать конкурентоспособные, высокопродуктивные сорта с латеральным плодоношением, адаптивные к неблагоприятным факторам.

Recently, the task of updating the walnut assortment with new adaptive and high-quality varieties of domestic breeding has been solved, since foreign varieties cannot fully realize their biological potential in the conditions of the North Caucasus. In order to solve the issue of import substitution, it is necessary to create competitive, highly productive varieties with lateral fruiting, adaptive to unfavorable factors. At the same time, an extremely important

* 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

При этом чрезвычайно важной характеристикой сорта является качество плодов. В статье представлены результаты исследований по поиску перспективных форм грецкого ореха. В ходе маршрутных выездов была проведена предварительная оценка исследуемых образцов на наличие латерального плодоношения и нагрузки плодами, в результате которой выделено 11 перспективных форм для оценки морфометрических характеристик и качества плодов. Все 11 отобранных форм ореха грецкого представляют ценность для селекции и могут служить источниками хозяйственно полезных признаков (латеральное плодоношение, крупноплодность, высокий процент выхода ядра, светлое, хорошо выполненное ядро, тонкая скорлупа). Формы № 1, № 3, № 4, № 5, № 6, № 7, № 8, № 10 по комплексу фенотипических характеристик плодов можно считать наиболее перспективными. Данные образцы имеют средний (№ 1, № 5, № 7, № 8) и высокий (№ 3, № 4, № 6, № 11) процент выхода ядра, хорошую извлекаемость ядра, выполненность ядра и могут быть использованы в селекционных работах, как источники хозяйственно ценных признаков.

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

characteristic of the variety is the quality of the fruit. The article presents the results of research on the search for promising forms of walnut. During the route trips, a preliminary assessment of the studied samples was carried out for the presence of lateral fruiting and fruit load, as a result of which 11 promising forms were identified for assessing the morphometric characteristics and quality of the fruits. All 11 selected forms of walnut are valuable for breeding and can serve as sources of economically useful traits (lateral fruiting, large fruit, high percentage of kernel yield, light, well-filled kernel, thin shell). Forms № 1, № 3, № 4, № 5, № 6, № 7, № 8, № 10 can be considered the most promising in terms of the complex of phenotypic characteristics of fruits. These samples have an average (№ 1, № 5, № 7, № 8) and high (№ 3, № 4, № 6, № 11) percentage of kernel yield, good kernel extractability, kernel completion and can be used in breeding work, such as sources of economically valuable traits.

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

Введение. Орех грецкий (*J. regia*) с древних времён употребляется в пищу, обладает высокими вкусовыми качествами и считается одной из самых питательных и полезных для здоровья орехоплодных культур, благодаря содержанию в ядрах жирных кислот, антиоксидантов, микроэлементов, витаминов [1]. Растущее внимание к здоровому образу жизни увеличивает и спрос на плоды грецкого ореха. Грецкий орех входит в число самых выращиваемых орехоплодных культур в мире, промышленное производство которого развито во многих странах (Китай, США, Иран, Чили, Испания, Италия, Турция, Индия, Молдова, Франция) [2]. Данная культура произрастает в регионах с умеренным климатом и относится к группе теплолюбивых культур, по этой причине высокие температуры зимнего периода

могут служить лимитирующим фактором при возделывании грецкого ореха [3, 4]. В настоящее время в России промышленное выращивание ореха грецкого не развито настолько, чтобы обеспечить население отечественной продукцией, подавляющая часть насаждений сконцентрирована в крестьянско-фермерских хозяйствах и личных подсобных хозяйствах. Тем не менее, имеется потенциал к закладке промышленных насаждений ореха грецкого, особенно на юге страны, характеризующемся умеренно-континентальным климатом. Возникает задача по обновлению сортимента сортов, так как большинство сортов, представленных в существующих насаждениях, являются сортами зарубежной селекции. Эти сорта не всегда оправдывают свой биологический потенциал, так как не обладают достаточной морозо- и зимостойкостью к наблюдающимся периодически низким температурам. Несмотря на наличие в Госреестре селекционных достижений сортов отечественной селекции, пополнение новыми адаптивными, высокопродуктивными сортами с латеральным плодоношением и высоким качеством плодов является одной из главных селекционных задач.

Поиск перспективных селекционных форм в местных семенных популяциях – важный этап в селекции новых сортов. Работы в этом направлении ведутся в разных странах на протяжении многих лет. Например, проведено исследование интродукции форм ореха грецкого с латеральным плодоношением из области Олтения в Румынии [5]. В еще одной работе целью было изучение качественных характеристик плодов 20 форм грецкого ореха, отобранных из центральной части Черногории [6]. Ученые из Непала изучили 36 образцов ореха грецкого по морфометрическим признакам для отбора форм с тонкой скорлупой [7]. Российскими учеными также проводятся исследования по поиску и интродукции новых перспективных форм ореха грецкого с комплексом хозяйственно ценных признаков [8, 9].

Целью данной работы являлся отбор генотипов, потенциальных сортов из гетерогенной популяции грецкого ореха, обладающих потенциально хорошей экологической адаптивностью и высокой экономической ценностью.

Объекты и методы исследований. Поиск ценных форм ореха грецкого проводили на территории Краснодарского края. Для этих целей проводились маршрутные обследования местных семенных популяций. Объекты исследований – 7 образцов грецкого ореха, отобраны по комплексу признаков в ходе маршрутных выездов (пос. Октябрьский, ст. Новоджерелиевская, ст. Ивановская, с. Первореченское) в местных популяциях, в том числе 2 образца, растущие на личных подсобных хозяйствах, а также 4 образца, выделены в садовых насаждениях сеянцев ореха грецкого, находящихся в Яковлевском районе Белгородской области при сотрудничестве КФХ Батрак Олег Николаевич.

В ходе экспедиций проводили полевые наблюдения и учитывали хозяйственно ценные признаки по «Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [10].

Технический анализ плодов ореха грецкого производили с использованием дескрипторов UPOV [11]. Основные физические свойства, по которым проводили оценку, включают параметры: масса плода и ядра, выход ядра, толщина скорлупы (мм), извлекаемость и выполненность ядра, цвет ядра, толщина мембраны, структура скорлупы, форма ореха.

Обсуждение результатов. В ходе осуществления маршрутных обследований по поиску ценных форм ореха грецкого на месте проводили предварительную оценку дерева по следующим параметрам: наличие латерального плодоношения, мезотонического ветвления, нагрузка плодами, а также хорошая извлекаемость ядра из скорлупы. Так как селекция ореха грецкого на качество плодов направлена на увеличение массы орехов (12-16 г), выхода ядра 50-62 %, наличие светло-соломенного хорошо выполненного ядра, которое легко извлекается целиком или половинками [12, 13], в первую очередь необходимо отбирать формы с данными характеристиками качества плода в процессе оценки.

В результате предварительной оценки было отобрано 11 образцов ореха грецкого, обладающих повышенной продуктивностью, которые оценивались по 10 хозяйственно ценным признакам плодов (табл. 1, 2).

Таблица 1 – Хозяйственно ценные признаки ореха грецкого

№ п/п	Образец	Масса плода, г	Масса ядра, г	Выход ядра, %	Толщина скорлупы, мм	Извлекаемость, балл*
1	Окт23-1	14,5	6,1	42	1,9	1/1, 1/2
2	Окт23-2	10,2	4,9	48	1,2	1/2
3	Ндж23-1	10,4	5,6	54	1,2	1/2
4	Ндж23-2	10,5	5,9	56	1,1	1/2
5	Ивн23-1	12,6	5,6	44	1,9	1/1
6	Первореч.23-1	12	6,3	52	1,4	1,1/2
7	И2/1л	14,5	6,5	45	1,3	1/1,1/2
8	Б1/23л	14,4	7,1	49	1,2	1/1,1/2
9	И2/6п	10,5	4,8	45	1,4	1/1
10	Ф4-Белгород23-1	10,5	5,5	52	1,2	1/1
11	Первореч.23-2	9	4,9	55	1,2	1/2
НСР 0,05		0,95	0,57	1,48	0,36	

Примечания: НСР 0,05 – наименьшая существенная разница при 95% уровне значимости; *извлекается: 1/1-целиком, 1/2 – половинками.

Из таблицы 1 видно, что показатели качества плодов значительно варьируют. Максимальная масса ореха составила 14,5 г (№ 1), минимальная – 9 г (№ 11). Образцы № 1, № 6, № 7, № 8 относятся к группе крупноплодных с массой от 12 г до 14,5 г. Один из основных признаков качества плодов – выход ядра. Этот показатель находился в диапазоне от 42 % до 56 %. Высокое содержание ядра (более 50 %) отмечено у форм № 4 (56 %), № 11 (55 %), № 3 (54 %), № 6 (52 %), № 10 (52 %). Несмотря на то, что № 11 не относится к крупноплодным, он обладает рядом преимуществ наряду с высоким процентом выхода ядра, например, светлым ядром, хорошей выполненностью, а также извлекаемостью половинками. Также важным признаком качества плодов является толщина скорлупы, поскольку от толщины скорлупы зависит легкость раскалывания плода и извлекаемость ядра. Тонкая скорлупа

облегчает извлечение ядра, при этом важно учитывать, что скорлупа менее 0,7 мм является скорее отрицательным качеством, так как такие орехи сложно транспортировать и ядра орехов с тонкой скорлупой подвержены воздействию неблагоприятных факторов, поэтому оптимальной считается скорлупа 0,7-1,5 мм [14]. По толщине скорлупы было выделено 3 группы орехов: 1 группа – орехи с тонкой скорлупой (1,2 мм): № 2, №4, №8, №10, №3, №11; 2 группа – орехи со средней толщиной скорлупы (1,3-1,4 мм) – № 7, № 9, № 6; 3 группа (более 1,5 мм) – образцы с толстой скорлупой: № 1, № 5. Извлекаемость всех образцов была хорошей, ядра извлекались целиком либо половинами. На рисунках 1, 2 представлены примеры плодов перспективных форм с хорошей извлекаемостью.

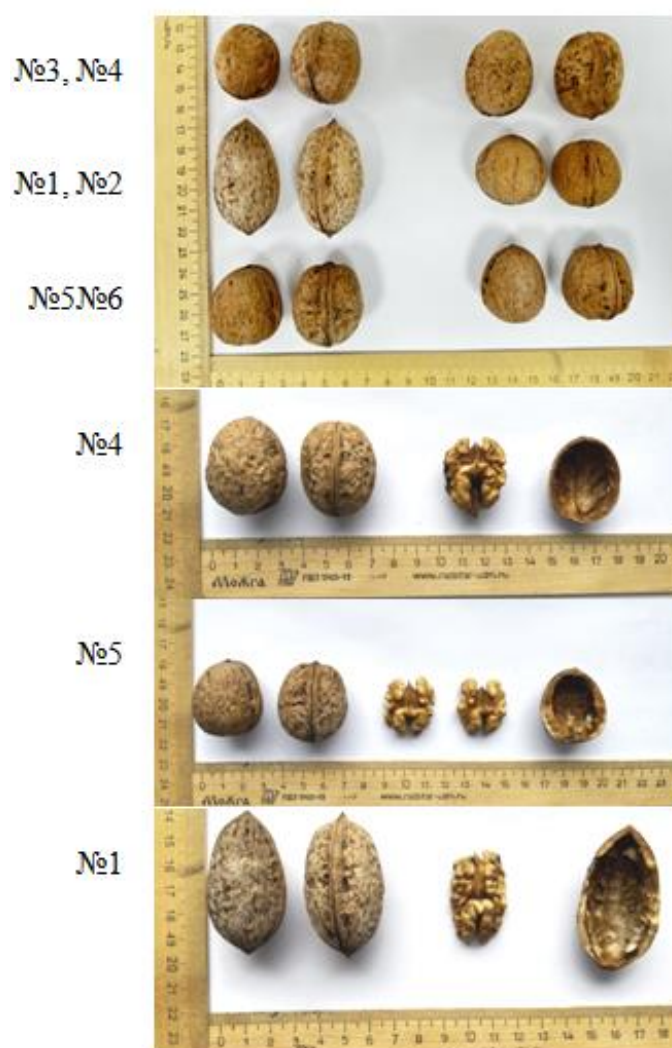


Рис. 1. Разнообразие плодов отобранных ценных форм ореха грецкого

Помимо основных характеристик качества плодов, таких как масса плода, выход ядра, толщина скорлупы и извлекаемость, была выполнена оценка дополнительных пяти признаков качества плодов, куда относятся цвет ядра, толщина внутренней мембраны, выполненность ядра, структура скорлупы, а также форма плода. В таблице 2 представлены результаты проведенной оценки.

Таблица 2 – Дополнительные признаки качества плодов ореха грецкого

Номер образца	Образец	Цвет, балл ¹	Толщина мембраны, балл ²	Выполненность, балл ³	Структура скорлупы, балл ⁴	Форма ⁵
1	Окт23-1	3	1	4	5	8
2	Окт23-2	4	1	3	3	1
3	Ндж23-1	3	1	2	5	1
4	Ндж23-2	3	1	2	4	1
5	Ивн23-1	2	1	4	5	1
6	Первореч.23-1	3	1	3	3	1
7	И2/1л	1	1	3	4	4
8	Б1/23л	1	1	4	2	4
9	И2/6п	2	1	4	2	1
10	Ф4-Белгород23-1	1	1	3	4	4
11	Первореч.23-2	2	1	3	3	4

Примечания: 1 – цвет ядра: 1- светлый, 2- средний, 3- выше среднего; 2 – толщина мембраны: 1 – тонкая; 3 – выполненность ядра: 2- слабая, 3-средняя, 4-выше средней; структура скорлупы: 2 -очень гладкая, 3-гладкая, 4- средняя, 5-выше средней; 5 – форма: 1 – округлая, 4-овальная, 8-эллиптическая.

Наиболее востребованными сортами являются сорта, имеющие светло-соломенный цвет ядра, (оцениваемые в 1 балл). В нашей работе три образца были отнесены к группе со светло-соломенным цветом ядра (1 балл) – № 7, № 8, № 10. На рисунке 2 представлены образцы № 7 и № 10 со светло-соломенным цветом ядра.

Остальные образцы имели средний цвет ядра (2-3 балла). У одного образца (№ 4) был отмечен темный цвет ядра (4 балла), однако у него наблюдается высокий процент выхода ядра и выполненности. Толщина внутренней мембраны, также как и толщина скорлупы, влияет на извлекаемость

ядра, поэтому важно, чтобы она была тонкая (1 балл). Все анализируемые образцы оценены в 1 балл, следовательно, характеризуются тонкой внутренней мембраной.



Рис. 2. Образцы ореха грецкого со светлым ядром

Внешний вид плодов играет важную роль, так как он формирует потребительскую привлекательность, поэтому форма и структура скорлупы были также охарактеризованы для изучаемых образцов. Округлая форма и гладкая скорлупа более предпочтительны, чем шероховатая и грубая скорлупа, в том числе и потому, что эти качества также влияют на извлекаемость ядра [15]. Изученные образцы имели структуру скорлупы от 2 до 5 баллов, поэтому все формы можно отнести к гладким и средним по структуре орехам. Округлая форма орехов встречалась у образцов № 2, 3, 4, 5, 6, 9. Остальные образцы имели овальную форму, лишь № 1 отличался эллиптической формой ореха (рис. 1, № 1). Выполненность ядер варьировала от 2 до 4 баллов. Наиболее

выполненное ядро (4 балла) отмечено у образцов № 1, № 5, № 8, № 9, наименее выполненное ядро (2 балла) у образцов № 3 и № 4.

В ходе проведенной оценки по морфометрическим показателям качества плодов ореха грецкого можно выделить формы, которые обладают комплексом важных для селекции признаков и могут быть использованы в дальнейших селекционных программах.

Образцы № 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11 можно отнести к наиболее перспективным, так как они обладают более полным набором хозяйственно ценных признаков:

- образец № 1 – масса плода – 14,5 г, извлекаемость целиком, тонкая внутренняя мембрана, выполненность – 4 балла;

- образец № 3 – округлой формы с выходом ядра 54 %, толщиной скорлупы 1,2 мм, тонкой внутренней мембраной;

- образец № 4 – округлой формы с максимальным выходом ядра 56 %, толщиной скорлупы 1,1 мм;

- образец № 5 – с массой плода 12,6 г, выполненность – хорошая (4 балла), округлой формы;

- образец № 6 – с массой плода 12 г и выходом ядра 52 %, с гладкой скорлупой округлой формы;

- образцы № 7 и № 8 характеризовались как крупные 14,5 г и 14,4 г соответственно, цвет ядра – светлый (1 балл), выполненность хорошая – 4 балла, гладкая скорлупа – 2 балла;

- образец № 10 – процент выхода ядра 52 %, толщина скорлупы 1,2 мм, светлый цвет ядра – 1 балл;

- образец № 11 характеризовался также высоким процентом выхода ядра (55 %), толщиной скорлупы 1,2 мм, средним цветом ядра – 2 балла, средней выполненностью – 3 балла, гладкой скорлупой – 3 балла.

Эти образцы являются перспективными для использования в дальнейших селекционных программах в качестве источников хозяйственно

ценных признаков, а также после последующей комплексной оценки в течение двух-трех вегетационных сезонов могут являться кандидатами в сорта.

Выводы. В результате маршрутных обследований местных семенных популяций и семенных садовых насаждений ореха грецкого, произрастающих на территории Краснодарского края, а также на территории Белгородской области, были отобраны ценные образцы, обладающие набором хозяйственно полезных характеристик плода, латеральным плодоношением, высокой потенциальной продуктивностью.

Все отобранные формы ореха грецкого представляют ценность для селекции и могут использоваться в качестве источников хозяйственно полезных признаков (латеральное плодоношение, крупноплодность, высокий процент выхода ядра, светлое, хорошо выполненное ядро, тонкая скорлупа). Формы № 1, № 3, № 4, № 5, № 6, № 7, № 8, № 10 по комплексу фенотипических характеристик плодов можно считать наиболее перспективными. Данные образцы имеют средний (№ 1, № 5, № 7, № 8) и высокий (№ 3, № 4, № 6, № 11) процент выхода ядра, хорошую извлекаемость ядра, выполненность ядра и будут востребованы в селекционных работах как источники хозяйственно ценных признаков, также имеют перспективу рассматриваться в качестве кандидатов в сорта.

Литература

1. Tapsell L.C. Health benefits of Walnut consumption // Acta Horticulturae. 2010. Vol. 861. P. 409-416. DOI: 10.17660/ActaHortic.2010.861.56
2. Vuppalapati C. Specialty Crops: Walnuts // Specialty Crops for Climate Change Adaptation: Strategies for Enhanced Food Security by Using Machine Learning and Artificial Intelligence. Cham: Springer Nature Switzerland, 2023. P. 515-625. DOI: doi.org/10.1007/978-3-031-38399-1_6
3. Bernard A., Lheureux F., Dirlewanger E. Walnut: past and future of genetic improvement // Tree Genet Genomes. 2018. Vol. 14(1). 1. DOI: 10.1007/s11295-017-1214-0.
4. Луговской А.П., Мурзинова Д.Г. Совершенствование системы возделывания ореха грецкого на Северном Кавказе [Электронный ресурс] // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2010. № 6(5). С. 15-23. Режим доступа: <http://journalkubansad.ru/pdf/10/05/03.pdf>. (дата обращения: 26.12.2023). EDN: LTSVKQ

5. Cosmulescu S., Ionescu M. Phenological and pomological properties of promising walnut (*Juglans regia* L.) genotype with cluster fruiting from selected native population in Oltenia, Romania // Genetic Resources and Crop Evolution. 2021. Vol. 68 (6). P. 2289-2297. DOI: 10.1007/s10722-021-01209-1
6. Jaćimović V., Adakalić M., Ercisli S., Božović D., Bujdosó G. Fruit Quality Properties of Walnut (*Juglans regia* L.) Genetic Resources in Montenegro // Sustainability. 2020. Vol. 12. P. 99-63. DOI: 10.3390/su12239963.
7. Khanal A., Timilsina S., Poon T. B., Adhikari, B. Characterization and selection of thin-shelled walnut (*Juglans regia* L.) genotypes of Mustang, Nepal // Archives of Agriculture and Environmental Science. 2023. Vol. 8(1). P. 86-91, DOI: 10.26832/24566632.2023.0801013.
8. Супрун И.И., Лободина Е.В., Аль-Накиб Е.А., Авакимян А.О. Поиск и оценка перспективных форм ореха грецкого в местных семенных популяциях Краснодарского края [Электронный ресурс] // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2023. № 79(1). С. 45-59. Режим доступа: <http://journalkubansad.ru/pdf/23/01/04.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2023-1-79-45-59 (дата обращения: 26.12.2023).
9. 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. Режим доступа: <http://journalkubansad.ru/pdf/16/03/03.pdf>. (дата обращения: 26.12.2023). EDN: VVTLQL.
10. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под общ. ред. Е.Н. Седова и Т.П. Огольцовой. Орёл: ВНИИСПК, 1999. С. 267-300. EDN: YHAOZT
11. 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. P. 31.
12. Программа Северо-Кавказского центра по селекции плодовых, ягодных, цветочно-декоративных культур и винограда на период до 2030 года / под общ. ред. Е.А. Егорова. Краснодар: СКЗНИИСиВ Россельхозакадемии, 2013. 202 с. EDN: RROUGP.
13. Программа и методика селекции ореха грецкого / Ю.И. Сухоруких, А.П. Луговской, С.Г. Биганова. Майкоп: ООО «Качество», 2007. 57 с. EDN: QKYXFL
14. Diversity assessment and selection of superior Persian walnut (*Juglans regia* L.) trees of seedling origin from North-Western Himalayan region / R.A. Shah, et al. // Resources, Environment and Sustainability. 2021. Vol. 3. 100015. DOI: 10.1016/j.resenv.2021.100015.
15. Situation and recent trends on cultivation and breeding of Persian walnut in Iran / D. Hassani, et al. // Sci. Hortic. 2020. Vol. 270. 109369. DOI: 10.1016/j.scienta.2020.109369.

References

1. Tapsell L.C. Health benefits of Walnut consumption // Acta Horticulturae. 2010. Vol. 861. P. 409-416. DOI: 10.17660/ActaHortic.2010.861.56
2. Vuppapapati C. Specialty Crops: Walnuts // Specialty Crops for Climate Change Adaptation: Strategies for Enhanced Food Security by Using Machine Learning and Artificial Intelligence. Cham: Springer Nature Switzerland, 2023. P. 515-625. DOI: doi.org/10.1007/978-3-031-38399-1_6
3. Bernard A., Lheureux F., Dirlwanger E. Walnut: past and future of genetic improvement // Tree Genet Genomes. 2018. Vol. 14(1). 1. DOI: 10.1007/s11295-017-1214-0.

4. Lugovskoi A.P., Murzinova D.G. Improving the system of walnut growing in Northern Caucasus [Electronic resource] // Fruit growing and viticulture of South Russia. 2010. № 6(5). P. 15-23. Available at: <http://journalkubansad.ru/pdf/10/05/03.pdf>. (accessed date: 26.12.2023). EDN: LTSVKQ (in Russian).
5. Cosmulescu S., Ionescu M. Phenological and pomological properties of promising walnut (*Juglans regia* L.) genotype with cluster fruiting from selected native population in Oltenia, Romania // Genetic Resources and Crop Evolution. 2021. Vol. 68 (6). P. 2289-2297. DOI: 10.1007/s10722-021-01209-1
6. Jaćimović V., Adakalić M., Ercisli S., Božović D., Bujdosó G. Fruit Quality Properties of Walnut (*Juglans regia* L.) Genetic Resources in Montenegro // Sustainability. 2020. Vol. 12. P. 99-63. DOI: 10.3390/su12239963.
7. Khanal A., Timilsina S., Poon T. B., Adhikari, B. Characterization and selection of thin-shelled walnut (*Juglans regia* L.) genotypes of Mustang, Nepal // Archives of Agriculture and Environmental Science. 2023. Vol. 8(1). P. 86-91, DOI: 10.26832/24566632.2023.0801013.
8. Suprun I.I., Lobodina E.V., Al-Nakib E.A., Avakimyan A.O. Search and evaluation of perspective forms of the walnut growing on the territory of the Krasnodar Territory [Electronic resource] // Fruit growing and viticulture of South Russia. 2023. № 79(1). P. 45-59. Available at: <http://journalkubansad.ru/pdf/23/01/04.pdf> (accessed date: 26.12.2023). DOI: 10.30679/2219-5335-2023-1-79-45-59 (in Russian).
9. Suprun I.I., Lugovskoy A.P., Balapanov I.M. Introduction of new forms and updating the walnut gene pool as the basis of improvement of crops 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: 26.12.2023). EDN: VVTLQL. (in Russian).
10. Program and methodology of variety study of fruit, berry and nut crops / edited by E.N. Sedova and T.P. Ogoltsova. Orel: VNIISPK, 1999. P. 267-300. EDN: YHAOZT (in Russian).
11. 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. P. 31.
12. Program of the North Caucasian Center for the breeding of fruit, berry, flower and ornamental crops and grapes for the period up to 2030. Krasnodar: NCFSCHVW, 2013. 202 p. EDN: RROUGP (in Russian)
13. Program and methodology for walnut breeding / Yu.I. Sukhorukikh, A.P. Lugovskoy, S.G. Biganova. Maykop: OOO "Quality", 2007. 57 p. EDN: QKYXFL (in Russian).
14. Diversity assessment and selection of superior Persian walnut (*Juglans regia* L.) trees of seedling origin from North-Western Himalayan region / R.A. Shah, et al. // Resources, Environment and Sustainability. 2021. Vol. 3. 100015. DOI: 10.1016/j.resenv.2021.100015.
15. Situation and recent trends on cultivation and breeding of Persian walnut in Iran / D. Hassani, et al. // Sci. Hortic. 2020. Vol. 270. 109369. DOI: 10.1016/j.scienta.2020.109369.