

ИЗУЧЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ

Научная статья

УДК: 634.511:631.52

DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-17-23



Сравнение методик выделения перспективного генофонда ореха грецкого по качеству плодов

С. Г. Биганова¹, Ю. И. Сухоруких¹, Э. К. Пчихачев²¹ Майкопский государственный технологический университет, Майкоп, Россия² Федеральный исследовательский центр «Субтропический научный центр РАН», Сочи, Россия

Автор, ответственный за переписку: Светлана Герсановна Биганова, svetlanabiganowa@yandex.ru

Актуальность. Орех грецкий (*Juglans regia* L.) считается особо ценным растением для человека, и в мире растет его производство. Для выделения генофонда вида, дающего высококачественные плоды, создан ряд методик. В селекционной работе важно знать, какая из них обеспечивает выделение лучших родоначальников. Цель работы – сравнение эффективности наиболее часто применяемых методик, изложенных в «Программе и методике селекции ореха грецкого» за 2007 г. (методика 1) и «Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» за 1999 г. (методика 2), при выделении ценного генофонда по вкусу, характеру извлекаемости, массе, выходу ядра и общему оценочному баллу орехов.

Материал и методы. По вышеотмеченным методикам оценивались 112 форм ореха. Статистическая обработка данных проведена с применением лицензионной программы Stadia-8.

Результаты. В сопоставлении с программными требованиями к новым сортам у всех родоначальников, выделенных по методике 1, вкус и масса ядра превышали их, а по методике 2 у 12,5% форм были ниже. Целевой выход ядра в 50% и более оказался ниже порогового значения у 14,29%, отобранных по методике 1, и у 62,5% рамет, выделенных по методике 2. При оценке по методике 1 у группы селекционной категории «высшего качества» наблюдались более высокие средние показатели по вкусу на 3,63%, массе – 7,86%, извлекаемости – 4,25%, выходу ядра – 9,9%. При выделении формы, относимой к первому рангу по методике 1, превышение показателей составило: по извлекаемости – 0,25%, массе – 5,26%, вкусу – 3,09%, выходу ядра – 7,55%, общей балльной оценке – 7,61%; по среднему значению для особей первого/второго ранга – 4,44; 21,91; 4,75; 9,67; 9,86% соответственно.

Заключение. При отборе перспективного генофонда ореха грецкого использование методики 1 по сравнению с методикой 2 обеспечивает более строгий отбор и более высокие показатели качества пищевой части (вкус, извлекаемость, масса, выход ядра и общая балльная оценка плодов).

Ключевые слова: *Juglans regia* L., отбор, перспективный генофонд, методики, извлекаемость, масса, вкус, выход ядра, общая балльная оценка орехов

Благодарности: авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Для цитирования: 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. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-17-23

STUDYING AND UTILIZATION OF PLANT GENETIC RESOURCES

Original article

DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-17-23

Comparison of methods for selecting a promising walnut gene pool according to fruit quality

Svetlana G. Biganova¹, Yuri I. Sukhorukikh¹, Eduard K. Pchikhachev²¹ Maikop State Technological University, Maikop, Russia² Subtropical Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, Sochi, Russia

Corresponding author: Svetlana G. Biganova, svetlanabiganowa@yandex.ru

Background. Walnut (*Juglans regia* L.) is considered a particularly valuable plant for humans. A number of methods have been developed to select the species' gene pool that produces high-quality fruits. Breeders need to know which of them ensures identification of the best ancestors. The objective of this work was to compare the effectiveness of the most frequently used techniques for selecting a valuable gene pool according to taste, extractability, weight, kernel yield, and overall fruit score. They were presented in the Program and Methods for Walnut Breeding (*method 1*) and the Program and Methodology of Variety Studies for Fruit, Berry and Nut Crops (*method 2*).

Materials and methods. Statistical data processing was performed using the licensed Stadia-8 software.

Results. Comparing the results with the program requirements for new cultivars, all the ancestors selected according to *method 1* had better taste and higher kernel weight, while according to *method 2* 12.5% of the forms showed lower values. The recommended kernel yield of 50% or more turned out to be lower than the threshold value in 14.29% (*method 1*) and 62.5% (*method 2*) of the selected ramets. Evaluation by *method 1* showed that the group of the "superior quality" breeding category had higher average values in taste (by 3.63%), weight (7.86%), extractability (4.25%), and kernel yield (9.9%). When selecting the first-rank forms by *method 1*, the values were higher in extractability (by 0.25%), weight (5.26%), taste (3.09%), kernel yield (7.55%), and overall score (7.61%). In the average values for the first-rank and second-rank forms, the excess was by 4.44, 21.91, 4.75, 9.67, and 9.86%, respectively.

Conclusions. When selecting a promising walnut gene pool, *method 1* provides for stricter selection and higher food quality indicators (taste, extractability, weight, kernel yield, and overall fruit score) compared to *method 2*.

Keywords: *Juglans regia* L., selection, promising gene pool, methods, extractability, weight, taste, kernel yield, overall score of nuts

Acknowledgements: the authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

For citation: Biganova S.G., Sukhorukikh Yu.I., Pchikhachev E.K. Comparison of methods for selecting a promising walnut gene pool according to fruit quality. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2022;183(2):17-23. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-17-23

Введение

Грецкий орех (*Juglans regia* L.) по совокупности полезных свойств является особо ценным растением для человека (Shchepotev et al., 1978; Richter, Yadrov, 1985; Lugovskoy et al., 2018). Наибольшей значимостью обладает его пищевая часть, которая имеет высокую калорийность, содержит большое количество важных биологически активных веществ, благотворно влияющих на живые организмы (Shchepotev et al., 1978; Sukhorukikh, 2008; Ghari-bzahedi et al., 2014; Ebrahimi et al., 2017; Ozyigit et al., 2019; Sun et al., 2019). Потребность в его плодах постоянно растет, и одновременно расширяются занятые под ним площади. Для рентабельного производства требуются сорта, созданные на основе исходного генофонда, дающего высококачественные плоды (Sedov, Ogoltsova, 1999; Sukhorukikh, 2008; Biganova, Sukhorukikh, 2014).

Для выделения требуемого генофонда вида в разные годы были созданы разнообразие методики (Shchepotev et al., 1976; Sukhorukikh et al., 1997; Sedov, Ogoltsova, 1999; Sukhorukikh et al., 2007; Eremin et al., 2012). Их выбор для отбора исходных родоначальников сортов является одним из основополагающих, и от этого зависит успех всей селекционной работы (Sedov, Ogoltsova, 1999; Eremin et al., 2012).

К настоящему времени наибольшее распространение среди исследователей ореха грецкого получили методики, изложенные в «Программе и методике селекции ореха грецкого» (Sukhorukikh et al., 2007) – *методика 1* и «Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (Sedov, Ogoltsova, 1999) – *методика 2*. Окончательный выбор остается за исследователем. В то же время весьма важно знать, какая из методик обеспечивает выделение более качественного генофонда по основным признакам пищевой ча-

Цель работы – сравнение эффективности наиболее часто применяемых методик (Sedov, Ogoltsova, 1999; Sukhorukikh et al., 2007) при выделении ценного генофонда по вкусу, характеру извлекаемости, массе, выходу ядра и общему оценочному баллу орехов.

Материал и методы

В работе использовали данные оценки качества плодов 112 форм ореха грецкого, произрастающих на территории Северо-Западного Кавказа. Одни и те же параметры оценивали по *методике 1* – «Программа и методика селекции ореха грецкого» (Sukhorukikh et al., 2007) и *методике 2* – «Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (Sedov, Ogoltsova, 1999). Поскольку для последней отсутствует распределение сортофонда по селекционным категориям качества, то для нее, по аналогии с первой, выделено пять категорий, равномерно распределенных по балльной оценке. При использовании общепринятых в ореховодстве пяти селекционных категорий (Sukhorukikh et al., 2007) средняя балльная оценка по всем показателям распределится следующим образом: 5,0–4,3 балла – высшего качества, 4,29–3,5 – качественные, 3,49–2,8 – рядовые, 2,79–2,0 – низкокачественные, 1,99–1,0 – некачественные. Статистическая обработка данных проведена общепринятыми методами (Shmoilova et al., 2004) с применением лицензионной программы Stadia-8.

Результаты и обсуждение

При оценке сортофонда по различным методикам распределение генотипов по категориям качества плодов имело некоторые различия (табл. 1).

Таблица 1. Распределение форм ореха грецкого по селекционным категориям при оценке по различным методикам

Table 1. Distribution of walnut forms according to breeding categories when assessed by different methods

Категории качества	Методика 1		Методика 2	
	шт.	%	шт.	%
Высшего качества	7	6,25	16	14,29
Качественные	83	74,11	84	75,00
Рядовые	19	16,96	11	9,82
Низкокачественные	3	2,68	1	0,89
Итого	112	100	112	100

Примечание: некачественные формы отсутствуют

Note: low-quality forms are absent

сти, к которым относятся вкус, характер извлекаемости, масса, выход ядра и общая селекционная ценность орехов. Эти показатели являются основными при селекции ореха грецкого и учитываются практически всеми исследователями вида (Shchepotev et al., 1976; Shchepotev et al., 1978; Richter, Yadrov, 1985; Sukhorukikh et al., 1997; Sedov, Ogoltsova, 1999; Sukhorukikh, 2008; Eremin et al., 2012; Bernard et al., 2018).

Как следует из данных таблицы 1, наибольшие отличия наблюдаются в селекционной категории «высшего качества» – на 9 (8,04%) и рядовых – на 8 (7,14%) форм. В категориях «качественные» и «низкокачественные» отличия менее значимы – 1 (0,89%) и 2 (1,79%). Несколько неравнозначно распределились ранги особей при оценке по различным методикам. Оценка с использованием коэффициента конкордации выявила их достаточ-

но высокую согласованность ($W = 0,81$, $\chi^2_{\text{факт.}} = 182,29$, $\chi^2_{\text{ст}} = 135,81$, $\alpha = 0,01$).

В селекционной работе в зависимости от целей и возможностей, основываясь на принципах адаптивной селекции с учетом феномена взаимодействия генотипа и среды, используют всю выделенную группу наилучших родоначальников или только несколько из них (Eremin et al., 2004; Pryanishnikov et al., 2018; Dragavtsev et al., 2018; Savchenko, 2019). Проведено сравнение изучаемых показателей у генофонда селекционной категории «высшего качества», а также одного и среднего для двух родоначальников, имеющих наивысший ранг селекционной ценности. Результаты представлены в таблицах 2 и 3.

Полученные групповые средние сравнили с программными требованиями к новым сортам ореха (Sukhorukikh et al., 2007; Egorov, 2013). Согласно им, лучшие представители должны иметь вкус не менее 13,5 / 4,5 балла. Как следует из таблицы 2, у всех родоначальников, выделен-

ных по *методике 1* этот показатель выше и составляет 4,7–5,0 баллов. При использовании *методики 2* у двух форм он ниже (3,7–4,0 балла). При рекомендуемых минимальных значениях массы ореха в 12 г и выходе 50% ядро должно иметь массу не менее 6 г. Значение выше этого (6,15–8,75 г) имеют все формы, выделенные по *методике 1*. При использовании *методики 2* 12,5% образцов имеют массу 5,01 и 5,56 г, что ниже требуемой. По извлекаемости ядра минимальному значению в 9 / 4 баллов (*методика 1* / *методика 2*) в обоих случаях все особи соответствуют предъявляемым требованиям. Рекомендуемый выход ядра в 50% и более оказался ниже порогового значения у 14,29% рамет, отобранных по *методике 1* и у 62,50% рамет, отобранных по *методике 2*.

По средним значениям для данной селекционной категории у растений, выделенных по *методике 1*, наблюдаются более высокие показатели по вкусу – на 3,63%, массе – 7,86%, извлекаемости – 4,25%, выходу ядра –

Таблица 2. Показатели качества ядра и общего оценочного балла у форм ореха грецкого селекционной категории «высшего качества», выделенных по различным методикам (*методика 1* / *методика 2*)

Table 2. Indicators of kernel quality and total assessment score for walnut forms of the “superior quality” breeding category selected by different methods (*method 1* / *method 2*)

№	Вкус, балл	Масса ядра, г	Извлекаемость, балл	Выход ядра, %	Общий балл	Ранг
27	15,00 / 5,00	8,01	12,00 / 5,00	55,60	56,71 / 4,38	1 / 2
99	15,00 / 5,00	8,56	12,00 / 5,00	51,48	56,25 / 4,50	2 / 1
24	15,00 / 5,00	8,75	12,00 / 5,00	56,80	54,66 / 3,75	3 / 7
114	15,00 / 5,00	6,15	12,00 / 5,00	56,31	54,38 / 4,25	4 / 3
76	14,00 / 4,70	7,42	12,00 / 5,00	48,44	54,23 / 4,50	5 / 1
73	15,00 / 5,00	6,33	12,00 / 5,00	53,63	53,45 / 4,38	6 / 2
6	15,00 / 5,00	6,42	12,00 / 5,00	51,69	53,17 / 4,38	7 / 2
108	15,00 / 5,00	6,75	12,00 / 5,00	44,51	52,05 / 4,50	8 / 1
57	14,74 / 4,90	7,27	11,83 / 4,69	40,93	52,02 / 4,50	9 / 1
44	15,00 / 5,00	7,80	9,00 / 4,00	49,40	51,90 / 4,38	11 / 2
101	14,00 / 4,70	6,06	10,00 / 4,33	52,62	50,70 / 4,38	12 / 2
65	15,00 / 5,00	6,65	10,00 / 4,33	47,15	50,46 / 4,38	13 / 2
109	12,00 / 4,00	6,43	12,00 / 5,00	51,07	50,26 / 4,38	14 / 2
50	15,00 / 5,00	5,56	12,00 / 5,00	49,20	50,14 / 4,38	15 / 2
102	14,00 / 4,70	6,03	11,00 / 4,67	48,75	49,09 / 4,38	16 / 2
66	14,00 / 4,70	8,05	12,00 / 5,00	43,78	48,96 / 4,38	10 / 1
77	11,33 / 3,70	6,44	12,00 / 5,00	45,23	47,45 / 4,38	17 / 2
40	15,00 / 5,00	5,01	12,00 / 5,00	36,60	45,79 / 4,38	18 / 2
Среднее для форм, выделенных по <i>методике 1</i>						
27, 99, 24, 114, 76, 73, 6	14,86 / 4,96	7,38	12,00 / 5,00	53,42	54,69 / 4,31	
Среднее для форм, выделенных по <i>методике 2</i>						
27, 99, 76, 73, 6, 108, 57, 44, 102, 65, 109, 50, 102, 66, 77, 40	14,32 / 4,78	6,80	11,49 / 4,56	48,13	51,41 / 4,42	

Таблица 3. Средние значения основных показателей качества пищевой части плодов у особей ореха грецкого для 1–2 (среднее) рангов, выделенных по разным методикам (*методика 1 / методика 2*)**Table 3.** Average values of the main quality indicators in the edible part of walnut fruits selected for 1–2 (mean) ranks by different methods (*method 1 / method 2*)

Количество форм	Вкус ядра, балл	Масса ядра, г	Извлекаемость ядра, балл	Выход ядра, %	Общий балл
Формы, выделенные по методике 1					
1	15,00 / 5,00	8,01	12,00 / 5,00	55,60	56,71 / 4,38
1–2 (среднее)	15,00 / 5,00	8,29	12,00 / 5,00	53,54	56,48 / 4,41
Формы, выделенные по методике 2					
1	4,55 / 4,85	7,61	11,97 / 4,99	48,05	52,70 / 4,50
1–2 (среднее)	14,32 / 4,34	6,80	11,49 / 4,78	48,82	51,41 / 4,02

9,99%. Результаты общей селекционной ценности противоречивы. *Методика 1* указывает на 6-процентное превышение, а *методика 2* – на 2,5-процентное снижение общей ценности орехов.

Это связано с тем, что *методика 2* не учитывает значимость исследуемых показателей и оценивает их равнозначно по 5-балльным шкалам, что выявлено и при сравнении других методик (Sukhorukikh, 2008).

Учитывая, что по *методике 1* у выделенных родоначальников значения показателей пищевой части орехов, на которую и ориентирована селекция, выше и они в большей степени соответствуют программным требованиям для новых сортов, логично предположить ее большую объективность по сравнению с *методикой 2*.

Сравнение изучаемых показателей у форм, имеющих первый и 1–2 (среднее) ранги, выделяемых по разным методикам, представлено в таблице 3. Поскольку по *методике 2* выделены две группы растений с одинаковыми рангами, то для сравнения использованы средние значения для группы этих особей.

Как следует из данных таблицы 3, при выделении родоначальников первого ранга по *методике 1*, по сравнению с *методикой 2*, улучшение составило: по извлекаемости – 0,25%, массе – 5,26%, вкусу – 3,09%, выходу ядра – 7,55%. У объединенного генофонда 1–2 (среднее) рангов превышение средних показателей составило 4,44%; 21,91%; 4,75%; 9,67% соответственно. По общей балльной оценке орехов повышение селекционной ценности при отборе по *методике 1* для особей первого ранга составило 7,61%, среднего 1–2 (среднее) рангов – 9,86%. При оценке этих же форм с использованием *методики 2* результат неоднозначен. В первом случае отмечается снижение на 2,67%, во втором – повышение на 9,43%. Учитывая, что родоначальники, выделенные по *методике 1*, имеют более высокие показатели качества ядра, логично считать ее более эффективной.

Заключение

Выделение перспективного генофонда ореха грецкого по *методике 1* (Sukhorukikh et al., 2007) в сравнении с *методикой 2* (Sedov, Ogoltsova, 1999) обеспечивает более строгий отбор и более высокие показатели качества пищевой ценности – вкус, извлекаемость, масса, выход ядра и общая селекционная ценность плодов.

References / Литература

- Bernard A., Lheureux F., Dirlewanger E. Walnut: past and future of genetic improvement. *Tree Genetics and Genomes*. 2018;14(1):1-28. DOI: 10.1007/s11295-017-1214-0
- Biganova S.G., Sukhorukikh Yu.I. Comparison of quality evaluation methods of hazel fruit (hazelnut). *Modern Problems of Science and Education*. 2014;(1):389. [in Russian] (Биганова С.Г., Сухоруких Ю.И. Сравнение методик оценки качества плодов лещины (фундука). *Современные проблемы науки и образования*. 2014;(1):389).
- Dragavtsev V.A., Dragavtseva I.A., Efimova I.L., Kuznetsova A.P., Morenets A.S. To the experimental confirmation of the hypothesis about an eco-genetic nature of the phenomenon genotype × environment interaction for woody plants. *Agricultural Biology*. 2018;53(1):151-156. [in Russian] (Драгавцев В.А., Драгавцева И.А., Ефимова И.Л., Кузнецова А.П., Моренет А.С. К экспериментальному подтверждению гипотезы об эколого-генетической природе феномена «взаимодействие генотип–среда» у древесных растений. *Сельскохозяйственная биология*. 2018;53(1):151-156). DOI: 10.15389/agrobology.2018.1.151rus
- Ebrahimi S., Jamei R., Nojoomi F., Zamanian Z. Persian walnut composition and its importance in human health. *International Journal of Enteric Pathogens*. 2017;6(1):3-9. DOI: 10.15171/ijep.2018.02
- Egorov E.A. (ed.). The program of the North Caucasus Center for Breeding Fruit, Berry, Flower and Ornamental Plants, and Grapes for the period until 2030 (Programma Severo-Kavkazskogo tsentra po selektsii plodovykh, yagodnykh, tsvetochno-dekorativnykh kultur i vinograda na period do 2030 goda). Krasnodar; 2013. [in Russian] (Программа Северо-Кавказского центра по селекции плодовых, ягодных, цветочно-декоративных культур и винограда на период до 2030 года / под ред. Е.А. Егорова). Краснодар; 2013).
- Eremin G.V. (ed.). Modern methodological aspects of the breeding process in horticulture and viticulture (Sovremennyye metodologicheskiye aspekty organizatsii selektsionnogo protsessa v sadovodstve i vinogradarstve). Krasnodar; 2012. [in Russian] (Современные методологические аспекты организации селекционного процесса в садоводстве и виноградарстве / под ред. Г.В. Еремина). Краснодар; 2012).

- Eremine G.V., Isachkin A.V., Kazakov I.V., Kuminov E.P., Plekhanova M.N. General and specialized breeding and fruit and berry cultivar research (Obshchaya i chastnaya selektsiya i sortovedeniye plodovykh i yagodnykh kultur). Moscow; 2004. [in Russian] (Еремин Г.В., Исачкин А.В., Казаков И.В., Куминов Е.П., Плеханова М.Н. Общая и частная селекция и сортоведение плодовых и ягодных культур. Москва; 2004).
- Gharibzahedi S.M.T., Mousavi S.M., Hamed M., Khodaiyan F. Determination and characterization of kernel biochemical composition and functional compounds of Persian walnut oil. *Journal of Food Science and Technology*. 2014;51(1):34-42. DOI: 10.1007/s13197-011-0481-2
- Lugovskoy A.P., Suprun I.I., Balapanov I.M., Podgornaya M.E. Modern cultivars and technologies of walnut cultivation in the south of Russia: Guidelines (Sovremennyye sorta i tekhnologii vozdel'nyaniya gretskogo orekha v usloviyakh yuga Rossii: Metodicheskiye rekomendatsii). Krasnodar; 2018. [in Russian] (Луговской А.П., Супрун И.И., Балапанов И.М., Подгорная М.Е. Современные сорта и технологии возделывания грецкого ореха в условиях юга России: Методические рекомендации. Краснодар; 2018).
- Ozyigit I.I., Uras M.E., Severoglu Z., Yalcin I.E., Demir G., Borkoev B. et al. Heavy metal levels and mineral nutrient status of natural walnut (*Juglans regia* L.) populations in Kyrgyzstan: Nutritional values of kernels. *Biological Trace Element Research*. 2019;189(1):277-290. DOI: 10.1007/s12011-018-1461-4
- Pryanishnikov A.I., Savchenko I.V., Mazurov V.N. Adaptive selection: theory and practice of selection for productivity. *Vestnik of the Russian Agricultural Science*. 2018;(3):29-32. [in Russian] (Прянишников А.И., Савченко И.В., Мазуров В.Н. Адаптивная селекция: теория и практика отбора на продуктивность. Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2018;(3):29-32). DOI: 10.30850/vrsn/2018/3/29-32
- Richter A.A., Yadrov A.A. Walnut (Gretskiy orekh). Moscow; 1985. [in Russian] (Рихтер А.А., Ядров А.А. Грецкий орех. Москва; 1985).
- Savchenko I.V. Ecology safety crop production for obtaining high-quality products. *Herald of the Russian Academy of Sciences*. 2019;89(5):527-531. [in Russian] (Савченко И.В. Ресурсосберегающее экологически чистое растениеводство для получения продукции высокого качества. Вестник Российской академии наук. 2019;89(5):527-531). DOI: 10.31857/S0869-5873895527-531
- Sedov E.N., Ogoltsova T.P. (eds). Program and methodology of variety studies for fruit, berry and nut crops (Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kultur). Orel: VNIISPК; 1999. [in Russian] (Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК; 1999).
- Shchepotev F.L., Chebanov V.I., Obratsov E.M., Kruglikov I.V., Blashnikov G.T. Program and methods for nut crop breeding and variety studies (Programma i metodika selektsii i sortoizucheniya orekhoplodnykh kultur). Voronezh; 1976. [in Russian] (Щепотьев Ф.Л., Чебанов В.И., Образцов Е.М., Кругликов И.В., Блашников Г.Т. Программа и методика селекции и сортоизучения орехоплодных культур. Воронеж; 1976).
- Shchepotev F.L., Richter A.A., Pavlenko F.A., Molotkov P.I., Kravchenko V.I., Iroshnikov A.I. Nut-bearing forest crops (Orekhoplodnyye lesnye kultury). Moscow; 1978. [in Russian] (Щепотьев Ф.Л., Рихтер А.А., Павленко Ф.А., Молотков П.И., Кравченко В.И., Ирошников А.И. Орехоплодные лесные культуры. Москва; 1978).
- Shmoilova R.A., Minashkin V.G., Sadovnikova N.A., Shuvalova E.B. The theory of statistics (Teoriya statistiki). Moscow; 2004. [in Russian] (Шмойлова Р.А., Минашкин В.Г., Садовникова Н.А., Шувалова Е.Б. Теория статистики. Москва; 2004).
- Sukhorukikh Yu.I. Recommendations for the assessment, description, and zoning of walnuts (Rekomendatsii po otsenke, opisaniyu i rayonirovaniyu orekha gretskogo). Maikop; 1997. [in Russian] (Сухоруких Ю.И. Рекомендации по оценке, описанию и районированию ореха грецкого. Майкоп; 1997).
- Sukhorukikh Yu.I. Selected works: in 3 volumes. Book 2: Nut crops (Izbrannyye trudy: v 3 kn. Kn. 2: Orekhoplodnyye). Maikop; 2008. [in Russian] (Сухоруких Ю.И. Избранные труды: в 3 кн. Кн. 2: Орехоплодные. Майкоп; 2008).
- Sukhorukikh Yu.I., Lugovskoy A.P., Biganova S.G. Program and methods for walnut breeding (Programma i metodika selektsii orekha gretskogo). Maikop; 2007. [in Russian] (Сухоруких Ю.И., Луговской А.П., Биганова С.Г. Программа и методика селекции ореха грецкого. Майкоп; 2007).
- Sun Y., Qi G., Li D., Meng H., Zhu Z., Zhao Y. et al. Walnut (*Juglans regia* L.) Kernel extracts protect against isoproterenol-induced myocardial infarction in rats. *Rejuvenation Research*. 2019;22(4):306-312. DOI: 10.1089/rej.2018.2140

Информация об авторах

Светлана Герсановна Биганова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры информационной безопасности и прикладной информатики, ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», 385000 Россия, Республика Адыгея, Майкоп, ул. Первомайская, 191, svetlanabiganowa@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0581-3612>

Юрий Иванович Сухоруких, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ведущий научный сотрудник, ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», 385000 Россия, Республика Адыгея, Майкоп, ул. Первомайская, 191, drsuhor@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5073-6102>

Эдуард Кимович Пчихачев, кандидат сельскохозяйственных наук, директор, Адыгейский филиал Федерального исследовательского центра Субтропического научного центра Российской академии наук, 385778 Россия, Республика Адыгея, Майкопский район, пос. Цветочный, ул. Школьная, 2А, subplod@mail.ru, adygchay@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2587-0777>

Information about the authors

Svetlana G. Biganova, Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor, Maikop State Technological University, 191 Pervomayskaya St., Maikop, Republic of Adygea 385000, Russia, svetlanabiganowa@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0581-3612>

Yuri I. Sukhorukikh, Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Leading Researcher, Maikop State Technological University, 191 Pervomayskaya St., Maikop, Republic of Adygea 385000, Russia, drsuhor@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5073-6102>

Eduard K. Pchikhachev, Cand. Sci. (Agriculture), Director, Adygea Branch, Subtropical Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, 2A Shkolnaya St., Tsvetochny, Maikop District, Republic of Adygea 385778, Russia, subplod@mail.ru, adygchay@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2587-0777>

Вклад авторов: Биганова С.Г. – 50%; Сухоруких Ю.И. – 40%; Пчихачев Э.К. – 10%.

Contribution of the authors: S.G. Biganova: 50%; Yu.I. Sukhorukikh: 40%; E.K. Pchikhachev: 10%.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests: the authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 27.07.2021; одобрена после рецензирования 21.02.2022; принята к публикации 03.06.2022.

The article was submitted on 27.07.2021; approved after reviewing on 21.02.2022; accepted for publication on 03.06.2022.