

УДК 634.5:631.52

DOI 10.30679/2219-5335-2023-5-83-70-80

**СЕЛЕКЦИОННАЯ ОЦЕНКА
КАЧЕСТВА ПЛОДОВ
ПЕРСПЕКТИВНЫХ
СОРТОВ ОРЕХА ГРЕЦКОГО
НА ЮГЕ РОССИИ**

Артюхова Лариса Викторовна
младший научный сотрудник
лаборатории сортоизучения
и селекции садовых культур
e-mail: larisa.artyuhowa@yandex.ru

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

Орех грецкий (*Juglans regia* L.) входит в десятку наиболее ценных растений планеты. Все его части имеют хозяйственно ценное значение. Наиболее часто вид выращивается для пищевых целей. Плоды ореха грецкого представляют большой экономический интерес для пищевой промышленности, непосредственно его съедобная часть (ядро). Свежие, натуральные ядра употребляются в основном в виде целых орехов или используются в различных кондитерских изделиях. Орех богатый питательными веществами продукт, в основном благодаря содержанию жиров (от 60-77 %), белка (16,5-34 %) и углеводов (2-10 %). Цель исследования – оценить перспективные сорта ореха грецкого по качеству плодов и выделить сорта с комплексом хозяйственно ценных признаков. Используются современные программы и методики селекции и сортоизучения. В работе представлены результаты многолетнего изучения (2018-2022 гг.) 16 сортоформ ореха грецкого произрастающих в условиях Северо-Кавказского региона. В ходе исследования установлены крупноплодные сортообразцы (с массой плода 12,1-14,0 г):

UDC 634.5:631.52

DOI 10.30679/2219-5335-2023-5-83-70-80

**BREEDING EVALUATION
OF THE QUALITY OF FRUIT
OF PROMISING WALNUT
VARIETIES IN THE SOUTH
OF RUSSIA**

Artykhova Larisa Viktorovna
Junior Research Associate
of Variety studying
and Garden Crops Breeding Laboratory
e-mail: larisa.artyuhowa@yandex.ru

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

Walnut (*Juglans regia* L.) is one of the ten most valuable plants on the planet. All its parts are economically valuable. Most often, the species is grown for food purposes. Walnut fruits are of great economic interest for the food industry, directly its edible part (kernel). Fresh, natural kernels are eaten mostly as whole nuts or used in various confectionery products. The nut is a nutrient-rich product, mainly due to the content of: fats (from 60-77 %), protein (16.5-34 %) and carbohydrates (2-10 %). The purpose of the study is to evaluate promising varieties of walnuts in terms of fruit quality and to identify varieties with a complex of economically valuable traits. Modern programs and methods of breeding and variety study are used. The paper presents the results of a long-term study (2018-2022) of 16 varieties of walnut growing in the conditions of the North Caucasus region. In the course of the study, large-fruited varieties were established (with a fruit weight 12.1-14.0 g) MP-118, Rus',

МП-118, Русь, Славянин, Водник, Олимпиаец, ЛП-40; с высоким содержанием ядра (от 53,1 до 56,1 %): Тимур, Русь, Новинка, Теркин, Сокол, Яхонт, Находка, Стимул, Водник, ЛП-40; с высоким содержанием жира (от 65 до 71 %): Теркин, Новинка, Славянин, Водник, Стимул, Щедрый, Земляк, Сокол, Русь, ЛП-40; плоды с тонкокорой скорлупой (0,8-1,2 мм): Щедрый, Славянин, Тимур, Новинка, Теркин, Сокол, Яхонт, Находка, Стимул, Водник, ЛП-40, Русь. У всех сортообразцов высокая дегустационная оценка. Результаты исследования позволили нам выделить три перспективных сорта: Водник, Русь и ЛП-40 с комплексом хозяйственно ценных признаков (масса плода, выход ядра, хорошая извлекаемость ядра, вкус и высокое содержание жира). Все изученные сортоформы представляют интерес для селекции и производства, так же их можно рекомендовать в качестве источников для получения новых сортов.

Ключевые слова: ГРЕЦКИЙ ОРЕХ, СОРТ, СЕЛЕКЦИЯ, КАЧЕСТВО ПЛОДОВ

Slavyanin, Vodnik, Olympiets, LP-40; high kernel content (from 53.1 to 56.1%): Timur, Rus', Novinka, Terkin, Sokol, Yakhont, Nakhodka, Stimul, Vodnik, LP-40; high fat content (from 65 to 71 %): Terkin, Novinka, Slavyanin, Vodnik, Stimul, Shchedryi, Zemlyak, Sokol, Rus', LP-40; fruits with thin-crust shells (0.8-1.2 mm): Shchedryi, Slavyanin, Timur, Novinka, Terkin, Sokol, Yakhont, Nakhodka, Stimul, Vodnik, LP-40, Rus'. All varieties have a high tasting score. The results of the study allowed us to identify three promising varieties: Vodnik, Rus' and LP-40 with a complex of economically valuable traits (fruit weight, kernel yield, kernel extractability, taste and high fat content). All studied variety forms are of interest for breeding and production, and they can also be recommended as sources for obtaining new varieties.

Key words: WALNUT, VARIETY, BREEDING, QUALITY OF FRUIT

Введение. Грецкий орех (*Juglans regia* L.) является одной из основных орехоплодных культур пользующейся большим спросом во всем мире в питании человека. Так же грецкий орех включен в группу приоритетных растений продовольственной и сельскохозяйственной организацией (ФАО) [1-3]. В настоящее время за последние годы объем производства грецких орехов в мире ежегодно увеличивается, Китай и США считаются одними из основных стран производителей грецких орехов [4-7]. Это связано как с ростом населения Земли, так и с растущими потребностями населения в орехоплодных культурах с высокой пищевой ценностью [5].

Хозяйственное значение ореха грецкого очень велико, однако орех чаще всего выращивают из-за его ценных плодов, обладающих превосходным вкусом и высокой питательностью, которые повсюду в изобилии употребляют в пищу [8, 10]. Плоды ореха грецкого представляют большой экономический

интерес для пищевой промышленности, непосредственно его съедобная часть (ядро). Свежие, натуральные ядра употребляются в основном в виде целых орехов или используются в различных кондитерских изделиях [11]. Орех богат питательными веществами в основном благодаря содержанию жиров (60-77 %), белка (16,5-34 %) и углеводов (2-10 %) [6].

Многие годы учеными селекционерами ведется работа с целью улучшения существующего отечественного сортимента и создания новых конкурентно способных высококачественных, скороплодных и высоко урожайных сортов, сочетающих в себе высокое качество плодов, сдержанную силу роста, поздний срок цветения, засухоустойчивость, устойчивость к бурой пятнистости и бактериозу, адаптивных к условиям и климатическим факторам произрастания, что способствует существенному раскрытию потенциала вида [12-13]. Однако ведущим признаком ореха грецкого в селекционных программах является качество плодов и высокая урожайность [14-16]. Высокоурожайные насаждения ореха грецкого с низким показателем качества плодов представляет интерес в селекционном процессе лишь для гибридизации, а высокое качество плодов ореха, является основой в селекционном процессе при создании нового сорта [17-20]. Плоды ореха грецкого должны соответствовать общепризнанным критериям, разработанным в селекционных программах [8-10]. На основании общепризнанных стандартов качества плодов, вес ореха в скорлупе должен быть от 12-15 г и более; толщина скорлупы от 0,8 до 1,2 мм (легкость при раскалывании); хорошая извлекаемость ядра (целиком или целыми половинками); ядро светло-соломенного цвета; выполненность ядра от 50 до 56 % от общей массы ореха [8-10].

Таким образом, изучение, отбор и размножение генофонда с высокими показателями качества плодов приобретает повышенную актуальность и является основной задачей при выращивании ореха грецкого [9, 21].

Целью данного исследования было оценить перспективные сорта ореха грецкого по качеству плодов и выявить сорта с комплексом хозяйственно ценных признаков.

Объекты и методы исследований. В качестве объектов исследования было использовано 16 сортов представителей рода *Juglans regia* L. НИР проводили в центре коллективного пользования «Исследовательско селекционная коллекция генетических ресурсов садовых культур» (ЦКП ИСК ГРСК), в опытном хозяйстве АО ОПХ «Центральное» ФГБНУ СКФНЦСВВ, расположенном в городе Краснодаре. Сады 1990-2007 года посадки, схема размещения 5×4 м. Работу проводили согласно общепринятым программам и методикам: «Программа работ Северо-Кавказского селекционного центра по плодовым, ягодным, орехоплодным культурам и винограду на период до 2030 года»; «Современные методологические аспекты организации селекционного процесса в садоводстве и виноградарстве»; «Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур».

Обсуждение результатов. По результатам исследования за период 2018-2022 гг. масса плода изученных перспективных сортов варьировала от 8,6 г (Стимул) до 19,0 г (МП-118).

На основе многолетних данных все изученные сортоформы были ранжированы по массе плода на 3 группы: мелкоплодные, среднеплодные, крупноплодные (табл. 1.).

Таблица 1 – Группировка сортоформ ореха грецкого по признаку масса плода, среднее за 2018-2022 гг.

Группа	Мелкоплодные	Среднеплодные	Крупноплодные
Градация	8,1-10 г	10,1-12 г	12,1-14 г
Сорт, форма	Щедрый (9,7 г) Новинка (9,4 г) Стимул (8,6 г)	Дар Кубани (к) (11,3 г) Земляк (11,3 г) Находка (11,2 г) Тимур (11,2 г) Сокол (11,1 г) Яхонт (11,1 г) Теркин (10,6 г)	МП-118 (19,0 г) Русь (15,8 г) Славянин (13,8 г) Водник (13,6 г) Олимпиец (13,5 г) ЛП-40 (12,3 г)

К первой группе мелкоплодных форм ореха грецкого, масса плода у которых была в пределах от 8,1 до 10 г, нами были отнесены: Щедрый, Новинка, Стимул.

Во вторую группу среднеплодных, имеющих массу плода от 10,1 до 12 г, наряду с контрольным сортом Дар Кубани, нами включены Земляк, Находка, Тимур, Сокол, Яхонт, Теркин.

К третьей группе крупноплодных сортов, масса плода которых составила в пределах от 12,1-14 г, нами отнесены МП-118, Русь, Славянин, Водник, Олимпиец, ЛП-40 (рис. 1.).



Рис. 1. Плоды крупноплодной формы, МП-118 (19,0 г)

На основании полученных данных, в группу крупноплодных вошло шесть сортов: МП-118, Русь, Славянин, Водник, Олимпиец, ЛП-40.

В процессе освобождения ядер из скорлупы плодов ореха грецкого, разбитых под прессом, мы установили, что у всех сортов ядра извлекаются хорошо (целиком или половинками).

На основе полученных данных в ходе технического анализа по толщине скорлупы все изученные сорта были разделены на 3 группы:

- орехи с тонкой скорлупой (0,8-1,2 мм): Щедрый, Славянин, Тимур, Русь, Новинка, Теркин, Сокол, Яхонт, Находка, Стимул, Водник, ЛП-40.
- орехи со средней толщиной скорлупы (1,3 до 1,6 мм): Земляк, Олимпиец.
- орехи с толстой скорлупой (>1,7 мм): МП-118.

Технический анализ плодов ореха грецкого по процентному содержанию выхода ядра позволил разделить формы на 4 группы: с низким содержанием ядра; со средним содержанием ядра; с высоким и очень высоким показателем содержания ядра (табл. 2.).

Таблица 2 – Группировка сортоформ ореха грецкого по признаку «выход ядра», среднее за 2018-2022 гг.

Группа по признаку «выход ядра»	Градация, %	Сорт, форма
низкий	45-49,0	Олимпиец (48,9 %) Земляк (46,8 %)
средний	49,1-53,0	Дар Кубани (к) (51,9 %) Щедрый (52,4 %) Славянин (52,4 %) МП-118 (51,6 %)
высокий	53,1-56,0	Тимур (53,7 %) Русь (53,8 %) Новинка (53,5 %) Теркин (54,4 %) Сокол (54,3 %)
очень высокий	56,1 $\geq$	Яхонт (56,8 %) Находка (60,3 %) Стимул (58,4 %) Водник (56,7 %) ЛП-40 (57,8 %)

К группе с низким содержанием ядра (от 45 до 49 %) нами отнесены сорта Олимпиец и Земляк.

В группу со средним содержанием ядра (от 49,1 до 53,0 %), наряду с контрольным сортом Дар Кубани, вошли сорта Щедрый, Славянин, МП-118.

В группу с высоким содержанием ядра (от 53,1 до 56,0 %) мы внесли Тимур, Русь, Новинка, Теркин, Сокол.

В группу с очень высоким содержанием ядра – от 56,1 % и более, включены сорта Яхонт, Находка, Стимул, Водник, ЛП-40 (рис. 2.).



Рис. 2. Плоды сортоформы ЛП-40 с очень высоким % содержания ядра

Проведенный биохимический анализ по % содержанию жира у перспективных сортов ореха грецкого, позволил разделить сорта на три группы:

- масличные орехи (от 65 до 70 %): Теркин, Новинка, Славянин, Водник, Стимул, Щедрый, Земляк, Сокол, Русь, ЛП-40;
- средне масличные орехи (от 60 до 65 %): Олимпиец, Находка, Яхонт, Тимур;
- слабо масличные орехи (до 60 %): МП-118 (рис. 3.).

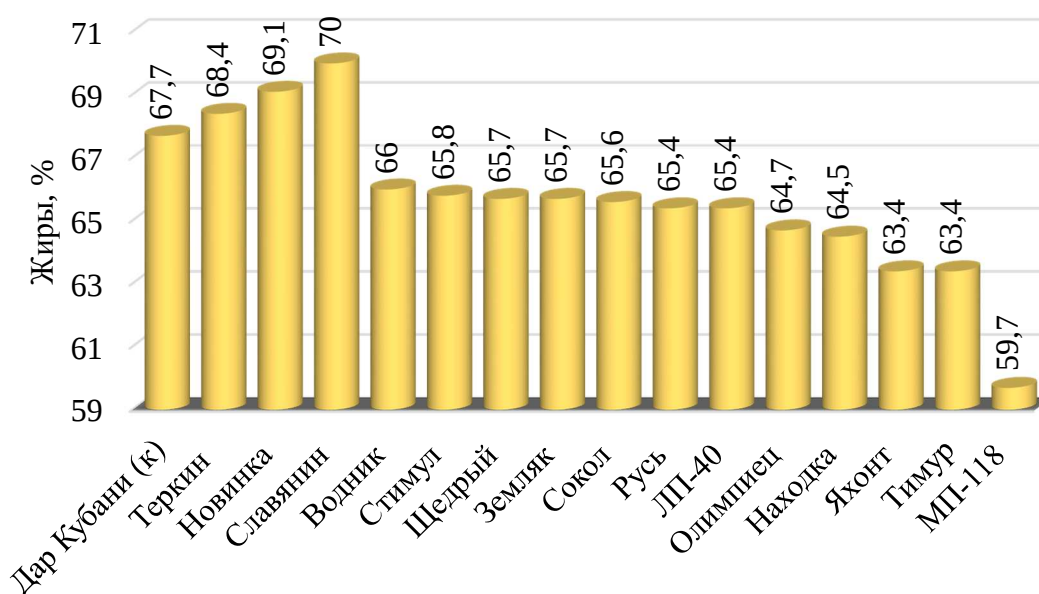


Рис. 3. Характеристика сортов ореха грецкого по содержанию жира в плодах (%), 2018-2022 гг.

Таким образом, по % содержанию жира в ядрах изученных сортоформ ореха грецкого 63 % было отнесено к группе масличных; 31 % – к группе средне масличных; 6 % – слабо масличных и 6 % – к группе высокомасличных (рис. 4.).

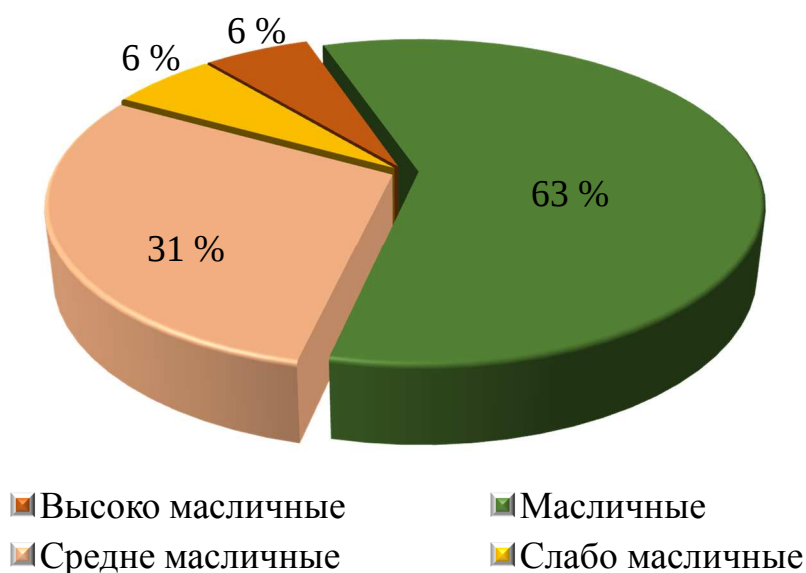


Рис. 4. Соотношение групп ореха грецкого по содержанию жира в ядрах, %

В результате проведенной дегустационной органолептической оценки, все сортоформы нами отмечены с хорошими вкусовыми показателями.

Выводы. Таким образом, проведенная комплексная оценка технического и биохимического состава плодов сортоформ ореха грецкого позволила нам выделить:

- по крупноплодности (от 12,1-14,0 г): МП-118, Русь, Славянин, Водник, Олимпиец, ЛП-40;
- по очень высокому и высокому содержанию ядра (от 53,1 до 56,1 %): Тимур, Русь, Новинка, Теркин, Сокол, Яхонт, Находка, Стимул, Водник, ЛП-40;
- по высокому содержанию жира (от 65 до 71 %): Теркин, Новинка, Славянин, Водник, Стимул, Щедрый, Земляк, Сокол, Русь, ЛП-40;
- по тонкокорой скорлупе (0,8-1,2 мм): Щедрый, Славянин, Тимур, Новинка, Теркин, Сокол, Яхонт, Находка, Стимул, Водник, ЛП-40, Русь.

Ядра всех изученных сортов из скорлупы извлекаются хорошо (целиком или половинками) и обладают хорошими вкусовыми данными.

Результаты изучения перспективных сортов ореха грецкого позволили нам отметить три перспективных сорта: Водник, Русь и ЛП-40 с комплексом хозяйственно ценных признаков (плоды крупные – 12,1-14 г, с тонкой скорлупой – 0,8-1,2 мм, высоким содержанием ядра от 53,1 до 56,1 % и высоким содержанием жира от 65 до 71 %). Все изученные сортоформы представляют интерес для селекции и производства, так же их можно рекомендовать в качестве источников для получения новых сортов.

Литература

1. Walnut fruit processing equipment: academic insights and perspectives / Liu M. et al. // Food Engineering Reviews. 2021. Vol. 13. P. 822-857. <https://doi.org/10.1007/s12393-020-09273-6>
2. Walnut (*Juglans regia* L.): genetic resources, chemistry, by-products / Martínez M. L. et al. // Journal of the Science of Food and Agriculture. 2010. Vol. 90. №. 12. P. 1959-1967 <https://doi.org/10.1002/jsfa.4059>
3. Diversity assessment and selection of superior Persian walnut (*Juglans regia* L.) trees of seedling origin from North-Western Himalayan region / Shah R. A. et al. // Resources, Environment and Sustainability. 2021. Vol. 3. 100015. <https://doi.org/10.1016/j.resenv.2021.100015>
4. Persian walnut phenology: effect of chilling and heat requirements on budbreak and flowering date / Hassankhah A. et al. // International Journal of Horticultural Science and Technology. 2017. Vol. 4, Issue 2. P. 259-271. <https://doi.org/10.22034/JON.2016.522944>
5. Balapanov I., Artykhova L. Management of walnut genetic resources to improve the efficiency of the breeding process in the South of Russia // E3S Web of Conferences. 2021. Vol. 254. 01024. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125401024>
6. Biganova S.G., Sukhorukikh Y.I., Pchikhachev E.K. Comparison of methods for selecting a promising walnut gene pool according to fruit quality. 2022. Vol. 183. № 2. P. 17-23. DOI: [10.30901/2227-8834-2022-2-17-23](https://doi.org/10.30901/2227-8834-2022-2-17-23)
7. Артюхова Л.В., Якуба Ю.Ф., Балапанов И.М. Оценка перспективных форм ореха грецкого селекции СКФНЦСВВ по качеству плодов [Электронный ресурс] // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2021. № 67(1). С. 55-65. Режим доступа: <http://journalkubansad.ru/pdf/21/01/05.pdf>. DOI: [10.30679/2219-5335-2021-1-67-55-65](https://doi.org/10.30679/2219-5335-2021-1-67-55-65) (дата обращения: 07.08.2023).
8. Программа работ Северо-Кавказского селекционного центра по плодовым, ягодным, орехоплодным культурам и винограду на период до 2030 года. Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2013. 139 с.
9. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орёл: ВНИИСПК, 1995. 504 с.
10. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орёл: ВНИИСПК, 1999. 608 с.
11. Методические подходы к оценке адаптивных признаков сортов ореха грецкого / А.П. Луговской [и др.] // Научные труды СКФНЦСВВ. 2019. Т. 25. С. 97-103. DOI [10.30679/2587-9847-2019-25-97-103](https://doi.org/10.30679/2587-9847-2019-25-97-103)

12. Pomogaybin A.V., Rodionova P.V., Kavelenova L.M. The preliminary results of quality assessment of walnut fruits formed in the botanical garden of Samara University using a microfocus X-ray method // Samara Journal of Science. 2022. Vol. 11. №. 1. P. 106-113. <https://doi.org/10.55355/snv2022111113>
13. Zhang S., Chen H., Pan C. Effects of the Source–Sink Relationship on Walnut Nut Quality at the Scale of the Fruit–Bearing Branch // Forests. 2022. Vol. 13, Issue 7. 1034. <https://doi.org/10.3390/f13071034>
14. Sinesio F., Moneta E. Sensory evaluation of walnut fruit // Food quality and preference. 1997. Vol. 8, Issue 1. P. 35-43. [https://doi.org/10.1016/S0950-3293\(96\)00005-5](https://doi.org/10.1016/S0950-3293(96)00005-5)
15. The selection of superior walnut (*Juglans regia* L.) genotypes as revealed by morphological characterization / Rezaei Z. et al. // Euphytica. 2018. Vol. 214. 69. <https://doi.org/10.1007/s10681-018-2153-z>
16. Valorization of traditional Italian walnut (*Juglans regia* l.) production: Genetic, nutritional and sensory characterization of locally grown varieties in the trentino region / Di Piero E. A. et al. // Plants. 2022. Vol. 11, Issue 15. 1986. <https://doi.org/10.3390/plants11151986>
17. Genetic variation among 54 eastern black walnut cultivars for phenological and morphological traits / Meier N. et al. // Journal of the American Society for Horticultural Science. 2022. Vol. 147, Issue 5. P. 281-289. <https://doi.org/10.21273/JASHS05242-22>
18. Assessment of total fat and fatty acids in walnuts using near-infrared hyperspectral imaging / Nogales-Bueno J. et al. // Frontiers in Plant Science. 2021. Vol. 12. 29880. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.729880>
19. Morphological and carpological variability of walnut germplasm (*Juglans regia* L.) collected in North-Eastern Italy and selection of superior genotypes / Poggetti L. et al. // Scientia Horticulturae. 2017. Vol. 225. P. 615-619. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.07.056>
20. Odor, tastes, nutritional compounds and antioxidant activity of fresh-eating walnut during ripening / Wei F. et al. // Scientia Horticulturae. 2022. Vol. 293. 110744. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110744>
21. Paunović S. M., Miletić R. K. Fruit characteristics of promising walnut genotypes from the region of Eastern Serbia // Genetika. 2023. Vol. 55, Issue 1. P. 193-202. <https://doi.org/10.2298/GENSR2301193P>

References

1. Walnut fruit processing equipment: academic insights and perspectives / Liu M. et al. // Food Engineering Reviews. 2021. Vol. 13. P. 822-857. <https://doi.org/10.1007/s12393-020-09273-6>
2. Walnut (*Juglans regia* L.): genetic resources, chemistry, by-products / Martínez M.L. et al. // Journal of the Science of Food and Agriculture. 2010. Vol. 90. №. 12. P. 1959-1967 <https://doi.org/10.1002/jsfa.4059>
3. Diversity assessment and selection of superior Persian walnut (*Juglans regia* L.) trees of seedling origin from North-Western Himalayan region / Shah R.A. et al. // Resources, Environment and Sustainability. 2021. Vol. 3. 100015. <https://doi.org/10.1016/j.resenv.2021.100015>
4. Persian walnut phenology: effect of chilling and heat requirements on budbreak and flowering date / Hassankhah A. et al. // International Journal of Horticultural Science and Technology. 2017. Vol. 4, Issue 2. P. 259-271. <https://doi.org/10.22034/JON.2016.522944>
5. Balapanov I., Artykhova L. Management of walnut genetic resources to improve the efficiency of the breeding process in the South of Russia // E3S Web of Conferences. 2021. Vol. 254. 01024. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125401024>

6. Biganova S. G., Sukhorukikh Y. I., Pchikhachev E. K. Comparison of methods for selecting a promising walnut gene pool according to fruit quality. 2022. Vol. 183. № 2. P. 17-23. DOI:[10.30901/2227-8834-2022-2-17-23](https://doi.org/10.30901/2227-8834-2022-2-17-23)
7. Artyukhova L. V., Yakuba Yu. F., Balapanov I. M. The assessment of walnut promising forms of NCFSRCHVW breeding by fruit quality [Electronic resource] // Fruit growing and viticulture of South Russia. 2021. № 67(1). P. 55-65. Available at: <http://journalkubansad.ru/pdf/21/01/05.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2021-1-67-55-65 (accessed date: 07.08.2023) (in Russian)
8. 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)
9. Program and methodology of fruit, berry and nut crops breeding. Orel: VNIISPK, 1995. 504 p. (in Russian)
10. Program and methods of variety study of fruit, berry and nut crops. Orel: VNIISPK, 1999. 608 p. (in Russian)
11. Methodological approaches to the assessment of adaptive traits of Persian walnut varieties / Lugovskoy A.P. et al. // Scientific works of NCFSCHVW. 2019. Vol. 25. P. 97-103. DOI: 10.30679/2587-9847-2019-25-97-103 (in Russian)
12. Pomogaybin A. V., Rodionova P. V., Kavelenova L. M. The preliminary results of quality assessment of walnut fruits formed in the botanical garden of Samara University using a microfocus X-ray method // Samara Journal of Science. 2022. Vol. 11. №. 1. P. 106-113. <https://doi.org/10.55355/snv2022111113>
13. Zhang S., Chen H., Pan C. Effects of the Source–Sink Relationship on Walnut Nut Quality at the Scale of the Fruit–Bearing Branch // Forests. 2022. Vol. 133, Issue 7. 1034. <https://doi.org/10.3390/f13071034>
14. Sinesio F., Moneta E. Sensory evaluation of walnut fruit // Food quality and preference. 1997. Vol. 8, Issue 1. P. 35-43. [https://doi.org/10.1016/S0950-3293\(96\)00005-5](https://doi.org/10.1016/S0950-3293(96)00005-5)
15. The selection of superior walnut (*Juglans regia* L.) genotypes as revealed by morphological characterization / Rezaei Z. et al. // Euphytica. 2018. Vol. 214. 69. <https://doi.org/10.1007/s10681-018-2153-z>
16. Valorization of traditional Italian walnut (*Juglans regia* L.) production: Genetic, nutritional and sensory characterization of locally grown varieties in the trentino region / Di Pierro E. A. et al. // Plants. 2022. Vol. 11, Issue 15. P. 1986. <https://doi.org/10.3390/plants11151986>
17. Genetic variation among 54 eastern black walnut cultivars for phenological and morphological traits / Meier N. et al. // Journal of the American Society for Horticultural Science. 2022. Vol. 147, Issue 5. P. 281-289. <https://doi.org/10.21273/JASHS05242-22>
18. Assessment of total fat and fatty acids in walnuts using near-infrared hyperspectral imaging / Nogales-Bueno J. et al // Frontiers in Plant Science. 2021. Vol. 12. 729880. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.729880>
19. Morphological and carpological variability of walnut germplasm (*Juglans regia* L.) collected in North-Eastern Italy and selection of superior genotypes / Poggetti L. et al. // Scientia Horticulturae. 2017. Vol. 225. P. 615-619. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.07.056>
20. Odor, tastes, nutritional compounds and antioxidant activity of fresh-eating walnut during ripening / Wei F. et al. // Scientia Horticulturae. 2022. Vol. 293. 110744. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110744>
21. Paunović S. M., Miletić R. K. Fruit characteristics of promising walnut genotypes from the region of Eastern Serbia // Genetika. 2023. Vol. 55, Issue 1. P. 193-202. <https://doi.org/10.2298/GENSR2301193P>