

УДК 634. 511

Селекционная оценка гибридных форм ореха грецкого на урожайность по комплексу признаков

Л.В. Артюхова¹ , Е.В. Ульяновская¹

¹ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», 350901, ул. им. 40-летия Победы, 39, г. Краснодар, Россия, kubansad@kubannet.ru

Аннотация

Грецкий орех считается самым распространенным видом среди орехоплодных культур и обладает множеством полезных качеств, которые выделяют его среди других орехоплодных. Несмотря на успешные достижения в селекции грецкого ореха по ряду важных признаков, необходимо получение скороплодных, урожайных форм с латеральным (боковым) типом расположением плодов. Цель исследования – выделить урожайные и скороплодные формы грецкого ореха, характеризующиеся латеральным типом плодоношения. Изучение проводили в опытном хозяйстве ЗАО ОПХ «Центральное» ФГБНУ СКФНЦСВВ, расположенном в городе Краснодар, согласно общепринятым программам и методикам: «Современные методологические аспекты организации селекционного процесса в садоводстве и виноградарстве», «Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур». Представлены данные многолетнего (2020...2024 гг.) изучения 12 гибридных форм ореха грецкого, полученных в СКФНЦСВВ, имеющих различное происхождение, по нескольким хозяйственным признакам: скороплодность, урожайность, тип плодоношения. Выделены урожайные, скороплодные формы: 17-3-48, 17-3-16, 17-3-22, 17-3-19, обладающие латеральным типом плодоношения. Сравнением средних значений урожайности множественным ранговым тестом выявлено, что урожайность гибридов ореха грецкого с латеральным типом плодоношения статистически достоверно выше в сравнении с другим типом плодоношения. Данное исследование подчеркивает важность селекционной работы по подбору скороплодных, урожайных селекционных форм с латеральным плодоношением, позволяющих наиболее эффективно использовать имеющиеся биологические ресурсы.

Ключевые слова: гибридные формы, селекция, орех грецкий, урожайность, скороплодность, латеральное плодоношение

Breeding assessment of walnut hybrid forms for yield by a set of characteristics

L.V. Artyukhova¹ , E.V. Ulianovskaya¹

¹North Caucasus Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, and Winemaking, 350901, 40-Ietiya Pobedy str., 39, Krasnodar, Russia, kubansad@kubannet.ru

Abstract

Walnuts are considered to be the most common species among nut crops and they have many beneficial qualities that distinguish them among other nut crops. Despite the successful achievements in the walnut breeding in a number of important traits, it is necessary to obtain precocious and productive forms with a lateral type of fruiting. The purpose of the study is to distinguish productive and early fruiting walnut forms that are characterized by the lateral type of fruiting. The study was conducted in the Krasnodar experimental farm of the closed joint stock company "Centralnoye" of the NCFSCHVW according to generally accepted programs and

methodology: “Modern methodological aspects of organizing the breeding process in horticulture and viticulture” and “Program and methodology of fruit, berry and nut variety study”. The results of a long-term (2020—2024) study of 12 hybrid NCFSCHVW walnuts of various origin are presented for several economic traits: early fruiting, productivity and type of fruiting. Productive and precocious hybrids 17-3-48, 17-3-16, 17-3-22 and 17-3-19 with a lateral type of fruiting have been selected. A comparison of the average yield values with a multiple rank test has revealed that the yield of walnut hybrids with a lateral type of fruiting is statistically reliably higher in comparison to a different type of fruiting. This study emphasizes the importance of breeding work on the selection of precocious and productive breeding forms with lateral fruiting, allowing the most effective use of existing biological resources.

Key words: hybrid forms, breeding, walnut, yield, early fruiting, lateral fruiting

Введение

Грецкий орех – наиболее распространенная орехоплодная культура с богатым спектром хозяйственных признаков и высокой пищевой ценностью, что значительно выделяет её среди прочих представителей семейства *Juglans regia* L. Орех грецкий занимает обширные площади по сравнению с другими представителями семейства благодаря своему широкому экологическому диапазону, ценности древесины и высокому содержанию питательных веществ в плодах (Биганова и др., 2015; Луговской и др., 2019; Заремук и др., 2020).

Несмотря на значительные достижения мировой селекции по улучшению качества плодов, по-прежнему актуальны задачи повышения адаптивности и стабильности плодоношения культуры, позволяющие гарантировать реализацию имеющегося потенциала продуктивности. Так, по мнению А.П. Луговского, С.Г. Бигановой, Ю.И. Сухоруких урожайность сортового сортимента грецкого ореха в южной зоне садоводства сильно колеблется из года в год (Биганова и др., 2015). Это объясняется не только экономическими факторами, но и значительными изъянами существующего сортимента, в том числе недостаточным количеством скороплодных сортов с латеральным плодоношением (Луговской и др., 2019; Cosmulescu et al., 2021; Janković et al., 2021).

Скороплодные формы грецкого ореха являются интересным объектом для селекционного изучения. Значительная работа была проведена учеными-селекционерами С.С. Калмыковым и В.С. Шевченко по отбору в Центральной Азии форм с латеральным плодоношением, способность которых к раннему плодоношению, начиная со второго – четвертого года жизни, а также наличие вторичного цветения и плодоношения открывают новые возможности для селекции и увеличения объемов качественного урожая (Мамаджанов, 2011). Эти сорта не только сокращают время до получения плодов, но и могут адаптироваться к различным климатическим условиям, что делает их особенно ценными в условиях климатических изменений (Fallah et al., 2022; Hakimi et al., 2024). Важным является акцент на улучшение качества плодов, получаемых при вторичном цветении, что позволяет им стать полноценным дополнением к основному урожаю, а не просто объектом для изучения аномалий в цветении (Calvo et al., 2022; Inobatov et al., 2023; Mir et al., 2023).

Принимая во внимание все описанные характеристики быстрорастущих сортов грецкого ореха с боковым плодоношением, следует признать, что эффективное включение этой особенности в селекционную работу не только расширяет генетический фонд, но и создает перспективные возможности для стабильного получения урожая. Таким образом, задача изучения гибридных форм, полученных от интродуцированных генотипов грецкого ореха, обладающих признаками латерального плодоношения и скороплодности, используя для выявления ценных для селекции и производства генотипов с высокой урожайностью.

Цель исследования – выделить урожайные и скороплодные формы грецкого ореха, характеризующиеся латеральным типом плодоношения.

Материалы и методика

В рамках исследования были изучены 12 гибридных форм ореха грецкого: 17-3-12, 17-3-13, 17-3-16, 17-3-19, 17-3-22 (Я-Б-84 св. оп. – сеянец сорта Бостандыкский); 17-3-48 (Дачный св. оп. – сеянец сорта Идеал); 17-3-40 (Я-Ю-50 св. оп. – сеянец сорта Юбилейный); 17-2-1, 17-2-17, 17-2-11 (из семьи Я-Р-22 – сеянец сорта Родина); 17-2-35, 17-2-26 (сеянец сорта Идеал св. оп. – отобран в садах Бостандыкского района). В качестве контроля – районированный сорт Родина. Гибридные формы были предварительно отобраны нами по максимальному проявлению или сочетанию нескольких хозяйственно ценных признаков (скороплодности, позднему сроку начала вегетации, устойчивости к абиотическим и биотическим стрессовым воздействиям окружающей среды, урожайности, латеральному плодоношению, крупноплодности и т.д.) среди 684 гибридных сеянцев, полученных ранее в СКФНЦСВВ под руководством Луговского А.П. группой селекционеров. Посадка 2014 года, схема посадки 5 × 4 м. Наблюдения проводили с 2020 по 2024 год. На экспериментальном участке, где проводили исследование гибридов грецкого ореха, преобладает выщелоченный чернозем, отличающийся сверхмощностью, низким содержанием гумуса и легкого глинистой структурой. Выщелоченные черноземы в целом характеризуются подходящими агрофизическими и агрохимическими параметрами, создающими благоприятные условия для активного роста и плодоношения грецкого ореха.

НИР проводили в центре коллективного пользования «Исследовательско-селекционная коллекция генетических ресурсов садовых культур» (ЦКП ИСК ГРСК, в опытном хозяйстве ЗАО ОПХ «Центральное» ФГБНУ СКФНЦСВВ, расположенном в городе Краснодар) согласно общепринятым программам и методикам: «Современные методологические аспекты организации селекционного процесса в садоводстве и виноградарстве» (Луговской, Сухоруких, 2012); «Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (Луговской и др., 1999).

Результаты и их обсуждение

Ключевым фактором, значительно влияющим на урожайность, является латеральный тип плодоношения (Pramanick et al., 2021). Это явление проявляется в том, что женские цветки формируются не только на верхушечных, а практически на всех пазушных почках зеленого побега. В результате орехи расположены вдоль всей длины ветви, где на конце латеральных побегов созревают плоды. Эти ветви могут плодоносить на протяжении нескольких сезонов. Деревья с латеральным плодоношением отличает очень короткий ювенильный период: всего через три – четыре года после высадки они демонстрируют высокий урожай. На сегодняшний день 80% сортов грецкого ореха, имеющих в развитых странах, проявляют латеральное плодоношение (Žalac et al., 2021; Manthos et al., 2023). Исследования в области латерального плодоношения представляют собой перспективное направление селекции (Wang et al., 2023).

Результаты многолетних исследований оценки скороплодности, типа плодоношения и урожайности 12 гибридов ореха грецкого позволили распределить их на группы по степени проявления хозяйственных признаков.

В ходе исследования выявлено, что средняя урожайность изученных гибридных форм грецкого ореха варьировала от 0,53 т/га (17-2-17) до 2,3 т/га (17-3-48). Все образцы были распределены нами в зависимости от уровня урожайности на высокоурожайные, среднеурожайные и низкоурожайные (рисунок 1).

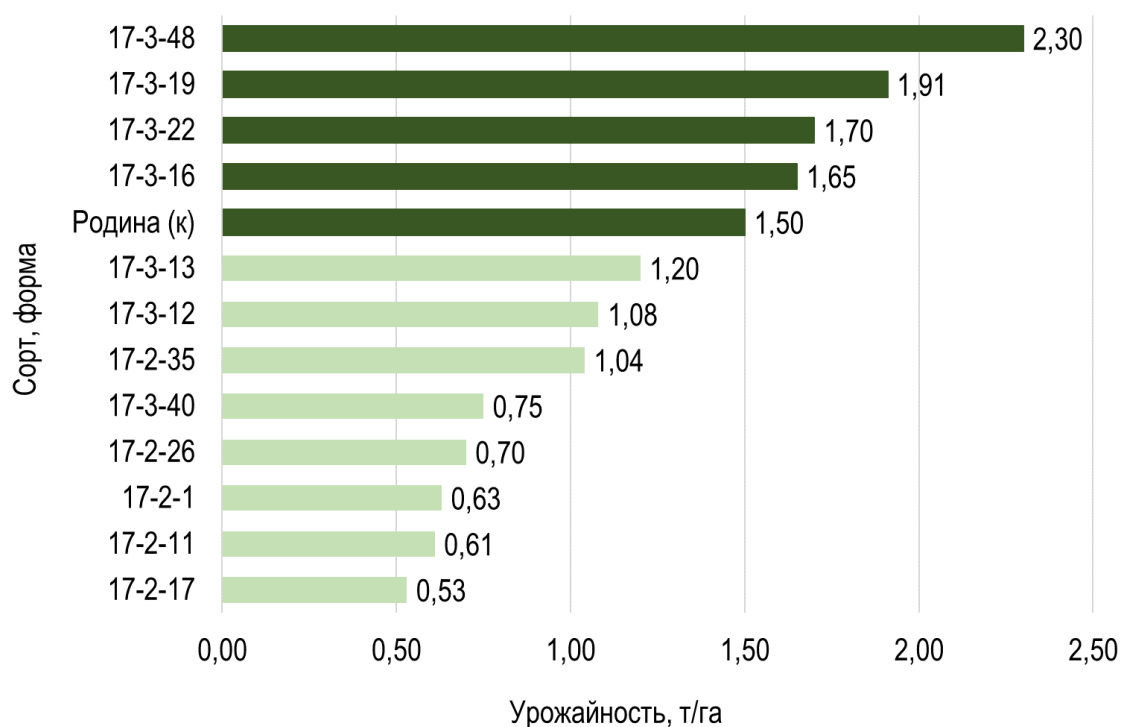


Рисунок 1 – Средняя урожайность гибридных форм ореха грецкого с 2020 по 2024 годы

К высокоурожайным генотипам, имеющим урожайность от 1,50 т/га (Родина) до 2,30 т/га (17-3-48), нами отнесены, наряду с контрольным образцом Родина, 17-3-16, 17-3-22, 17-3-19 и 17-3-48.

Во вторую группу, со средней урожайностью в пределах от 1,04 т/га до 1,20 т/га, вошли три образца: 17-2-35, 17-3-12 и 17-3-13. В группу с низкой урожайностью (от 0,53 т/га до 0,75 т/га) включены генотипы: 17-2-17, 17-2-11, 17-2-1, 17-2-26 и 17-3-40. По результатам 5-летних наблюдений было установлено, что урожайные среди изученных образцов гибриды составляют 39 %, среднеурожайные – 38 %, а низкоурожайные – 23 % (рисунок 2).

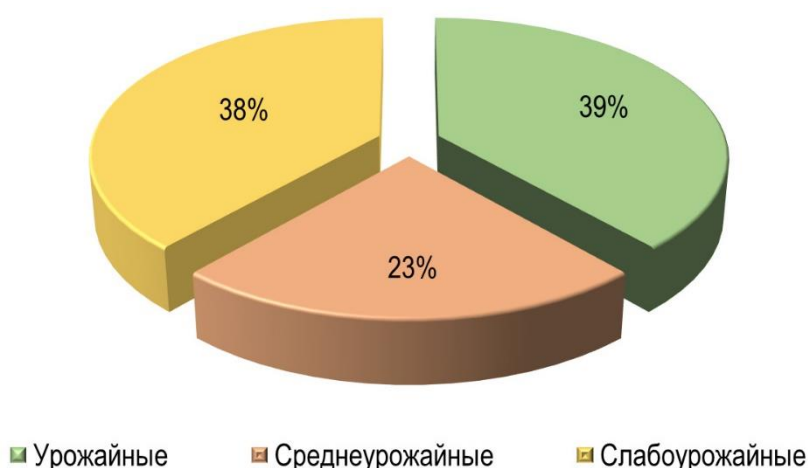


Рисунок 2 – Распределение изученных гибридов ореха грецкого на группы по признаку «урожайность», %

Год вступления в плодоношение у гибридов варьировал от 4 до 6 лет. Большая часть форм: 17-2-17, 17-2-26, 17-2-35, 17-3-16, 17-3-22, 17-3-19, 17-3-48 была отнесена в категорию

вступивших в плодоношение на четвертый год. Примечательно, что большинство выделенных нами скороплодных форм имеют в качестве материнской формы сорт Идеал или созданный на его основе сорт Дачный, а также материнскую форму Я-Б-84. В пятилетнем возрасте плодоношение отмечено у сеянцев: 17-2-1, 17-3-12, 17-3-13. На шестой год плодоношение было зафиксировано у образцов: 17-2-11, 17-3-40, включая контроль Родина (рисунок 3).

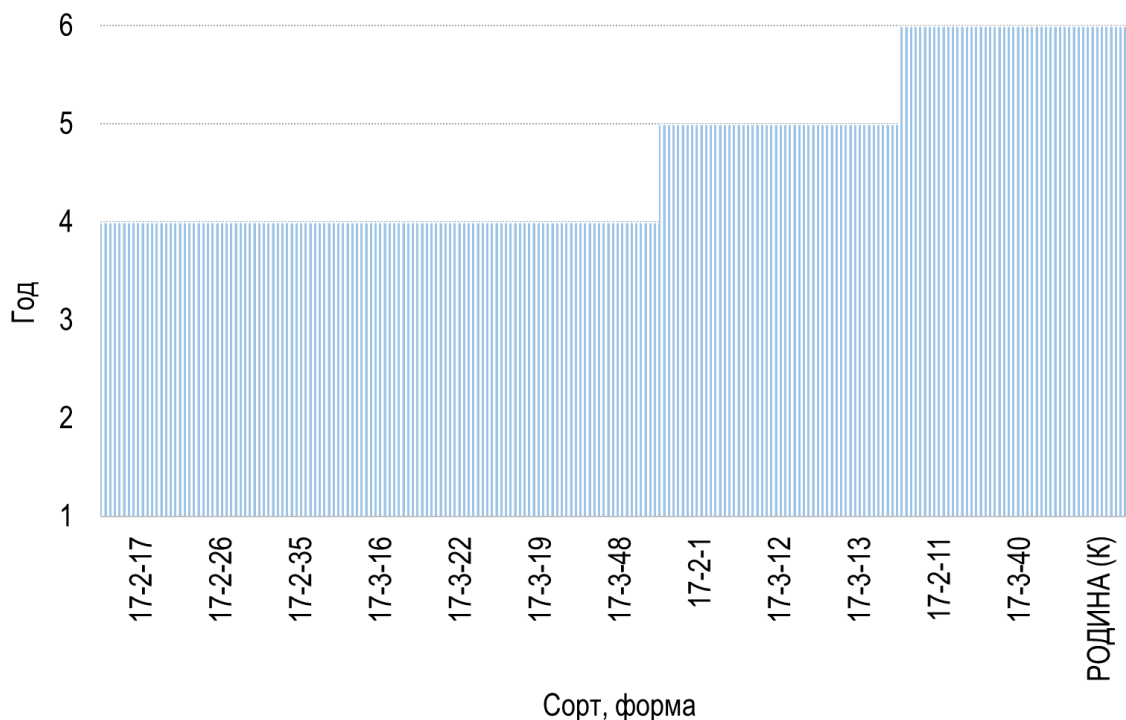


Рисунок 3 – Вступление в плодоношение у гибридных форм ореха грецкого, год

В ходе исследования выделены группы грецкого ореха по типу плодоношения: с верхушечно-боковым, верхушечно-приверхушечным и боковым (рисунок 4).

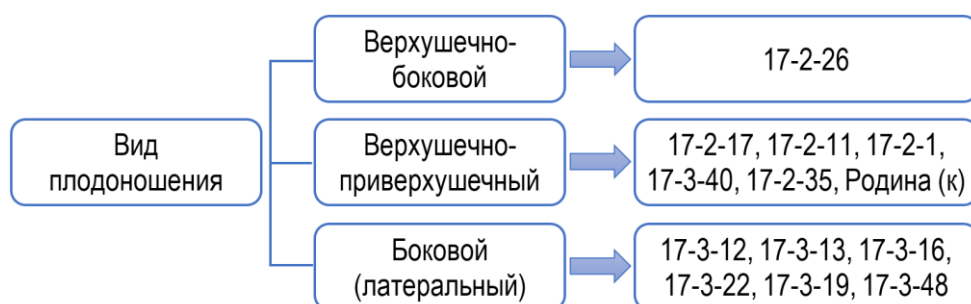


Рисунок 4 – Варианты формирования плодов у грецкого ореха (тип плодоношения)

Верхушечно-боковое плодоношение наблюдалось у формы 17-2-26. Верхушечно-приверхушечное плодоношение было выявлено у гибридов: 17-2-17, 17-2-11, 17-2-1, 17-3-40, 17-2-35 и у контрольного образца Родина. Большинство гибридов: 17-3-12, 17-3-13, 17-3-16, 17-3-22, 17-3-19, 17-3-48 имеют боковой или латеральный тип плодоношения. Все вышеперечисленные выделенные гибриды получены на основе формы Я-Б-84, созданной с

участием сорта Бостандыкский, за исключением гибрида 17-3-48, полученного на основе сорта Дачный.

Количественная оценка влияния фактора «год исследования» на урожайность форм ореха грецкого с помощью дисперсионного анализа позволила установить, что условия года статистически достоверно влияют на урожайность и вносят 42,9 % в общую изменчивость этого признака. В то же время оценка влияния фактора «тип плодоношения» на урожайность гибридных форм выявила значительно меньший, практически в 2 раза, вклад в общую изменчивость признака «урожайность», составляющий 23,5 %. Сравнение средних значений урожайности множественным ранговым тестом выявило, что урожайность форм ореха грецкого с латеральным типом плодоношения статистически достоверно выше, чем у форм, обладающих другим типом плодоношения.

Заключение

Исследование показало, что гибридные формы грецкого ореха обладают разной степенью скороплодности, урожайности и типом плодоношения. Формы с высокой урожайностью, такие как: 17-3-16, 17-3-22, 17-3-19, 17-3-48, обладают также набором положительных селекционно значимых признаков, среди которых стоит отметить скороплодность – вступление в плодоношение уже с четвертого года жизни и латеральным типом плодоношения. Данные гибридные формы представляют большой интерес для селекции и производства.

Финансирование

Работа выполнена в рамках Государственного задания № 0498-2022-0001 ФГБНУ СКФНЦСВВ.

Funding

The research was part of State Assignment No 0498-2022-0001 FSBSI NCFSCHVW.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of the interests: the authors declare that there is no conflict of interest.

Литература

1. Биганова С.Г., Сухоруких Ю.И., Луговской А.П. Современные тенденции селекции ореха грецкого в России // Современные проблемы науки и образования. 2015. 2-1. 531-531. <https://elibrary.ru/uhxemx>
2. Заремук Р.Ш., Артюхова Л.В., Балапанов И.М. Селекционная оценка гибридных форм ореха грецкого // Плодоводство и виноградарство юга России. 2020. 66. 28-38. <https://doi.org/10.30679/2219-5335-2020-6-66-28-38>
3. Луговской А.П., Артюхова Л.В., Балапанов И.М. Оценка индекса урожайности перспективных селекционных форм ореха грецкого с выраженным латеральным плодоношением в условиях Северного Кавказа // Селекция и сорторазведение садовых культур. 2019. 6, 1. 67-69. <https://elibrary.ru/nulprq>
4. Луговской А.П., Балапанов И.М., Артюхова Л.В. Латеральное плодоношение в селекции ореха грецкого // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. 2019. 23. 77-79. <https://doi.org/10.30679/2587-9847-2019-23-77-79>

5. Мамаджанов Д.К. О скороплодных формах ореха грецкого // Вестник Кыргызского национального аграрного университета. 2011. 2. 9-13. <http://centralasia.biodiversityinternational.org/fileadmin/templates/centralasia.net/upload/Resources/CW/2174-0006.pdf#page=14>
6. Луговской А.П., Махно В.Г., Денисов В.П. Орехоплодные культуры // Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК, 1999. 493-534. <https://elibrary.ru/yhaqjd>
7. Луговской А.П., Сухоруких Ю.И. Орех грецкий // Современные методологические аспекты организации селекционного процесса в садоводстве и виноградарстве: монография. Краснодар: СКЗНИИСИВ, 2012. 378-398. <https://elibrary.ru/pychdd>
8. Calvo F.E., Trentacoste E.R., Silvente S.T. Vegetative growth, yield, and crop water productivity response to different irrigation regimes in high density walnut orchards (*Juglans regia* L.) in a semi-arid environment in Argentina // Agricultural Water Management. 2022. 274. 107969. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2022.107969>
9. 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. 68. 6. 2289-2297. <https://doi.org/10.1007/s10722-021-01209-1>
10. Fallah M., Vahdati K., Hasani D., Rasouli M., Sarikhani S. Breeding of Persian walnut: Aiming to introduce late-leaving and early-harvesting varieties by targeted hybridization // Scientia Horticulturae. 2022. 295. 110885. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.110885>
11. Hakimi Y., Taheri Z., Rahmani A. Morphological, pomological, and biochemical evaluation of several superior walnut (*Juglans regia* L.) genotypes // Genetic Resources and Crop Evolution. 2024. 71. 3361-3381. <https://doi.org/10.1007/s10722-023-01836-w>
12. Inobatov A., Ziyadullaev I. Improving the methodology for predicting the yield of walnuts in farms based on econometric models // E3S Web of Conferences. 2023. 376. 02001. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202337602001>
13. Janković S., Stanković J., Janković D., Milatović D. Morphology and morphogenesis of female reproductive organs in some walnut (*Juglans regia* L.) genotypes // Scientia Horticulturae. 2021. 289. 110471. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110471>
14. Kumar P., Sharma S., Sharma S., Verma P., Irfan M. Hormonal, biochemical, and genetic regulations of walnut fruit development and ripening: an integrated perspective // Acta Physiologiae Plantarum. 2024. 46. 100. <https://doi.org/10.1007/s11738-024-03730-z>
15. Manthos I., Rouskas D., Sotiropoulos T., Botu M. Description of two promising walnut (*Juglans regia* L.) selections with lateral bud fruitfulness and large nuts // Horticulturae. 2023. 9. 7. 820. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9070820>
16. Mir M.M., Parveze M.U., Iqbal U., Rehman M.U., Kumar A., Simnani S.A., Bhat M.A. Development and Selection of Rootstocks // Temperate Nuts. Singapore: Springer. 2023. 45-78. https://doi.org/10.1007/978-981-19-9497-5_3
17. Pramanick K.K., Shukla A.K., Watpade S., Patial M., Kumar J. Selection of walnut (*Juglans regia* L.) for lateral bearing and cluster bearing habit // International Journal of Tropical Agriculture. 2021. 39, 4. 387-391. https://serialsjournals.com/abstract/81986_30_kk_pramanik.pdf
18. Wang Y.T., Bailey B.N., Fu K., Shackel K. Topological and spatial analysis of within-tree fruiting characteristics for walnut trees // Scientia Horticulturae. 2023. 318. 112127. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.112127>
19. Žalac H., Burgess P., Graves A., Giannitsopoulos M., Paponja I., Popović B., Ivezić, V. Modelling the yield and profitability of intercropped walnut systems in Croatia // Agroforestry systems. 2021. 97. 297-290. <https://doi.org/10.1007/s10457-021-00611-z>

References

1. Biganova, S.G., Sukhoruki, Yu.I., & Lugovskaya, A.P. (2015). Modern selection trends of walnut in Russia. *Modern problems of science and education*, 2-1, 531-531. <https://elibrary.ru/uhxemx>. (In Russian, English abstract).
2. Zaremk, R.Sh., Artyukhova, L.V., & Balapanov, I.M. (2020). Selective evaluation of hybrid forms of Persian walnut. *Fruit Growing and Viticulture in the South of Russia*, 66(6), 28-38. <https://doi.org/10.30679/2219-5335-2020-6-66-28-38>. (In Russian, English abstract).
3. Lugovskoy, A.P., Artyukhova, L.V., & Balapanov, I.M. (2019). Yield estimation of promising lateral fruiting walnut genotypes from the North Caucasus. *Breeding and Variety Cultivation of Fruit and Berry Crops*, 6(1), 67-69. <https://elibrary.ru/nulprq>. (In Russian, English abstract).
4. Lugovskoy, A.P., Balapanov, I.M., & Artyukhova, L.V. (2019). Lateral fruiting in the Persian walnut breeding. *Scientific Works of the North Caucasus Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking*, 23, 77-79. <https://doi.org/10.30679/2587-9847-2019-23-77-79>. (In Russian, English abstract).
5. Mamadzhaynov, D.K. (2011). About the urgent forms of walnuts of walnut. *Vestnik of the Kyrgyz National Agrarian University*, 2, 9-13. <http://centralasia.biodiversityinternational.org/fileadmin/templates/centralasia.net/upload/Resources/CW/2174-0006.pdf#page=14> (In Russian, English abstract).
6. Lugovskoy, A.P., Makhno, V.G., & Denisov, V.P. (1999). Nut crops. In E.N. Sedov, T.P. Ogoltsova (Eds.), *Program and Methods of Variety Investigation of Fruit, Berry and Nut Crops* (pp. 493-534). VNIISP. <https://elibrary.ru/yhaqjd>. (In Russian).
7. Lugovskoy, A.P., & Sukhorukikh, Yu.I. (2012). Persian walnut. In *Modern Methodological Aspects of the Organization of the Breeding Process in Horticulture and Viticulture*. (pp. 378-398). <https://elibrary.ru/psychdd>. (In Russian).
8. Calvo, F.E., Trentacoste, E.R., & Silvente, S.T. (2022). Vegetative growth, yield, and crop water productivity response to different irrigation regimes in high density walnut orchards (*Juglans regia* L.) in a semi-arid environment in Argentina. *Agricultural Water Management*, 274, 107969. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2022.107969>
9. Cosmulescu, S., & Ionescu, M. (2021). 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*, 68(6), 2289-2297. <https://doi.org/10.1007/s10722-021-01209-1>
10. Fallah, M., Vahdati, K., Hasani, D., Rasouli, M., & Sarikhani, S. (2022). Breeding of Persian walnut: Aiming to introduce late-leaving and early-harvesting varieties by targeted hybridization. *Scientia Horticulturae*, 295, 110885. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.110885>
11. Hakimi, Y., Taheri, Z., & Rahmani, A. (2024). Morphological, pomological, and biochemical evaluation of several superior walnut (*Juglans regia* L.) genotypes. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 71, 3361-3381. <https://doi.org/10.1007/s10722-023-01836-w>
12. Inobatov, A., & Ziyadullaev, I. (2023). Improving the methodology for predicting the yield of walnuts in farms based on econometric models. *E3S Web of Conferences*, 376, 02001. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202337602001>
13. Janković, S., Stanković, J., Janković, D., & Milatović, D. (2021). Morphology and morphogenesis of female reproductive organs in some walnut (*Juglans regia* L.) genotypes. *Scientia Horticulturae*, 289, 110471. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110471>
14. Kumar, P., Sharma, S., Sharma, S., Verma, P., & Irfan, M. (2024). Hormonal, biochemical, and genetic regulations of walnut fruit development and ripening: an integrated perspective. *Acta Physiologiae Plantarum*, 46, 100. <https://doi.org/10.1007/s11738-024-03730-z>

15. Manthos, I., Rouskas, D., Sotiropoulos, T., & Botu, M. (2023). Description of two promising walnut (*Juglans regia* L.) selections with lateral bud fruitfulness and large nuts. *Horticulturae*, 9(7), 820. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9070820>
16. Mir, M.M., Parveze, M.U., Iqbal, U., Rehman, M.U., Kumar, A., Simnani, S.A., & Bhat, M.A. (2023). Development and Selection of Rootstocks. In *Temperate Nuts* (pp. 45-78). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-19-9497-5_3
17. Pramanick, K. K., Shukla, A. K., Watpade, S., Patial, M., & Kumar, J. (2021). Selection of walnut (*Juglans regia* L.) for lateral bearing and cluster bearing habit. *International Journal of Tropical Agriculture*, 39(4), 387-391. https://serialsjournals.com/abstract/81986_30_kk_pramanik.pdf
18. Wang, Y.T., Bailey, B.N., Fu, K., & Shackel, K. (2023). Topological and spatial analysis of within-tree fruiting characteristics for walnut trees. *Scientia Horticulturae*, 318, 112127. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.112127>
19. Žalac, H., Burgess, P., Graves, A., Giannitsopoulos, M., Paponja, I., Popović, B., & Ivezić, V. (2021). Modelling the yield and profitability of intercropped walnut systems in Croatia. *Agroforestry Systems*, 97, 297-290. <https://doi.org/10.1007/s10457-021-00611-z>

Авторы:

Лариса Викторовна Артюхова, младший научный сотрудник, лаборатории сортоизучения и селекции садовых культур, ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», Larisa.Artyuhova@yandex.ru
SPIN: 7124-9854
ORCID: 0009-0008-5392-4377

Елена Владимировна Ульяновская, доктор сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией сортоизучения и селекции садовых культур, ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», ulyanovskaya_e@mail.ru
SPIN: 5577-5173
ORCID: 0000-0003-3987-7363

Authors details:

Larisa Viktorovna Artyukhova, junior researcher, laboratories varietalization and selection of garden crops, FSBNU "North Caucasus Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, and Winemaking", Larisa.Artyuhova@yandex.ru
SPIN: 7124-9854
ORCID: 0009-0008-5392-4377

Elena Vladimirovna Ulyanovskaya, Doctor of Agricultural Sciences, Head of the Laboratory of Varietalization and Selection of Garden Cultures, FGBNU " North Caucasus Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, and Winemaking ", ulyanovskaya_e@mail.ru
SPIN: 5577-5173
ORCID: 0000-0003-3987-7363

Отказ от ответственности: заявления, мнения и данные, содержащиеся в публикации, принадлежат исключительно авторам и соавторам. ФГБНУ ВНИИСПК и редакция журнала снимают с себя ответственность за любой ущерб людям и/или имуществу в результате использования любых идей, методов, инструкций или продуктов, упомянутых в контенте.