

Обзорная статья / Review article

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2025-21-1-179-190>
УДК 634.51:631.524



Изменчивость количественных показателей плодов ореха грецкого

Ю.И. Сухоруких¹, С.Г. Биганова✉¹, Э.К. Пчихачев²

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Майкопский государственный технологический университет»;
г. Майкоп, Российская Федерация
✉svetlanabiganowa@yandex.ru

² *Федеральный исследовательский центр «Субтропический научный центр Российской академии наук», г. Сочи, Российская Федерация*

Аннотация. Введение. Получение однородной продукции связано с использованием особей, которые имеют малую изменчивость хозяйственно-значимых признаков. Для объективной оценки целесообразно устанавливать ее по нескольким методикам. Орех грецкий – ценное пищевое растение. Значимыми селекционными количественными признаками его плодов является масса плода и ядра, выход ядра, общий балл селекционной ценности. **Цель** работы – изучение изменчивости количественных показателей плодов ореха грецкого по различным методикам. **Задачи** – определение массы плодов и ядер, выхода ядра, общего балла селекционной ценности у отдельных особей вида и установление индексов их изменчивости. **Методы исследования.** Изучались показатели 6 форм, по 70 штук орехов в каждой. Коэффициент вариации, относительную энтропию, индексы изменчивости – Шеннона, Сухоруких-Бигановой, Маргалефа, Менхиника, полидоминантности, Бергера-Паркера – определяли по известным методикам с заменой числа видов на число классов распределения признака. Результаты обрабатывали в программе Stadia 8.0 для Windows. **Результаты.** При делении на 10 классов сумма рангов изменчивости составила: выход ядра – 25, масса плода – 24,5, масса ядра – 22, общий балл селекционной ценности – 8. Дисперсионный непараметрический анализ рангов не выявил достоверного отличия между изменчивостью массы ореха, ядра и выхода ядра (Кр. Фридмана = 0,2-0,5, значимость – 0,4795-0,6547). Изменчивость общего балла селекционной ценности достоверно отличалась от остальных (Кр. Фридмана = 8, значимость 0,00468). Следовательно, при селекции ореха на однородность по первым трем показателям потребуются значительные усилия, а по последнему – наименьшие. Низкая статистическая связь наблюдалась между индексами Бергера-Паркера и Маргалефа, Менхиника ($r = 0,4336$), коэффициентом вариации и остальными индексами ($r = 0,3115-0,4339$). Между другими индексами выявлена сильная статистическая связь ($r = 0,7052-1$).

Ключевые слова: орех грецкий, изменчивость, масса плода, выход и масса ядра, балл селекционной ценности, индексы разнообразия, ранги, корреляция

Для цитирования: Сухоруких Ю.И., Биганова С.Г., Пчихачев Э.К. Изменчивость количественных показателей плодов ореха грецкого. *Новые технологии / New technologies.* 2025; 21(1):179-190. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2025-21-1-179-190>

Variability of quantitative indicators of walnut fruits

Yu.I. Sukhorukikh¹, S.G. Biganova✉¹, E.K. Pchikhachev²

¹Maikop State Technological University; Maikop, the Russian Federation
✉svetlanabiganowa@yandex.ru

²Subtropical Scientific Center of the Russian Academy of Sciences,
Sochi, the Russian Federation

Abstract. Introduction. Obtaining homogeneous products is associated with the use of species that have low variability of economically significant characteristics. For an objective assessment, it is advisable to establish it using several methods. Walnut is a valuable food plant. Significant selection quantitative characteristics of its fruits are the weight of the fruit and kernel, the kernel yield, the total score of selection value. **The goal of the research** is to study the variability of quantitative indicators of walnut fruits using various methods. **The objectives** are the following: determination of the mass of fruits and kernels, kernel yield, total score of selection value in individual specimens of the species and establishment of their variability indices. **The research methods.** The indices of 6 forms, 70 nuts in each, were studied. The variation coefficient, relative entropy, variability indices of Shannon, Sukhorukikh-Biganova, Margalef, Menkhinik, polydominance, Berger-Parker were determined by known methods with the replacement of the number of species by the number of classes of distribution of the trait. The results were processed in the Stadia 8.0 program for Windows. **The Results.** When divided into 10 classes, the sum of the variability ranks has made: kernel yield - 25, fruit weight - 24.5, kernel weight - 22, total selection value score - 8. Nonparametric analysis of ranks has not revealed a reliable difference between the variability of nut weight, kernel, and kernel yield (Friedman $p = 0.2-0.5$, significance - 0.4795-0.6547). The variability of the total selection value score is significantly different from the others (Friedman $p = 8$, significance 0.00468). Consequently, significant efforts will be required for walnut breeding for uniformity according to the first three indicators, and the least efforts according to the last one. Low statistical correlation has been observed between the Berger-Parker and Margalef, Menkhinik indices ($r = 0.4336$), the variation coefficient and other indices ($r = 0.3115-0.4339$). Strong statistical correlation has been found between other indices ($r = 0.7052-1$).

Keywords: walnut, variability, fruit weight, kernel yield and weight, selection value score, diversity indices, ranks, correlation

For citation: Sukhorukikh Yu.I., Biganova S.G., Pchikhachev E.K. Variability of quantitative indicators of walnut fruits. *Novye tehnologii / New technologies*. 2025; 21 (1):179-190. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2025-21-1-179-190>

Введение. Основой селекции является изменчивость живых организмов [1,2]. Ее изучение представляет значительный интерес для научных и практических работ. При этом важным является исследование изменчивости селективируемых показателей как между, так и у отдельных особей [3,4]. Зная изменчивость показателя, возможно спрогнозировать и осуществить селекционные работы в нужном направлении [1,5]. Хозяйственно-ценные показатели, имею-

щие малую изменчивость у отдельной особи, сорта, позволяет получать больше продукции нужного качества. При значительной изменчивости требуются дополнительные затраты на сортировку продукции и проведение селекционных, хозяйственных мероприятий по стабилизации получаемой продукции соответствующего качества [4,6]. Одним из широко применяемых показателей изменчивости рядом авторов считается коэффициент вариации [7,8].

Также для этих целей предложены индексы разнообразия Шеннона [9,10], Сухоруких-Бигановой, базирующиеся на значениях энтропии [5,11]. Для вышеуказанных показателей разработаны статистические методы оценки различия. При оценке биоразнообразия значительное распространение получило использование индексов Маргалефа, Менхиника, полидоминантности, Бергера-Паркера. Статистические методы различия между ними не разработаны, и решение принимается на основе учета величины показателя по принципу больше – меньше. Дополнительно рекомендуется сделать вывод по ним с учетом результатов дисперсионного анализа. Если отличие установлено, тогда это служит обоснованием для принятия решения об отличии значений показателей (индексов). Каждый индекс имеет свои особенности, а выбор зависит от сложившейся практики в определённых научных направлениях и предпочтениях исследователя [9]. При этом применение различных методических подходов в оценке биоразнообразия показателей может дать больше информации для решения поставленных задач [7,8,12].

При сравнении разноплановых количественных и качественных показателей у ореха грецкого используется балльная оценка. Она производится по принципу рангов, когда одинаковый балл начисляется в пределах определенных градаций признака. При этом допускается, что на граничных значениях отличающихся баллов количественное значение признака имеет близкие значения, а внутри градации, где балл одинаков, оно может быть существенно больше. Общая оценка в этом случае осуществляется на основе суммы баллов [13].

Орех грецкий является ценнейшим пищевым растением, и изучение изменчивости его плодов представляет большой интерес для науки и практики. Практически все части дерева обладают полезными для

человека свойствами. У него ценная древесина [14], экстракт из листьев и ядер обладает лечебными свойствами [15,16], ядра плодов – высококалорийный пищевой продукт, обладающий многими целебными качествами из-за которого выращивается эта культура [14,17,18]. Селекция ореха осуществляется во многих странах мира [14,19]. Одним из аспектов этого процесса является получение продукции определенного качества. Для количественных показателей это масса ореха и ядра, выход ядра, общий балл селекционной ценности плодов [3,4,13]. При этом важно с использованием различных методических подходов установить особенности изменчивости изучаемых показателей признаков для планирования соответствующих работ [7,8]. К настоящему времени изменчивость количественных показателей плодов ореха грецкого изучена односторонне с использованием только коэффициента вариации и индекса разнообразия. Однако в некоторых случаях полученные результаты не однозначны, что требует дополнительных исследований с использованием и других методических подходов [11,14].

Целью работы является изучение изменчивости количественных показателей плодов ореха грецкого на основе использования различных методик.

Для решения поставленной цели определяли массы плодов и ядер, выход ядра, общий балл селекционной ценности различных форм ореха грецкого и рассчитывали изменчивость данных показателей по различным методикам. Полученные результаты обрабатывали современными статистическими методами.

Методы исследования. Количественные показатели плодов ореха грецкого определяли по известной методике [3]. Объем выборки состоял из 70 плодов для каждой из 6 форм (особей). Для всех показателей применяли деление на 10 классов. Оценку разнообразия осуществляли по

различным методикам [5,9,10] с учетом особенностей исследования, т.е. вместо численности видов использовали количество плодов в классах деления показателей. С учетом этого модели принимали следующий вид.

Индекс разнообразия Сухоруких-Бигановой (IR_{s-b})

$$(IR_{s-b}) = E = \frac{H}{H_{\max 10}} \quad (1),$$

где E - относительная энтропия; H - энтропия распределения; $H_{\max 10}$ - максимально возможная энтропия данного распределения для 10 классов деления показателей изучаемого признака.

Поскольку логарифм 0 (нуля) не имеет значения, то при отсутствии в классе показателей использовали значение 0,001. Эта величина незначительна ($3,96825E-0,1$), не влияет на дальнейшие расчеты и позволяет вычислить логарифм.

Коэффициент вариации рассчитывали общепринятым способом [7,8]. Остальные индексы вычисляли известными методами с уточнениями [9], т.е.

индекс видового богатства Маргалефа (D_{Mg})

$$D_{Mg} = \frac{S - 1}{\ln N} \quad (2),$$

где S - число классов разбиения, шт., N - численность выборки, шт.;

индекс видового богатства Менхиника (D_{Mn})

$$D_{Mn} = \frac{S}{\sqrt{N}} \quad (3),$$

индекс Шеннона ($H(y)$)

$$H(y) = -\sum_j p(y_j) * \ln p(y_j) \quad (4),$$

где $H(y)$ - энтропия распределения; j - номер категории переменной y ; $p(y_j)$ -

вероятность (частость) значения доли признака y .

Относительная энтропия

$$E = \frac{H}{H_{\max}} \quad (5),$$

где E - относительная энтропия; H - энтропия распределения; H_{\max} - максимально возможная энтропия данного распределения с учетом фактического количества классов, в которых распределяется изучаемый признак.

Индекс полидоминантности (S_λ)

$$S_\lambda = \frac{N * (N - 1)}{\sum_i n_i * (n_i - 1)} \quad (6),$$

где $i = 1, 2, \dots, S$; $S_\lambda \in [1; \infty]$, n_i - численность класса, N - общая численность выборки.

Индекс Бергера-Паркера (d)

$$d = \frac{N_{\max}}{N} \quad (7),$$

где N_{\max} - численность класса с наибольшей частотой, N - общая численность выборки.

Статистическую обработку данных производили общепринятыми методами [7,8,20] с использованием программы Stadia 8.0 для Windows.

Результаты. Распределение массы плодов ореха грецкого по классам представлено в таблице 1.

Как следует из данных таблицы 1, масса плодов изучаемых форм распределяется в пределах 3-7, среднее 4,83 класса. В классах сосредотачивается от 1,43 до 71,43% плодов. При этом в средних классах каждой формы содержится их наибольшее количество - 21-50, в среднем - 15,47 плода.

В таблице 2 представлено распределение массы ядер ореха грецкого по классам деления данных.

Таблица 1. Распределение плодов ореха грецкого по массе
Table 1. Distribution of walnut fruits by weight

Средины классов	Формы ореха грецкого					
	1	2	3	4	5	6
6,78	20				8	
8,32	39	4			50	2
9,86	10	11	1		12	11
11,40	1	21	9	1		44
12,94		23	44	1		12
14,48		11	15	7		1
16,02			1	8		
17,56				22		
19,10				19		
20,64				12		
Число классов	4	5	5	7	3	5

Таблица 2. Распределение массы ядра форм ореха грецкого
Table 2. Distribution of the kernel mass of walnut shapes

Средины классов	Формы ореха грецкого					
	1	2	3	4	5	6
2,91	2	10			8	
3,81	31	28			56	2
4,71	29	26	30		6	21
5,61	8	6	32			40
6,51			8	2		7
7,41				9		
8,31				19		
9,22				18		
10,12				13		
11,02				9		
Число классов	4	4	3	6	3	4

Данные таблицы 2 указывают, что масса изучаемых форм распределяется в пределах 3-6, среднее 4 класса. В классах сосредотачивается 2,86-80% наблюдений. В средних классах у 2-х форм объем выборки составляет 26,71-80% всей совокупности ядер.

Распределение значений выхода ядра представлено в таблице 3.

Результаты, представленные в таблице 3, свидетельствуют о распределении значений выхода ядра в 3-7, в среднем – 5 классов. Классы, занимающие среднее положение у исследуемых форм, накапливают 31,43-80% наблюдений.

Общий балл селекционной ценности (категории) плодов ореха является результирующим показателем. На его основе делается заключение о селекционной категории изучаемых форм [3,14]. Распределение показателя по классам приводится в таблице 4.

Из данных таблицы 4 следует, что общий балл у изучаемых форм распределяется в пределах 3-5, среднее 3,67 классов. В классах сосредотачивается 1,43-80 % наблюдений. При этом в средних по положению классах их доля составляет 35,71-62,86%.

Обобщённые средние значения индексов разнообразия и коэффициентов вариации изучаемых показателей представлены в таблице 5.

По данным таблицы 5, наибольшая, близкая по величине сумма рангов, выявлена у выхода ядра – 25, массы плода – 24,5, массы ядра – 22, а наименьшая у общего балла селекционной ценности – 8.

Дисперсионный непараметрический метод статистического анализа рангов выявил,

что между изменчивостью массы ореха, ядра и выхода ядра отсутствует достоверное отличие (Кр. Фридмана = 0,2-0,5, значимость – 0,4795-0,6547). Изменчивость общего балла селекционной ценности достоверно отличается от трех вышеуказанных показателей (Кр. Фридмана = 8, значимость – 0,00468). Это указывает, что при селекции ореха на однородность продукции по первым трем показателям потребуются значительные усилия, а по последнему – наименьшие.

Таблица 3. Распределение значений выхода ядра у форм ореха грецкого
Table 3. Distribution of kernel yield values for walnut forms

Средины классов	Формы ореха грецкого					
	1	2	3	4	5	6
31,72		13				
35,23		56	3			
38,75		1	27		2	
42,27	1		29	1	16	10
45,79	3		10	12	42	33
49,31	18		1	23	9	26
52,82	28			22	1	1
56,34	12			5		
59,86	6			7		
63,38	2					
Число классов	7	3	5	6	5	4

Таблица 4. Распределение общего оценочного балла селекционной категории плодов ореха грецкого

Table 4. Distribution of the total evaluation score of the breeding category of walnut fruits

Средины классов	Формы ореха грецкого					
	1	2	3	4	5	6
22,22		3				
25,97		7			3	
29,72		45			29	
33,47	3	15			38	
37,22	13		1			20
40,98	25		32			44
44,73	27		28			6
48,48	2		9	1		
52,23				11		
55,98				58		
Число классов	5	4	4	3	3	3

Таблица 5. Значения индексов разнообразия, ранги массы ореха и ядра, выхода ядра и общего балла селекционной ценности плодов ореха грецкого
Table 5. Diversity index values, nut and kernel weight ranks, kernel yield and total breeding value score of walnut fruits

Индексы	Формы						Среднее/ ранг
	1	2	3	4	5	6	
	Масса ореха						
Индекс разнообразия IR_{s-b}	0,44	0,64	0,44	0,70	0,34	0,46	0,50/3,5
Коэффициент вариации	12,07	13,71	7,60	11,58	7,62	8,84	10,24/3
Индекс Маргалефа	0,71	0,94	0,94	1,41	0,47	0,94	0,90/3
Индекс Менхеника	0,48	0,60	0,60	0,84	0,36	0,60	0,58/3
Индекс Шеннона	1,02	1,47	1,01	1,62	0,79	1,05	1,16/3,5
Относительная энтропия по Шеннону	0,74	0,91	0,63	0,83	0,72	0,62	0,75/3,5
Индекс полидоминантности	2,47	4,17	2,22	4,67	1,83	2,26	2,94/2
Индекс Бергера-Паркера	1,79	3,04	1,59	3,18	1,40	1,59	2,10/3
	Масса ядра						
Индекс разнообразия IR_{s-b}	0,47	0,53	0,42	0,71	0,28	0,44	0,48/2
Коэффициент вариации	13,29	16,97	10,33	12,98	9,04	10,59	12,20/4
Индекс Маргалефа	0,71	0,71	0,47	1,18	0,47	0,71	0,71/2
Индекс Менхеника	0,48	0,48	0,36	0,72	0,36	0,48	0,48/2
Индекс Шеннона	1,08	1,22	0,97	1,64	0,64	1,01	1,09/2
Относительная энтропия по Шеннону	0,78	0,88	0,88	0,92	0,58	0,73	0,79/2
Индекс полидоминантности	2,68	3,17	2,52	5,08	1,53	2,39	2,89/4
Индекс Бергера-Паркера	2,26	2,50	2,19	3,68	1,25	1,75	2,27/4
	Выход ядра						
Индекс разнообразия IR_{s-b}	0,66	0,24	0,52	0,66	0,46	0,46	0,50/3,5
Коэффициент вариации	7,27	6,97	7,14	7,75	5,27	4,75	6,53/2
Индекс Маргалефа	1,41	0,47	0,94	1,18	0,94	0,71	0,94/4
Индекс Менхеника	0,84	0,36	0,60	0,72	0,60	0,48	0,60/4
Индекс Шеннона	1,56	0,55	1,21	1,51	1,07	1,06	1,16/3,5
Относительная энтропия по Шеннону	0,80	0,50	0,75	0,84	0,66	0,77	0,72/3,5
Индекс полидоминантности	3,92	1,49	3,00	4,16	2,37	2,69	2,94/3
Индекс Бергера-Паркера	2,50	1,25	2,41	3,04	1,67	2,12	2,17/2
	Общий балл						
Индекс разнообразия IR_{s-b}	0,56	0,43	0,46	0,22	0,36	0,37	0,40/1
Коэффициент вариации	8,42	7,97	5,02	3,06	5,12	4,52	5,70/1
Индекс Маргалефа	0,94	0,71	0,71	0,47	0,47	0,47	0,63/1
Индекс Менхеника	0,60	0,48	0,48	0,36	0,36	0,36	0,44/1
Индекс Шеннона	1,28	0,98	1,05	0,51	0,83	0,86	0,92/1
Относительная энтропия по Шеннону	0,80	0,71	0,78	0,46	0,76	0,78	0,71/1
Индекс полидоминантности	3,29	2,16	2,65	1,41	2,17	2,10	2,30/1
Индекс Бергера-Паркера	2,59	1,56	2,19	1,21	1,84	1,59	1,83/1

Таблица 6. Корреляция рангов изменчивости, вычисленных по различным методикам

Table 6. Correlation of variability ranks calculated using different methods

	IR _{s-b}	V	D _{Mg}	D _{Mn}	H	S _λ	d
V	0,4402						
D _{Mg}	0,8987	0,3115					
D _{Mn}	0,8987	0,3115	1				
H	0,9972	0,4339	0,8967	0,8967			
S _λ	0,9563	0,4765	0,7867	0,7867	0,9552		
D	0,9122	0,4548	0,7052	0,7052	0,9089	0,9761	
E	0,7304	0,453	0,4363	0,4363	0,7257	0,8457	0,8993

Непараметрическая корреляционная связь между рангами показателей изменчивости, вычисленным различными методами представлена в таблице 6.

Как следует из данных таблицы 6, между коэффициентом вариации и остальными индексами наблюдается слабая ($r = 0,3115-0,4339$) статистическая связь. Также слабая связь ($r = 0,4336$) отмечается между индексами Бергера -Паркера и дающими близкие значения индексами Маргалефа и Менхиника. В остальных случаях между рангами индексов наблюдается сильная статистическая связь ($r = 0,7052 - 1$).

Выводы. При статистическом делении массы плода и ядра, выхода ядра, общего балла селекционной ценности орехов на одинаковое количество классов эти показатели имеют различное распределение.

Изменчивость показателей, оцененных по сумме рангов, установленных на основе различных методов, распределилась в порядке убывания следующим образом: выход ядра – 25,5, масса ореха – 24,5, масса ядра – 22, общий балл – 8. Статистически значимое отличие изменчивости выявлено только между общим баллом и остальными показателями. Для других оно недостоверно.

Результаты оценки изменчивости количественных признаков плодов ореха грецкого выявили значительную положительную корреляционную связь между рангами индексов Сухоруких-Бигановой, Маргалефа, Менхиника, Шеннона, полидоминантности и Бергера-Паркера, низкую – между методами Бергера-Паркера и Маргалефа, Менхиника, а также коэффициента вариации со всеми рассматриваемыми методами.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

CONFLICT OF INTERESTS

The authors declare no conflict of interests

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вавилов Н.И. Теоретические основы селекции растений. Т. 1: Общая селекция растений М.; Л.: Сельхозгиз, 1935. 1043 с.
2. Царев А.П., Погиба С.П., Лаур Н.В. Селекция лесных и декоративных древесных растений. М.: МГУЛ, 2014. 552 с.

3. Сухоруких Ю.И., Луговской А.П., Биганова С.Г. Программа и методика селекции ореха грецкого. Майкоп: Качество, 2007. 57 с. EDN QKYXFL.
4. Программа Северо-Кавказского центра по селекции плодовых, ягодных, цветочно-декоративных культур и винограда на период до 2030 года / под ред. Е.А. Егорова. Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2013. 202 с.
5. Разнообразие орехов лещины обыкновенной (*Corylus avellana*L.) и прогноз встречаемости ее форм на Северо-Западном Кавказе / С.Г. Биганова [и др.] // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2020. № 3(375). С. 55-71. DOI 10.37482/0536-1036-2020-3-55-71. EDN OVKQJW.
6. Методическое и аналитическое обеспечение исследований по садоводству / Л.М. Лопатина [и др.]. Краснодар: Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства Россельхозакадемии, 2010. 300 с. EDN PYBRHF.
7. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. 352 с.
8. Минашкин В.Г., Садовникова Н.А., Шувалова Е.Б. Теория статистики. 4-е изд., перераб и доп. / Шмойлова Р.А. [и др.]. М.: Финансы и статистика, 2004. 656 с.
9. География и мониторинг биоразнообразия / Н.В. Лебедева [и др.]. М.: НУМЦ, 2002. 432 с. EDN SHEIRF.
10. Баканов А.И. Количественные методы экологии и гидробиологии: сборник научных трудов, посвященный памяти А.И. Баканова / отв. ред. Г.С. Розенберг. Тольятти: ИЦ РАН, 2005. 404 с.
11. Сухоруких Ю.И., Биганова С.Г. Разнообразие отдельных показателей плодов ореха грецкого при отборе по различным методикам // Новые технологии. 2024. Т. 20, № 1. С. 157-165. DOI 10.47370/2072-0920-2024-20-1-157-165. EDN JHBJXS.
12. Биганова С.Г., Сухоруких Ю.И., Исуцева Т.А. Изменчивость показателей качества плодов лещины обыкновенной в зависимости от условий произрастания // Новые технологии. 2013. № 1. С. 59-65. EDN PZJNXT.
13. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под общ. ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК, 1999. 606 с.
14. Сухоруких Ю.И. Избранные труды. Кн. 2: Орехоплодные. Майкоп: Качество, 2008. 396 с.
15. Исторический опыт и перспективы использования листьев грецкого ореха в медицине (*Juglans regia* L.) / А.С. Ключникова [и др.] // Медико-фармацевтический журнал. Пульс. 2022. Т. 24, № 7. С. 69-77. DOI 10.26787/nydha-2686-6838-2022-24-7-69-77. EDN YXMQHN.
16. Walnut (*Juglans regia* L.) Kernel extracts protect against isoproterenol-induced myocardial infarction in rats / Sun Y. [et al.] // Rejuvenation Research. 2019. No. 22(4). P. 306-312. DOI: 10.1089/rej.2018.2140
17. 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). С. 46-58. EDN EKVWVY.
18. Persian walnut composition and its importance in human health / Ebrahimi S. [et al.] // International Journal of Enteric Pathogens. 2017. No. 6(1). P. 3-9. DOI: 10.15171/ijep.2018.02
19. Bernard A., Lheureux F., Dirlwanger E. Walnut: past and future of genetic improvement // Tree Genetics and Genomes. 2018. No. 14(1). P. 1-28. DOI: 10.1007/s11295-017-1214-0
20. Кулаичев А.П. Методы и средства комплексного анализа данных. 4-е изд., перераб. и доп. М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2006. 512 с.

REFERENCES:

1. Vavilov N.I. Theoretical Foundations of Plant Breeding. Vol. 1: General Plant Breeding Moscow; Leningrad: Selkhozgiz, 1935. 1043 p. [In Russ.]
2. Tsarev A.P., Pogiba S.P., Laur N.V. Breeding Forest and Ornamental Woody Plants. Moscow: Moscow State University of Forestry, 2014. 552 p. [In Russ.]
3. Sukhorukikh Yu.I., Lugovskoy A.P., Biganova S.G. Program and Methodology for Breeding Walnut. Maikop: Kachestvo, 2007. 57 p. EDN QKYXFL. [In Russ.]
4. Program of the North Caucasus Center for Breeding Fruit, Berry, Flower and Ornamental Crops and Grapes for the Period up to 2030 / ed. by E.A. Egorov. Krasnodar: GNU SKZNIISiV, 2013. 202 p. [In Russ.]
5. Diversity of hazelnuts (*Corylus avellana*L.) and forecast of occurrence of its forms in the North-West Caucasus / S.G. Biganova [et al.] // News of higher educational institutions. Forestry journal. 2020. No. 3 (375). P. 55-71. DOI 10.37482/0536-1036-2020-3-55-71. EDN OBKQJW. [In Russ.]
6. Methodological and analytical support for research in horticulture / L.M. Lopatina [et al.]. Krasnodar: The North Caucasian Zonal Research Institute of Horticulture and Viticulture of the Russian Agricultural Academy, 2010. 300 p. EDN PYBRHF. [In Russ.]
7. Lakin G.F. Biometry. Moscow: Vysshaya shkola, 1990. 352 p. [In Russ.]
8. Minashkin V.G., Sadovnikova N.A., Shuvalova E.B. Theory of Statistics. 4th ed., revised and enlarged / Shmoilova R.A. [et al.]. Moscow: Finance and Statistics, 2004. 656 p. [In Russ.]
9. Geography and Monitoring of Biodiversity / N.V. Lebedeva [et al.]. Moscow: NUMC, 2002. 432 p. EDN SHEIRF. [In Russ.]
10. Bakanov A.I. Quantitative Methods of Ecology and Hydrobiology: A Collection of Scientific Papers Dedicated to the Memory of A.I. Bakanov / Ed. G.S. Rosenberg. Tolyatti: NC RAS, 2005. 404 p. [In Russ.]
11. Sukhorukikh Yu.I., Biganova S.G. Diversity of individual indicators of walnut fruits during selection using different methods // New technologies. 2024. Vol. 20, No. 1. P. 157-165. DOI 10.47370/2072-0920-2024-20-1-157-165. EDN JHBJXC. [In Russ.]
12. Biganova S.G., Sukhorukikh Yu.I., Isusheva T.A. Variability of quality indicators of common hazel fruits depending on growing conditions // New technologies. 2013. No. 1. P. 59-65. EDN PZNJXT. [In Russ.]
13. Program and methods for variety study of fruit, berry and nut crops / under the general editorship of E.N. Sedova, T.P. Ogoltsova. Orel: VNIISPK, 1999. 606 p.
14. Sukhorukikh Yu.I. Selected Works. Book 2: Nut-bearing plants. Maikop: Kachestvo, 2008. 396 p. [In Russ.]
15. Historical experience and prospects for the use of walnut leaves in medicine (*Juglans regia* L.) / A.S. Klyuchnikova [et al.] // Medical and pharmaceutical journal. Pulse. 2022. Vol. 24, No. 7. P. 69-77. DOI 10.26787/nydha-2686-6838-2022-24-7-69-77. EDN YXMQHN. [In Russ.]
16. Walnut (*Juglans regia* L.) Kernel extracts protect against isoproterenol-induced myocardial infarction in rats / Sun Y. [et al.] // Rejuvenation Research. 2019. No. 22(4). P. 306-312. DOI: 10.1089/rej.2018.2140 [In Russ.]
17. Kornienko P.S. Comparative analysis of the state and distribution of walnut in the world, as well as the problems of its cultivation in Russia // News of agricultural science of Tavrida. 2022. No. 29(192). P. 46-58. EDN EKVWVY.

18. Persian walnut composition and its importance in human health / Ebrahimi S. [et al.] // International Journal of Enteric Pathogens. 2017. No. 6(1). P. 3-9. DOI: 10.15171/ijep.2018.02
19. Bernard A., Lheureux F., Dirlewanger E. Walnut: past and future of genetic improvement // Tree Genetics and Genomes. 2018. No. 14(1). P. 1-28. DOI: 10.1007/s11295-017-1214-0
20. Kulaichev A.P. Methods and tools for complex data analysis. 4th ed., revised. and add. Moscow: FORUM: INFRA-M, 2006. 512 p.

Информация об авторах / Information about the authors

Сухоруких Юрий Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ведущий научный сотрудник Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Майкопский государственный технологический университет»; 385000 Российская Федерация, г. Майкоп, ул. Первомайская, 191, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5073-6102>, drsuchor@rambler.ru

Биганова Светлана Герсановна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры информационной безопасности и прикладной информатики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Майкопский государственный технологический университет»; 385000 Российская Федерация, г. Майкоп, ул. Первомайская, 191, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0581-3612>, svetlanabiganowa@yandex.ru

Пчихачев Эдуард Кимович, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, директор, Адыгейский филиал Федерального исследовательского центра «Субтропический научный центр Российской академии наук»; 385778, Российская Федерация Республика Адыгея, Майкопский район, пос. Цветочный, ул. Школьная, 2А, ORCID: <https://orcid.org/000-003-2587-0777>

Yuri I. Sukhorukikh, Dr Sci. (Agriculture), Professor, Leading Researcher, Maykop State Technological University; 385000 the Russian Federation, Maikop, 191 Pervomayskaya St., ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5073-6102>, drsuchor@rambler.ru

Svetlana G. Biganova, PhD (Agriculture), Associate Professor, Professor, the Department of Information Security and Applied Informatics, Maykop State Technological University; 385000, the Russian Federation, Maikop, 191 Pervomayskaya St., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0581-3612>, svetlanabiganowa@yandex.ru

Eduard K. Pchikhachev, PhD (Agriculture), Leading Researcher, Director, Adygh branch of the Subtropical Scientific Center of the Russian Academy of Sciences; 385778, the Russian Federation, the Republic of Adygea, the Maikopsky district, Tsvetochny settlement, 2 A Shkolnaya str., ORCID: <https://orcid.org/000-003-2587-0777>

Заявленный вклад авторов

Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант

Claimed contribution of authors

All authors of the research were directly involved in the design, execution, and analysis of the research. All authors of the article have read and approved the final version submitted

Поступила в редакцию 09.01.2025

Поступила после рецензирования 13.02.2025

Принята к публикации 17.02.2025

Received 09.01.2025

Revised 13.02.2025

Accepted 17.02.2025