

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-1-157-165>

УДК 634.51:631.547.5

© 2024



Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interests

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Разнообразие отдельных показателей плодов ореха грецкого при отборе по различным методикам

Юрий И. Сухоруких, Светлана Г. Биганова*

*ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»
Ул. Первомайская, 191, г. Майкоп, 385000, Российская Федерация*

Аннотация. Грецкий орех (*Juglans regia* L.) является особо ценным растением для человека. Это обусловлено его многогранными полезными свойствами и качествами как пищевого, лекарственного, технического, рекреационного и природоохранного древесного вида. Основная цель разведения ореха – получение высококачественных плодов. В Российской Федерации для отбора особей, обеспечивающих такую продукцию, в основном используются две методики: методика 1 – «Программа и методика селекции ореха грецкого» (Сухоруких и др., 2007) и методика 2 – «Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (1999). Целью исследования является изучение разнообразия выделяемых на основе методик 1, 2 перспективных форм ореха грецкого по вкусу, извлекаемости ядра и общего балла селекционной ценности (качества) плодов. Другие признаки, оцениваемые идентично или сходно, не рассматриваются. Объектом исследования служили литературные данные авторов оценки качества орехов по методике 1, 2. Для статистической обработки использовали программу Stadia 8.0/prof., графического построения – Microsoft Excel. Разнообразие оценивали по коэффициентам вариации и индексам распределенного рангового разнообразия (IRRR) на основе известных методов. Установлено, что коэффициенты вариации изучаемых показателей, оцененные по различным методикам, не имели достоверного статистического отличия, а селекционные градации вкуса и извлекаемости ядра распределились одинаково. При оценке по методике 1 статистическое распределение общего балла селекционной ценности плодов имело нормальное распределение, по методике 2 – отличалось от нормального. При оценке разнообразия по значениям IRRR методика 1 по сравнению с методикой 2 оказалась более чувствительной и обеспечивала большее разнообразие выделяемого генофонда по общему баллу селекционной ценности плодов ореха грецкого. Результаты могут быть использованы в селекции грецкого ореха.

Ключевые слова: орех грецкий, плоды, оценка качества, методики, вкус, извлекаемость ядра, общий балл селекционного качества плодов, разнообразие

Для цитирования: Сухоруких Ю.И., Биганова С.Г. Разнообразие отдельных показателей плодов ореха грецкого при отборе по различным методикам. *Новые технологии / New technologies.* 2024; 20(1):<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-1-157-165>

Diversity of specific indicators of walnut fruits during selection using various methods

Yuri I. Sukhorukikh, Svetlana G. Biganova*

*FSBEI HE «Maikop State Technological University», 191 Pervomaiskaya str.,
Maikop, 385000, the Russian Federation*

Abstract. Walnut (*Juglans regia* L.) is a particularly valuable plant for humans. This is due to its multifaceted beneficial properties and qualities as a food, medicinal, technical, recreational and environmental tree species. The main goal of nut breeding is to obtain high-quality fruits. In the Russian Federation for the selection of individuals that provide such products, two methods are mainly used: method 1 – «Program and method for breeding walnuts» (Sukhorukikh et al., 2007) and method 2 – «Program and method for the study of fruit, berry and nut crops» (1999). The purpose of the study is to study the diversity of promising forms of walnut identified on the basis of methods 1 and 2 in terms of taste, kernel extractability and the overall score of the breeding value (quality) of the fruit. Other characteristics assessed identically or similarly are not considered. The object of the research was the literature data of the authors assessing the quality of nuts using methods 1, 2. For statistical processing, the Stadia 8.0/prof. program was used, and Microsoft Excel was used for graphical construction. Diversity was assessed using coefficients of variation and indices of distributed rank diversity (IRRR) based on known methods. It was established that the coefficients of variation of the studied indicators, assessed using various methods, did not have a significant statistical difference, and the selection gradations of taste and kernel extractability were equally distributed. When assessed using method 1, the statistical distribution of the total score of the selection value of fruits had a normal distribution, when using method 2 it differed from normal. When assessing diversity using IRRR values, method 1, compared to method 2, turned out to be more sensitive and provided greater diversity of the allocated gene pool in terms of the overall score of the breeding value of walnut fruits. The results can be used in walnut breeding.

Keywords: walnut, fruits, quality assessment, methods, taste, kernel extractability, overall score of fruit selection quality, variety

For citation: Sukhorukikh Yu.I., Biganova S.G. Diversity of specific indicators of walnut fruits during selection using various methods. *Novye tehnologii / New technologies*. 2024; 20(1): <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-1-157-165>

Введение. Орех грецкий (*Juglans regia* L.) является одним из наиболее ценных растений планеты и самым ценным интродуцентом для лесного хозяйства Российской Федерации [12]. Это обусловлено его многогранными полезными свойствами. Все части дерева имеют хозяйственное значение [10, 17]. Ядра плодов являются уникальной высококалорийной пищей [10, 12, 17, 20]. Так же они обладают нейропротекторной способностью при болезни Альцгеймера [19], радиозащитным эффектом против индуцированного гамма излучения [23] и другими лечебными свойст-

вами [10, 12, 17]. Лекарственное значение имеют околоплодник, листья, незрелые орехи [10]. Древесине ореха присущи прекрасные декоративные и технические качества, а она сама и особенно изделия из неё имеют высокую стоимость [9, 17, 22]. Орех декоративен и отлично выполняет защитные свойства в природных ландшафтах [12, 21]. Площади под ореховыми плантациями постоянно расширяются во многих странах мира [3]. В нашей стране эта культура успешно интродуцирована не только на Юге России, но и в более северных областях [4, 5, 8, 10, 16].

Для получения плодов ореха осуществляется его селекция [7, 10–13, 16–18]. Одной из основ этого процесса является наличие соответствующих методик. В настоящее время при отборе наибольшее распространение получили две: методика 1 – «Программа и методика селекции ореха грецкого» [13] и методика 2 – «Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [7]. Сравнение их эффективности показало, что при отборе перспективного генофонда ореха грецкого методика 1 по сравнению с методикой 2 обеспечивает более строгий отбор и лучшие показатели качества пищевой части (вкус, извлекаемость, масса, выход ядра) и общего балла селекционной ценности плодов [2]. При отборе одним из важнейших условий является разнообразие (полиморфизм, изменчивость) селективируемых признаков [12,17]. Соответственно, применяемые методические подходы должны обеспечивать выявление имеющейся изменчивости. Эти исследования представляют значительный интерес для селекционной науки и практики. Для вышеотмеченных методик разнообразие показателей вкуса и извлекаемости ядра, вносящих наибольший вклад (около 50%) в бальную оценку, а также интегрального показателя – общего балла селекционной ценности плодов, не изучено и требует своего отдельного исследования [7, 12, 13]. В связи с тем, что остальные признаки методиками оцениваются идентично (масса и размеры плода, выход и масса ядра) или по сходным селекционным категориям (крепость, цвет, характер поверхности скорлупы, одномерность по форме и величине, повреждаемость болезнями и вредителями), отличие их разнообразия в данной работе не рассматривается.

При оценке разнообразия признаков используют различные показатели, среди которых значительное распространение получил коэффициент вариации. Он выражается в процентах и позволяет срав-

нивать между собой изменчивость различных признаков [15]. Другими предложен метод оценки разнообразия на основе относительной энтропии, достоинством которого является учёт не только доли, но также значимости и частоты проявления показателя в изучаемой выборке. Данный методический подход был реализован при оценке разнообразия плодов лещины и продемонстрировал свою эффективность [2].

Целью данной работы является изучение разнообразия выделяемых на основе методик 1, 2 перспективных форм ореха грецкого по показателям вкуса, извлекаемости ядра и общего балла селекционной ценности плодов.

Задачами исследования являлось определение значений и отличия коэффициентов вариации, статистического распределения и индексов распределенного рангового разнообразия изучаемых показателей, оцененным по различным методикам.

Объекты и методы исследования. В работе использованы литературные данные авторов об оценке качества орехов по методике 1 – «Программа и методика селекции ореха грецкого» [13] и методике 2 – «Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [7]. Статистическую обработку осуществляли с применением программы Stadia 8.0/prof. и руководства к нему [6], для графического построения применяли Microsoft Excel. С целью исключения различной интерпретации полученных данных заключение программы Stadia 8.0/prof в тексте приводится без изменений. Значимость селекционных категорий общего балла селекционной ценности плодов установлена на основе экспертной оценки авторов согласно придержкам методик [7, 13]. Разнообразие изучаемых показателей определяли по значениям коэффициентов вариации [15] и индексам распределенного рангового разнообразия (IRRR) [2].

Результаты и обсуждение. Исходные данные о перспективном генофонде, выделенном на основе изучения 112 форм ореха грецкого (извлечение из [1]), представлены в таблице 1.

Таблица 1

Показатели вкуса, извлекаемости ядра и общего балла селекционной ценности плодов у перспективных форм ореха грецкого, выделенных по различным методикам (методика 1 / методика 2) (извлечение из [1])

Table 1

Indicators of taste, kernel extractability and overall score of the breeding value of fruits in promising forms of walnut, isolated using various methods (method 1 / method 2) (extract from [1])

№	Вкус, балл	Извлекаемость, балл	Общий балл	Ранг
27	15/5	12/5	56,71 / 4,38	1/2
99	15/5	12/5	56,25 / 4,50	2/1
24	15/5	12/5	54,66 / 3,75	3/4
114	15/5	12/5	54,38 / 4,25	4/3
76	14/4,7	12/5	54,23 / 4,50	5/1
73	15/5	12/5	53,45 / 4,38	6/2
6	15/5	12/5	53,17 / 4,38	7/2
108	15/5	12/5	52,05 / 4,50	8/1
57	14,74/4,9	11,83/4,69	52,02 / 4,50	9/1
44	15/5	9/4	51,90 / 4,38	11/2
101	14/4,7	10/4,33	50,70 / 4,38	12/2
65	15/5	10/4,33	50,46 / 4,38	13/2
109	12/4	12/5	50,26 / 4,38	14/2
50	15/5	12/5	50,14 / 4,38	15/2
102	14/4,7	11/4,67	49,09 / 4,38	16/2
66	14/4,7	12/5	48,96 / 4,38	10/2
77	11,33/3,7	12/5	47,45 / 4,38	17/2
40	15/5	12/5	45,79 / 4,38	18/2
Коэффициент вариации, %				
Методика 1	7,52±1,26	7,95±1,33	5,7±0,95	
Методика 2	8±1,3	6,36±1,07	3,8±0,63	

Примечание. Значения коэффициентов вариации вычислены авторами.

Как следует из данных таблицы 1, отличие коэффициентов вариации изучаемых показателей было несущественным и составило для вкуса $t_{\text{факт}} = 0,12$, извлекаемости ядра $t_{\text{факт}} = 0,93$, общего балла $t_{\text{факт}} = 1,66$ ($t_{\text{ст}} = 2,04$). Распределение форм по общему баллу селекционной ценности

по методике 1 позволило выделить 18, а по методике 2 – только 4 ранга. Это указывает на большую чувствительность и разнообразие общего оценочного балла при оценке по первой методике по сравнению со второй. Для показателя вкуса и извлекаемости ядра по обоим методикам

качественные градации распределились одинаково. Вкус: очень хороший – 16, хороший – 2; извлекаемость: извлекается легко целиком – 15, извлекается легко половинками – 3 случая. Следовательно, отличие между методиками в оценке

разнообразия данных показателей отсутствует.

Статистическое распределение общего балла селекционной ценности плодов форм, выделенных на основе методик 1, 2, имело отличия (рис. 1, 2).

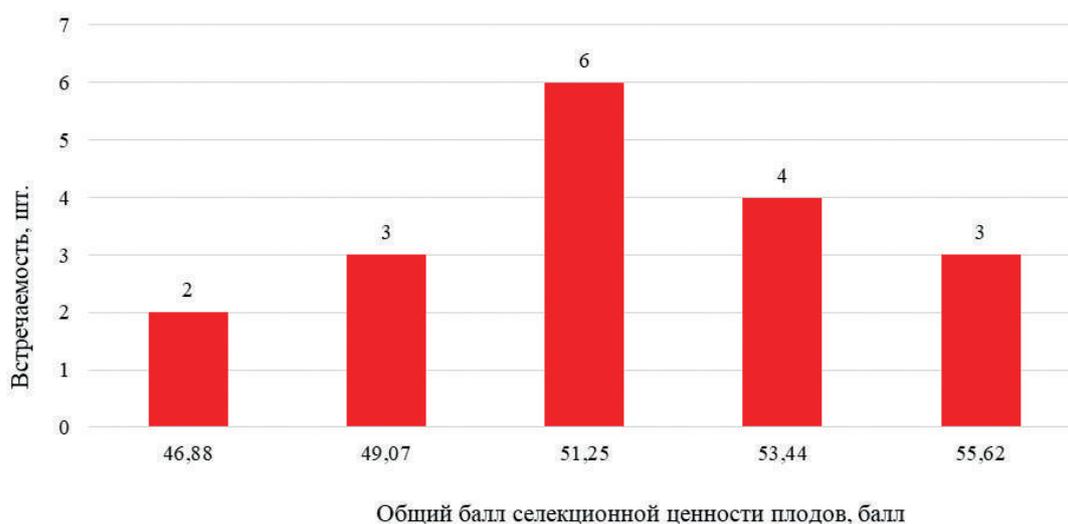


Рис. 1. Распределение общего балла селекционной ценности плодов ореха грецкого, оцененных по методике 1

Fig. 1. Distribution of the total score of the breeding value of walnut fruits, assessed using method 1

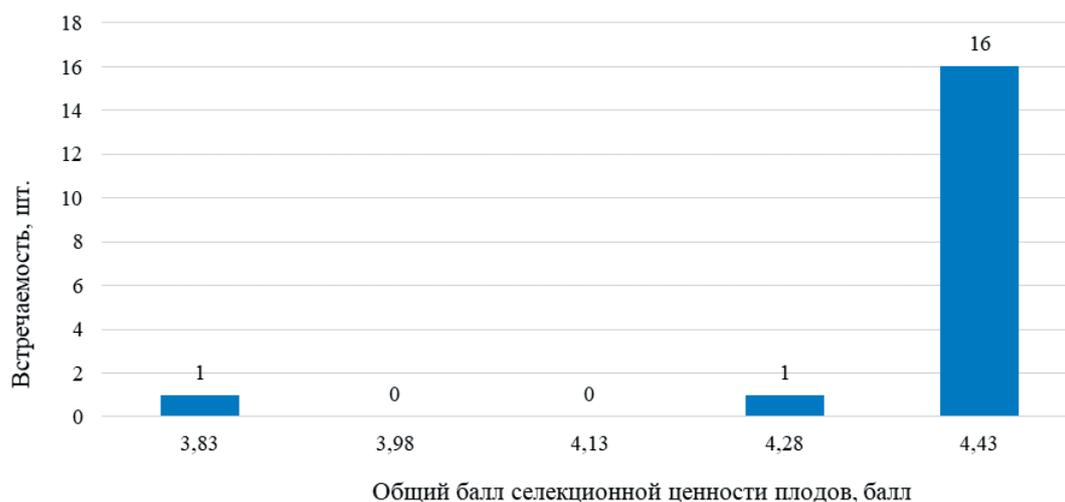


Рис. 2. Распределение общего балла селекционной ценности плодов ореха грецкого, оцененных по методике 2

Fig. 2. Distribution of the total score of the breeding value of walnut fruits, assessed using method 2

При использовании методики 1 выборка имела нормальное распределение (рис.1) (Колмогоров = 0,0847, Значимость = 0,5856, степени свободы = 18. Гипотеза 0: Распределение не отличается от нормального. Омега-квадрат = 0,01773, Значимость = 0,6455, степени свободы = 18. Гипотеза 0: Распределение не отличается от нормального. Хи-квадрат = 1,254, Значимость = 0,5343, степени свободы = 2. Гипотеза 0: Распределение не отличается от нормального).

Графический материал рисунка 2 демонстрирует ограниченность оценки по методике 2, в соответствии с которой основная часть изучаемых форм распределяется в пределах высшего балла. Это

также указывает на меньшую чувствительность к методике 2.

При оценке по методике 2 распределение отличалось от нормального (рис.2) (Колмогоров = 0,4263, Значимость = 7,126E-8, степени свободы = 18. Гипотеза 1: Распределение отличается от нормального. Омега-квадрат = 0,6239, Значимость = 5,291E-9, степени свободы = 18. Гипотеза 1: Распределение отличается от нормального. Хи-квадрат = 256,1, Значимость = 0, степени свободы = 2. Гипотеза 1: Распределение отличается от нормального).

Вычисленные значения IRRR общего балла селекционной ценности плодов у форм, отбираемых по различным методикам, представлены в таблице 2.

Таблица 2

Значения IRRR общего балла селекционной ценности плодов у форм ореха грецкого, отбираемых по методике 1 и методике 2

Table 2

IRRR values of the total score of the selection value of fruits for walnut forms selected according to method 1 and method 2

Селекционная категория	Количество плодов по градациям		Доли		Значимость	Относительная энтропия	IRRR	
	Методика 1	Методика 2	Методика 1	Методика 2			Методика 1	Методика 2
Высшего качества	11	16	0,61	0,89	5	0,96/0,5	4,80	2,50
Качественные	7	2	0,39	0,11	4	0,96/0,6	3,84	2,00
						Среднее	4,32	2,25

Согласно результатам таблицы 2, IRRR форм ореха, отобранных по методике 1, превышает на 47,92% аналогичный показатель особей, выделенных по методике 2. Это более критериального показателя отличия в 10% [2], что позволяет сделать вывод о большем разнообразии выборки, оцененной по методике 1.

Заключение.

1. При использовании значений коэффициентов вариации изучаемых показате-

лей, оцененных по различным методикам, не выявлено между ними достоверного статистического отличия.

2. Селекционные градации вкуса и извлекаемости ядра при оценке по обеим методикам распределились одинаково, что указывает на отсутствие различия в их разнообразии.

3. Статистическое распределение общего балла селекционной ценности плодов ореха грецкого при использовании методики 1 имело нормальное рас-

пределение, по методике 2 – отличное от нормального.

4. Методика 1 по сравнению с методикой 2 обладает лучшей чувствительностью

и обеспечивает большее разнообразие выделяемого генофонда по общему баллу селекционной ценности плодов ореха грецкого.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Биганова С.Г., Сухоруких Ю.И., Пчихачев Э.К. Сравнение методик выделения перспективного генофонда ореха грецкого по качеству плодов. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2022; 183(2): 17-23.
2. Биганова С.Г., Сухоруких Ю.И., Кулик К.Н. и др. Разнообразие орехов лещины и прогноз встречаемости её форм в лесных формациях на Северо-Западном Кавказе. Известия вузов. Лесной журнал. 2020; 3: 55.
3. 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): 46-58.
4. Корниенко П.С., Потанин Д.В. Перспективы выращивания ореха грецкого в республике Крым и России. Наука вчера, сегодня, завтра. 2017; 35(1): 77-92.
5. Кузьмина Н.М., Федоров А.В. Биоэкологические особенности *Juglans regia* (Juglandaceae) при интродукции в условиях Среднего Предуралья. Растительные ресурсы. 2022; 58(4). 366-375.
6. Кулаичев А.П. Методы и средства комплексного анализа данных: учебное пособие. 4-е изд. перераб. и доп. М.: Форум; ИНФРА-М; 2006.
7. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел: Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур; 1999.
8. Славский В.А., Чернышов М.П. Рост и жизнеспособность орехов рода *Juglans* в Воронежской области. Лесотехнический журнал. 2018; 8(2): 86-95.
9. Славский В.А. Физико-механические свойства древесины ореха грецкого и её использование в Лесной промышленности. Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2014; 2(3): 176-179.
10. Стрела Т.Е. Орех грецкий. Киев: Наук. Думка; 1990.
11. Супрун И.И., Лободина Е.В., Аль-Накиб Е.А. и др. Поиск и оценка перспективных форм ореха грецкого в местных семенных популяциях Краснодарского края. Плодоводство и виноградарство Юга России. 2023; 79(1): 45-59.
12. Сухоруких Ю.И. Избранные труды: в 3-х кн. Кн. 2. Майкоп: Качество; 2008.
13. Сухоруких Ю.И., Луговской А.П., Биганова С.Г. Программа и методика селекции ореха грецкого. Майкоп: Качество; 2007.
14. Шмойлова Р.А. и др. Теория статистики: учебник. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Финансы и статистика; 2004.
15. Терентьев П.В., Ростова Н.С. Практикум по биометрии. Ленинград: Ленингр. ун-т; 1977.
16. Фирсов Г.А., Васильев Н.П. Орех грецкий (*Juglans regia* L., Juglandaceae) в Ботаническом саду Петра Великого в Санкт-Петербурге. Вестник Волгоградского государственного университета. Серия, 11: Естественные науки. 2015 13(3): 8-17.
17. Щепотьев Ф.Л., Рихтер А.А., Павленко Ф.А. и др. Орехоплодные лесные культуры. М.; 1978.
18. Bernard A., Dirlewanger E., Lheureux F. Walnut: past and future of genetic improvement. Tree Genetics & Genomes. 2018; 14(1): 1.
19. Gorji N., Moeini R., Memariani Z. Almond, hazelnut and walnut, three nuts for neuroprotection in Alzheimer's disease: A neuropharmacological review of their bioactive constituents. Pharmacological Research. 2018; 129: 115-127.

20. Ozcan A., Sutyemez M., Attar S.H. et al. Fatty acid composition, phenolic compound content and antioxidant activity of unique walnut genotypes with red seed coat. *Journal of Food and Nutrition Research*. 2020; 59(4): 352-360.

21. Shigaeva J., Darr D. On the socio-economic importance of natural and planted walnut (*Juglans regia* L.) forests in the Silk Road countries: A systematic review. *Forest Policy and Economics*. 2020; 118: 102233.

22. Zamilova A.F., Galikhanov M.F. Influence of polarization of the walnut plywood in the process of preparation on its water and moisture absorption. *AIP Conference Proceedings: 3, Physics, Technologies and Innovation (Ekaterinburg, 16-20 мая 2016 г.)*. Ekaterinburg; 2016: 020038.

Zhu N., Liu R., He L.X. et al. Radioprotective effect of walnut oligopeptides against gamma radiation-induced splenocyte apoptosis and intestinal injury in mice. *Molecules*; 2019: 24.

REFERENCES:

1. Biganova S.G., Sukhorukikh Yu.I., Pchikhachev E.K. Comparison of methods for identifying promising walnut gene pools based on fruit quality. *Works on Applied Botany, Genetics and Selection*. 2022; 183(2): 17-23. [in Russian]

2. Biganova S.G., Sukhorukikh Yu.I., Kulik K.N. et al. Diversity of hazel nuts and forecast of the occurrence of its forms in forest formations in the North-West Caucasus. *News from universities. Forest magazine*. 2020; 3:55. [in Russian]

3. Kornienko P.S. A comparative analysis of the state and distribution of walnuts in the world, as well as the problems of its cultivation in Russia. *News of Agricultural science of Tavrida*. 2022; 29(192): 46-58. [in Russian]

4. Kornienko P.S., Potanin D.V. Prospects for growing walnuts in the Republic of Crimea and Russia. *Science yesterday, today, tomorrow*. 2017; 35(1): 77-92. [in Russian]

5. Kuzmina N.M., Fedorov A.V. Bioecological features of *Juglans regia* (Juglandaceae) during introduction in the conditions of the Middle Urals. *Plant resources*. 2022; 58(4). 366-375. [in Russian]

6. Kulaichev A.P. *Methods and tools for complex data analysis: a textbook*. 4th ed. rev. and add. M.: Forum; INFRA-M; 2006. [in Russian]

7. *Program and methodology for studying varieties of fruit, berry and nut crops*. Orel: All-Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding; 1999. [in Russian]

8. Slavsky V.A., Chernyshov M.P. Growth and viability of nuts of the genus *Juglans* in the Voronezh region. *Forestry magazine*. 2018; 8(2): 86-95. [in Russian]

9. Slavsky V.A. Physico-mechanical properties of walnut wood and its use in the forestry industry. *Current directions of scientific research of the 21st century: theory and practice*. 2014; 2(3): 176-179. [in Russian]

10. Strela T.E. *Walnut*. Kiev: Naukova Dumka; 1990. [in Russian]

11. Suprun I.I., Lobodina E.V., Al-Nakib E.A. et al. Search and assessment of promising forms of walnut in local seed populations of the Krasnodar Territory. *Fruit growing and viticulture in the South of Russia*. 2023; 79(1): 45-59. [in Russian]

12. Sukhorukikh Yu.I. *Selected works: in 3 books. Book 2*. Maikop: Kachestvo; 2008. [in Russian]

13. Sukhorukikh Yu.I., Lugovskoy A.P., Biganova S.G. *Walnut selection program and methodology*. Maikop: Kachestvo; 2007. [in Russian]

14. Shmoilova R.A. and others. *Theory of statistics: a textbook*. 4th ed., rev. and add. M.: Finance and Statistics; 2004. [in Russian]

15. Terentyev P.V., Rostova N.S. *Workshop on Biometrics*. Leningrad: Leningr. University; 1977. [in Russian]

16. Firsov G.A., Vasilyev N.P. Walnut (*Juglans regia* L., Juglandaceae) in the Botanical Garden of Peter the Great in St. Petersburg. *Bulletin of Volgograd State University. Series, 11: Natural Sciences*. 2015 13(3): 8-17. [in Russian]

17. Shchepotyev F.L., Richter A.A., Pavlenko F.A. et al. Nut-fruit forest crops. M.; 1978. [in Russian]
18. Bernard A., Dirlwanger E., Lheureux F. Walnut: past and future of genetic improvement. *Tree Genetics & Genomes*. 2018; 14(1): 1.
19. Gorji N., Moeini R., Memariani Z. Almond, hazelnut and walnut, three nuts for neuroprotection in Alzheimer's disease: A neuropharmacological review of their bioactive constituents. *Pharmacological Research*. 2018; 129: 115-127.
20. Ozcan A., Sutyemez M., Attar S.H. et al. Fatty acid composition, phenolic compound content and antioxidant activity of unique walnut genotypes with red seed coat. *Journal of Food and Nutrition Research*. 2020; 59(4): 352-360.
21. Shigaeva J., Darr D. On the socio-economic importance of natural and planted walnut (*Juglans regia* L.) forests in the Silk Road countries: A systematic review. *Forest Policy and Economics*. 2020; 118:102233.
22. Zamilova A.F., Galikhanov M.F. Influence of polarization of the walnut plywood in the process of preparation on its water and moisture absorption. *AIP Conference Proceedings: 3, Physics, Technologies and Innovation (Ekaterinburg, May 16-20, 2016)*. Ekaterinburg; 2016: 020038.
23. Zhu N., Liu R., He L.X. et al. Radioprotective effect of walnut oligopeptides against gamma radiation-induced splenocyte apoptosis and intestinal injury in mice. *Molecules*; 2019: 24.

Информация об авторах / Information about the authors

Юрий Иванович Сухоруких, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ведущий научный сотрудник ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»
drsuchor@rambler.ru

Yury I. Sukhorukikh, Dr Sci. (Agr.), Professor, Leading researcher, FSBEI HE «Maikop State Technological University»
drsuchor@rambler.ru

Светлана Герсановна Биганова, доцент кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры информационной безопасности и прикладной информатики ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»
svetlanabiganowa@yandex.ru

Svetlana G. Biganova, PhD (Agr.), Associate professor, Department of Information Security and Applied Informatics, FSBEI HE «Maikop State Technological University»
svetlanabiganowa@yandex.ru

Поступила в редакцию 13.12.2023; поступила после рецензирования 26.02.2024; принята к публикации 27.02.2024

Received 13.12.2023; Revised 26.02.2024; Accepted 27.02.2024