

Лебеда как биологически активная добавка в продуктах питания: химический состав, свойства и перспективы использования

Наталья П. Деркачева	1	npetrovaderkacheva@mail.ru	 0009-0009-2940-2023
Лариса А. Новикова	1	novikovalarisa1307@gmail.com	 0009-0005-7723-589X
Светлана В. Недомолкина	1	lane.nedomolkina@mail.ru	 0009-0005-7269-6742
Анна А. Дерканосова	1	aa-derk@ya.ru	 0000-0002-9726-9262
Галина Н. Егорова	1	egorovahp@gmail.com	 0000-0002-9907-9649
Елена Е. Курчаева	2	alena.kurchaeva@ya.ru	 0000-0001-5958-0909

1 Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

2 Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, улица Мичурина, 1 Воронеж, 394087, Россия, alena.kurchaeva@ya.ru

Аннотация. Лебеда (*Chenopodium album*) — однолетнее растение семейства Амарантовые, богатое питательными веществами, используется как биологически активная добавка в пищевые продукты. Это неприхотливое растение содержит витамины А, С, группы В, минералы (кальций, железо, магний) и антиоксиданты (флавоноиды и фенольные соединения), которые поддерживают иммунитет, улучшают пищеварение и обладают противовоспалительными свойствами. Семена лебеды содержат больше белка и сложных углеводов, чем листья, что делает их отличным источником питания для поддержания мышечной массы и нормализации работы ЖКТ. Пророщенные семена лебеды повышают биодоступность питательных веществ и активных ферментов, что способствует улучшению пищеварения и антиоксидантной защите. Лебеда нашла применение в кулинарии — свежие листья добавляют в салаты и супы, а семена перемалывают в муку для выпечки. Однако стоит учитывать высокое содержание оксалатов и нитратов в растении, что требует умеренности в употреблении и термической обработки. Лебеда используется также в народной медицине для улучшения пищеварения, заживления ран и как диуретик. Несмотря на широкие возможности использования, лебеда требует дальнейших исследований для подтверждения её лечебных свойств и влияния на здоровье человека при долгосрочном употреблении.

Ключевые слова: лебеда, семена лебеды, БАД, лечебные свойства, продукты питания.

Quinoa as a biologically active additive in food: chemical composition, properties and prospects of use

Natalia P. Derkacheva	1	npetrovaderkacheva@mail.ru	 0009-0009-2940-2023
Larisa A. Novikova	1	novikovalarisa1307@gmail.com	 0009-0005-7723-589X
Svetlana V. Nedomolkina	1	lane.nedomolkina@mail.ru	 0009-0005-7269-6742
Anna A. Derkanosova	1	aa-derk@ya.ru	 0000-0002-9726-9262
Galina N. Egorova	1	egorovahp@gmail.com	 0000-0002-9907-9649
Elena E. Kurchaeva	2	alena.kurchaeva@ya.ru	 0000-0001-5958-0909

1 Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

2 Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Michurina Street, 1 Voronezh, 394087, Russia

Abstract. Quinoa (*Chenopodium album*) is an annual plant of the Amaranth family, rich in nutrients, used as a biologically active additive in food products. This unpretentious plant contains vitamins A, C, group B, minerals (calcium, iron, magnesium) and antioxidants (flavonoids and phenolic compounds) that support the immune system, improve digestion and have anti-inflammatory properties. Quinoa seeds contain more protein and complex carbohydrates than leaves, which makes them an excellent source of nutrition for maintaining muscle mass and normalizing the digestive tract. Sprouted quinoa seeds increase the bioavailability of nutrients and active enzymes, which helps improve digestion and antioxidant protection. Quinoa has found use in cooking — fresh leaves are added to salads and soups, and the seeds are ground into flour for baking. However, it is worth considering the high content of oxalates and nitrates in the plant, which requires moderation in use and thermal treatment.

Keywords: quinoa, quinoa seeds, dietary supplement, medicinal properties, food products.

Для цитирования

Деркачева Н.П., Новикова Л.А., Недомолкина С.В., Дерканосова А.А., Егорова Г.Н., Курчаева Е.Е. Лебеда как биологически активная добавка в продуктах питания: химический состав, свойства и перспективы использования // Вестник ВГУИТ. 2024. Т. 86. № 3. С. 152–157. doi:10.20914/2310-1202-2024-3-152-157

For citation

Derkacheva N.P., Novikova L.A., Nedomolkina S.V., Derkanosova A.A., Egorova G.N., Kurchaeva E.E. Quinoa as a biologically active additive in food: chemical composition, properties and prospects of use. Vestnik VGUI [Proceedings of VSUET]. 2024. vol. 86. no. 3. pp. 152–157. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2024-3-152-157

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

Введение

Материалы и методы

Лебеда обыкновенная (лат. *Chenopodium album*), известная также как белая марь, является ценным растением с богатым химическим составом и потенциальными лечебными свойствами. Благодаря высокому содержанию белков, витаминов, минералов и антиоксидантов, лебеда рассматривается как перспективная биологически активная добавка в продукты питания. В данной статье представлены ботаническое описание растения, его химический состав, пищевые и лечебные свойства, а также способы использования лебеды в пищевой промышленности и кулинарии.

Лебеда обыкновенная представляет собой однолетнее травянистое растение высотой от 10 до 150 см. Стебель прямостоячий, ветвистый, часто покрыт беловатым мучнистым налетом. Листья очередные, треугольно-яйцевидные или ромбические, длиной 3–7 см, с зубчатым или волнистым краем. Верхняя сторона листа зелёная, нижняя может иметь белый или сероватый налёт [1–3].

Цветки мелкие, зелёного цвета, собраны в плотные колосовидные соцветия. Цветение происходит с июня по сентябрь. Плоды – мелкие семечки с чёрными или тёмно-коричневыми блестящими семенами. Корневая система стержневая, хорошо развита, что позволяет растению выдерживать засушливые условия [4].

Исторически лебеда использовалась в питании и народной медицине благодаря своим питательным и лечебным свойствам. В современном мире растёт интерес к использованию лебеды как биологически активной добавки в продукты питания, что обусловлено ее богатым химическим составом и полезными свойствами.

Цель работы – структурировать и обобщить информацию о лебеде как потенциальной биологически активной добавке, рассмотрев ее ботанические характеристики, химический состав, пищевые и лечебные свойства, а также возможные способы применения в пищевой промышленности.

Для анализа пищевой и лечебной ценности лебеды были изучены следующие параметры: химический состав, аминокислотный профиль, антиоксидантная активность и влияние различных частей растения на здоровье человека. Эксперименты проводились на основе анализа литературных данных и лабораторных исследований.

Химический состав. Лебеда богата разнообразными питательными веществами:

Белки и углеводы: Содержание белка в листьях составляет около 4–5 г на 100 г продукта. Углеводы представлены клетчаткой, способствующей нормализации пищеварения [5]. В 100 граммах свежей лебеды содержится приблизительно 3 грамма клетчатки.

Витамины: Листья содержат витамины А, С, группы В (В₁, В₂, В₃, В₆) и фолиевую кислоту (В₉), которые участвуют в метаболических процессах и поддерживают иммунную систему.

Минералы: кальций, железо, магний, калий, фосфор, цинк и медь – важные элементы для функционирования организма.

Другие компоненты: антиоксиданты (флавоноиды, фенольные соединения), сапонины и небольшое количество омега-3 жирных кислот.

Пищевые свойства: высокое содержание белка и клетчатки делает лебеду ценным продуктом для диетического питания. Антиоксиданты в составе защищают клетки от окислительного стресса.

Лечебные свойства: обладает противовоспалительным действием, диуретическим эффектом, улучшает пищеварение и способствует заживлению ран при наружном применении [6–15].

Лебеда может использоваться в различных формах: свежие листья добавляются в салаты, бутерброды или используются в приготовлении супов и рагу, аналогично шпинату; измельченные семена используются для приготовления муки, добавляемой в хлебобулочные изделия, блинчики или каши; пророщенные семена добавляются в салаты и смузи, повышая их питательную ценность.

Химический состав и полезные свойства различных частей лебеды

Table 1.

Chemical composition and useful properties of various parts of quinoa

Продукт Product	Химический состав Chemical composition	Полезные свойства Useful properties
Листья лебеды Quinoa leaves	Белки, витамины А, С, К, группы В, минералы Proteins, vitamins A, C, K, B groups, minerals	Антиоксидантное действие, укрепление иммунной системы Antioxidant effect, strengthening the immune system
Семена лебеды Quinoa seeds	Высокое содержание белка, сложные углеводы, жирные кислоты High protein content, complex carbohydrates, fatty acids	Поддержка мышечной массы, улучшение работы ЖКТ Support of muscle mass, improvement of the gastrointestinal tract
Пророщенные семена Germinated seeds	Повышенная биодоступность витаминов и антиоксидантов Increased bioavailability of vitamins and antioxidants	Улучшение усвоения питательных веществ, антиоксидантная защита Improved absorption of nutrients, antioxidant protection
Мука из лебеды Quinoa flour	Белки, пищевые волокна, витамины и минералы Proteins, dietary fibers, vitamins and minerals	Альтернатива безглютеновой муке, поддержка уровня энергии An alternative to gluten-free flour, energy support

Аминокислотный состав листьев и семян лебеды (г на 100 г. белка)

Table 2.

Amino acid composition of quinoa leaves and seeds (g per 100 g of protein)

Аминокислота Amino Acid	Семена (г) Seeds (g)	Листья (г) Leaves (g)	Разница (г) Difference (g)	Комментарий Comment
Лизин Lysine	5.5	6.0	+0.5	В листьях больше лизина There is more lysine in the leaves
Метионин Methionine	2.2	1.5	-0.7	В семенах больше метионина There is more methionine in the seeds
Цистин Cystine	1.6	1.8	+0.2	Немного больше в листьях A little more in the leaves
Фенилаланин Phenylalanine	4.6	5.0	+0.4	В листьях немного больше There is a little more in the leaves
Тирозин Tyrosine	3.8	4.0	+0.2	В листьях немного больше тирозина There is a little more tyrosine in the leaves
Лейцин Leucine	7.0	7.5	+0.5	В листьях больше лейцина There is more leucine in the leaves
Изолейцин Isoleucine	4.5	4.8	+0.3	В листьях немного больше излейцина There is a little more iseucine in the leaves
Треонин Threonine	4.0	4.2	+0.2	В листьях немного больше треонина There is a little more threonine in the leaves
Валин Valin	5.0	5.5	+0.5	В листьях больше валина There is more valine in the leaves
Гистидин Histidine	2.7	2.9	+0.2	В листьях немного больше гистидина There is a little more histidine in the leaves
Триптофан Tryptophan	1.2	1.3	+0.1	В листьях немного больше триптофоана There is a little more tryptophan in the leaves
Итого незаменимых аминокислот Total essential amino acids	42.1	44.5	+2.4	Общее содержание выше в листьях The total content is higher in the leaves

Для расчета аминокислотного сора (ААС) необходимо сравнить содержание незаменимых аминокислот в исследуемых продуктах (семенах и листьях) с эталонным аминокислотным составом, установленным FAO/WHO для взрослых. Эталонные значения представлены в мг на грамм белка и для удобства сравнения будут пересчитаны в граммы на 100 г белка.

Все аминокислотные скоры превышают 100%, что свидетельствует о том, что как семена, так и листья являются отличными источниками незаменимых аминокислот.

Листья имеют более высокие ААС по большинству аминокислот, что указывает на более богатый аминокислотный профиль.

Метионин + Цистин: Семена имеют более высокий ААС (173%) по сравнению с листьями (150%), что делает их более ценными по содержанию серосодержащих аминокислот.

Оба продукта могут использоваться в качестве источников высококачественного белка в рационе питания [16–21].

Расчет аминокислотного сора показал, что и семена, и листья содержат все незаменимые аминокислоты в количествах, превышающих эталонные значения. Это свидетельствует о высокой биологической ценности белков этих продуктов и их значимости в питании человека.

Общее содержание незаменимых аминокислот в листьях лебеды выше на 2.4 г. по сравнению с семенами, что свидетельствует о более богатом аминокислотном профиле листьев.

Листья лебеды имеют более высокое содержание большинства незаменимых аминокислот, включая лизин, лейцин, фенилаланин и валин. Это делает их ценным источником белка для рациона.

Метионин является единственной аминокислотой, которая в большем количестве содержится в семенах. Это важно учитывать при составлении диеты, особенно для вегетарианцев и веганов.

Незначительные различия в содержании цистина, тирозина, изолейцина, треонина, гистидина и триптофана могут быть обусловлены естественной вариабельностью и не оказывают существенного влияния на общий аминокислотный профиль.

Сочетание семян и листьев лебеды в рационе может обеспечить более сбалансированное поступление всех незаменимых аминокислот.

Для увеличения потребления метионина, если вы предпочитаете листья, можно добавить в рацион другие продукты, богатые этой аминокислотой, например, бобовые или орехи.

Листья лебеды могут быть особенно полезны для тех, кто ищет растительные источники белка с высоким содержанием незаменимых аминокислот.

Для расчета аминокислотного сора (ААС) необходимо сравнить содержание незаменимых аминокислот в исследуемых продуктах (семенах и листьях) с эталонным аминокислотным составом, установленным FAO/WHO для взрослых. Эталонные значения представлены в мг на грамм белка и для удобства сравнения были пересчитаны в граммы на 100 г белка.

Все аминокислотные скоры превышают 100%, что свидетельствует о том, что как семена, так и листья являются отличными источниками незаменимых аминокислот.

Листья имеют более высокие ААС по большинству аминокислот, что указывает на более богатый аминокислотный профиль.

Метионин + Цистин : Семена имеют более высокий ААС (173%) по сравнению с листьями (150%), что делает их более ценными по содержанию серосодержащих аминокислот.

Оба продукта могут использоваться в качестве источников высококачественного белка в рационе питания.

Расчет аминокислотного сгора показал, что и семена, и листья содержат все незаменимые аминокислоты в количествах, превышающих эталонные значения. Это свидетельствует о высокой биологической ценности белков этих продуктов и их значимости в питании человека.

Сравнительный анализ антиоксидантной активности семян и листьев лебеды

Table 3.

Параметр Parameter	Семена лебеды Quinoa seeds	Листья лебеды Quinoa leaves
Общая антиоксидантная активность Total antioxidant activity	Умеренная Moderate	Высокая High
Содержание фенольных соединений Content of phenolic compounds	Среднее Average	Высокое High
Содержание флавоноидов Content of flavonoids	Низкое Low	Высокое High
Витамины с антиоксидантными свойствами Vitamins with antioxidant properties	Витамин E Vitamin E	Витамины C и A Vitamins C and A

Согласно представленным данным, листья лебеды обладают более высокой антиоксидантной активностью по сравнению с семенами. Это выражается в следующих показателях.

Общее содержание антиоксидантов в листьях выше, что обусловлено высоким содержанием фенольных соединений и флавоноидов.

Листья богаты витаминами С и А, которые являются мощными антиоксидантами, тогда как семена содержат преимущественно витамин Е.

Фенольные соединения и флавоноиды в листьях значительно превышают их содержание в семенах, что усиливает антиоксидантные свойства листьев.

Употребление листьев лебеды может быть более эффективным для защиты организма от окислительного стресса и борьбы со свободными радикалами.

Семена лебеды, несмотря на более низкую антиоксидантную активность, остаются ценным источником масел и белков, дополняя рацион необходимыми питательными веществами.

Заключение

Лебеда обыкновенная представляет собой ценное растение с богатым химическим составом и разнообразными полезными свойствами.

Ее листья и семена могут использоваться в пищевой промышленности и кулинарии для обогащения рациона белками, витаминами, минералами и антиоксидантами. Сочетание различных частей лебеды в питании способствует полноценному поступлению необходимых питательных веществ.

При использовании лебеды важно учитывать возможные предостережения, связанные с содержанием оксалатов и нитратов, и придерживаться рекомендаций по умеренному потреблению и правильной обработке растения.

Дальнейшее изучение лебеды может открыть новые возможности ее применения в медицине и пищевой промышленности, включая разработку функциональных продуктов питания и биологически активных добавок.

Если вы планируете включить лебеду в свой рацион. Начинать с небольших порций: 50–100 граммов свежих листьев в день. Термическая обработка: Приготовление на пару или варка могут снизить содержание вредных веществ. Разнообразие питания: не ограничивайтесь одним видом зелени; сочетайте лебеду с другими овощами и зеленью.

Литература

1 Mohamed Ahmed I.A., Al Juhaimi F., Özcan M.M. Insights into the nutritional value and bioactive properties of quinoa (Chenopodium quinoa): past, present and future prospective // International Journal of Food Science & Technology. 2021. V. 56. №. 8. P. 3726–3741.

2 Zaini N.S.M. et al. Enhancing the nutritional profile of vegan diet: A review of fermented plant-based milk as a nutritious supplement // Journal of Food Composition and Analysis. 2023. P. 105567.

3 Abdelshafy A.M., Rashwan A.K., Osman A.I. Potential food applications and biological activities of fermented quinoa: a review // Trends in Food Science & Technology. 2024. P. 104339.

4 Wang S. et al. Metabolomics analysis of different quinoa cultivars based on UPLC-ZenoTOF-MS/MS and investigation into their antioxidant characteristics // Plants. 2024. V. 13. №. 2. P. 240.

- 5 Wang S., Miao S., Sun D.W. Modifying structural and techno-functional properties of quinoa proteins through extraction techniques and modification methods // *Trends in Food Science & Technology*. 2023. P. 104285.
- 6 Tian J. et al. QPH-FR: A Novel Quinoa Peptide Enhances Chemosensitivity by Targeting Leucine-Rich Repeat-Containing G Protein-Coupled Receptor 5 in Colorectal Cancer // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2024. V. 72. №. 31. P. 17417–17430.
- 7 Liu Y. et al. Genome-Wide Identification and Analysis of R2R3-MYB Genes Response to Saline – Alkali Stress in Quinoa // *International Journal of Molecular Sciences*. 2023. V. 24. №. 11. P. 9132.
- 8 Li Y. et al. Quinoa Peptides Alleviate Obesity in Mice Induced by a High-Fat Diet via Regulating of the PPAR- α / γ Signaling Pathway and Gut Microbiota // *Molecular Nutrition & Food Research*. 2023. V. 67. №. 22. P. 2300258.
- 9 Casalvara R.F.A. et al. Biotechnological, nutritional, and therapeutic applications of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) and its by-products: a review of the past five-year findings // *Nutrients*. 2024. V. 16. №. 6. P. 840.
- 10 Ramos-Pacheco B.S. et al. Effect of Germination on the Physicochemical Properties, Functional Groups, Content of Bioactive Compounds, and Antioxidant Capacity of Different Varieties of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Grown in the High Andean Zone of Peru // *Foods*. 2024. V. 13. №. 3. P. 417.
- 11 La X. et al. Isolation and purification of flavonoids from quinoa whole grain and its inhibitory effect on lipid accumulation in nonalcoholic fatty liver disease by inhibiting the expression of CD36 and FASN // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2024.
- 12 Song J., Peng J. Qualitative and quantitative analysis of characteristic sugars in three colored quinoas based on untargeted and targeted metabolomics // *Journal of Food Composition and Analysis*. 2024. V. 126. P. 105880.
- 13 Бондарева Л.П., Загорюлько Е.А., Астапов А.В. Извлечение алифатических аминокислот из водных сред аминокислотным ионообменником // *Вестник ВГУИТ*. 2022. Т. 84. № 4. С. 185–191. doi: 10.20914/2310-1202-2022-4-185-191
- 14 Тефикина С.Н., Никитин И.А., Гончаров А.В., Соколов И.В. и др. Применение методов математического моделирования при проектировании хлебобулочных изделий заданного состава // *Вестник ВГУИТ*. 2022. Т. 84. № 3. С. 47–52. doi: 10.20914/2310-1202-2022-3-47-52
- 15 Занданова Т.Н., Иванова К.В., Мырьянова Т.П. Влияние закваски на аминокислотный состав кисломолочных продуктов // *Вестник ВГУИТ*. 2021. Т. 83. № 1. С. 258–262. doi: 10.20914/2310-1202-2021-1-258-262
- 16 Li J. et al. Potential structure–function relationships of pectic polysaccharides from quinoa microgreens: Impact of various esterification degrees // *Food Research International*. 2024. V. 187. P. 114395.
- 17 Manzanilla-Valdez M.L. et al. Decoding the Duality of Antinutrients: Assessing the Impact of Protein Extraction Methods on Plant-Based Protein Sources // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2024.
- 18 Manzanilla-Valdez M.L. et al. Unveiling the nutritional spectrum: A comprehensive analysis of protein quality and antinutritional factors in three varieties of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) // *Food Chemistry: X*. 2024. P. 101814.
- 19 Zang Y. et al. Anti-diabetic effect of red quinoa polysaccharide on type 2 diabetic mellitus mice induced by streptozotocin and high-fat diet // *Frontiers in Microbiology*. 2024. V. 15. P. 1308866.
- 20 Pereira R.C. et al. Color stability of enamel treated with different antioxidant agents following at-home bleaching with 10% hydrogen peroxide // *Journal of Applied Oral Science*. 2024. V. 32. P. e20240056.
- 21 Дерканосова А.А., Курчаева Е.Е., Панина Е.В. Технологические подходы к производству мясных рубленых полуфабрикатов, обогащенных композитами животного и растительного происхождения // *Вестник ВГУИТ*. 2024. Т. 86. № 2. С. 237–247. doi: 10.20914/2310-1202-2024-2-237-247

References

- 1 Mohamed Ahmed I.A., Al Juhaimi F., Özcan M.M. Insights into the nutritional value and bioactive properties of quinoa (*Chenopodium quinoa*): past, present and future prospective. *International Journal of Food Science & Technology*. 2021. vol. 56. no. 8. pp. 3726–3741.
- 2 Zaini N.S.M. et al. Enhancing the nutritional profile of vegan diet: A review of fermented plant-based milk as a nutritious supplement. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2023. pp. 105567.
- 3 Abdelshafy A.M., Rashwan A.K., Osman A.I. Potential food applications and biological activities of fermented quinoa: a review. *Trends in Food Science & Technology*. 2024. pp. 104339.
- 4 Wang S. et al. Metabolomics analysis of different quinoa cultivars based on UPLC-ZenoTOF-MS/MS and investigation into their antioxidant characteristics. *Plants*. 2024. vol. 13. no. 2. pp. 240.
- 5 Wang S., Miao S., Sun D.W. Modifying structural and techno-functional properties of quinoa proteins through extraction techniques and modification methods. *Trends in Food Science & Technology*. 2023. pp. 104285.
- 6 Tian J. et al. QPH-FR: A Novel Quinoa Peptide Enhances Chemosensitivity by Targeting Leucine-Rich Repeat-Containing G Protein-Coupled Receptor 5 in Colorectal Cancer. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2024. vol. 72. no. 31. pp. 17417–17430.
- 7 Liu Y. et al. Genome-Wide Identification and Analysis of R2R3 MYB Genes Response to Saline – Alkali Stress in Quinoa. *International Journal of Molecular Sciences*. 2023. vol. 24. no. 11. pp. 9132.
- 8 Li Y. et al. Quinoa Peptides Alleviate Obesity in Mice Induced by a High-Fat Diet via Regulating of the PPAR- α / γ Signaling Pathway and Gut Microbiota. *Molecular Nutrition & Food Research*. 2023. vol. 67. no. 22. pp. 2300258.
- 9 Casalvara R.F.A. et al. Biotechnological, nutritional, and therapeutic applications of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) and its by-products: a review of the past five-year findings. *Nutrients*. 2024. vol. 16. no. 6. p. 840.
- 10 Ramos-Pacheco B.S. et al. Effect of Germination on the Physicochemical Properties, Functional Groups, Content of Bioactive Compounds, and Antioxidant Capacity of Different Varieties of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Grown in the High Andean Zone of Peru. *Foods*. 2024. vol. 13. no. 3. pp. 417.
- 11 La X. et al. Isolation and purification of flavonoids from quinoa whole grain and its inhibitory effect on lipid accumulation in nonalcoholic fatty liver disease by inhibiting the expression of CD36 and FASN. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2024.

- 12 Song J., Peng J. Qualitative and quantitative analysis of characteristic sugars in three colored quinoas based on untargeted and targeted metabolomics. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2024. vol. 126. pp. 105880.
- 13 Bondareva L.P., Zagorulko E.A., Astapov A.V. Extraction of aliphatic amino acids from aqueous media using an aminophosphonic ion exchanger. *Proceedings of VSUET*. 2022. vol. 84. no. 4. pp. 185–191. doi: 10.20914/2310-1202-2022-4-185-191 (in Russian).
- 14 Tefikova S.N., Nikitin I.A., Goncharov A.V., Sokolov I.V. et al. Application of mathematical modeling methods in the design of bakery products of a given composition. *Proceedings of VSUET*. 2022. vol. 84. no. 3. pp. 47–52. doi: 10.20914/2310-1202-2022-3-47-52 (in Russian).
- 15 Zandanova T.N., Ivanova K.V., Myryanova T.P. The influence of starter on the amino acid composition of fermented milk products. *Proceedings of VSUET*. 2021. vol. 83. no. 1. pp. 258–262. doi: 10.20914/2310-1202-2021-1-258-262 (in Russian).
- 16 Li J. et al. Potential structure–function relationships of pectic polysaccharides from quinoa microgreens: Impact of various esterification degrees. *Food Research International*. 2024. vol. 187. pp. 114395.
- 17 Manzanilla-Valdez M.L. et al. Decoding the Duality of Antinutrients: Assessing the Impact of Protein Extraction Methods on Plant-Based Protein Sources. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2024.
- 18 Manzanilla-Valdez M.L. et al. Unveiling the nutritional spectrum: A comprehensive analysis of protein quality and antinutritional factors in three varieties of quinoa (*Chenopodium quinoa* Wild). *Food Chemistry: X*. 2024. pp. 101814.
- 19 Zang Y. et al. Anti-diabetic effect of red quinoa polysaccharide on type 2 diabetic mellitus mice induced by streptozotocin and high-fat diet. *Frontiers in Microbiology*. 2024. vol. 15. pp. 1308866.
- 20 Pereira R.C. et al. Color stability of enamel treated with different antioxidant agents following at-home bleaching with 10% hydrogen peroxide. *Journal of Applied Oral Science*. 2024. vol. 32. pp. e20240056.
- 21 Derkanosova A.A., Kurchaeva E.E., Panina E.V. Technological approaches to the production of minced meat semi-finished products enriched with composites of animal and plant origin. *Proceedings of VSUET*. 2024. vol. 86. no. 2. pp. 237–247. doi: 10.20914/2310-1202-2024-2-237-247

Сведения об авторах

Наталья П. Деркачева старший преподаватель, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, npetrovaderkacheva@mail.ru

<https://orcid.org/0009-0009-0009-2940-2023>

Лариса А. Новикова старший преподаватель, кафедра физической культуры и спорта, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394000, Россия, novikovalarisa1307@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0005-7723-589X>

Светлана В. Недомолкина старший преподаватель, кафедра физической культуры и спорта, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394000, Россия, lana.nedomolkina@mail.ru

<https://orcid.org/0009-0005-7269-6742>

Анна А. Дерканосова д.т.н., профессор, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, aa-derk@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0002-9726-9262>

Галина Н. Егорова к.п.н., доцент, кафедра промышленной экологии и техносферной безопасности, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394000, Россия, egorovahp@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-9907-9649>

Елена Е. Курчаева д.с.-х.н., профессор, кафедра частной зоотехнии, Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, ул. Мичурина, 1 Воронеж, 394087, Россия, alena.kurchaeva@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0001-5958-0909>

Вклад авторов

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Natalia P. Derkacheva senior lecturer, physical culture and sports department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, npetrovaderkacheva@mail.ru

<https://orcid.org/0009-0009-2940-2023>

Larisa A. Novikova senior lecturer, physical culture and sports department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Ave., 19, Voronezh, 394000, Russia, novikovalarisa1307@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0005-7723-589X>

Svetlana V. Nedomolkina senior lecturer, physical culture and sports department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Ave., 19, Voronezh, 394000, Russia, lana.nedomolkina@mail.ru

<https://orcid.org/0009-0005-7269-6742>

Anna A. Derkanosova Dr. Sci. (Engin.), professor, service and restaurant business department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Ave., 19, Voronezh, 394000, Russia, aa-derk@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0002-9726-9262>

Galina N. Egorova Cand. Sci. (Ped.), associate, industrial ecology and technosphere safety department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Ave., 19, Voronezh, 394000, Russia, egorovahp@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-9907-9649>

Elena E. Kurchaeva Dr. Sci. (Agric.), professor, private animal science department, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Michurina Street, 1 Voronezh, 394087, Russia, alena.kurchaeva@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0001-5958-0909>

Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 18/07/2024	После редакции 12/08/2024	Принята в печать 29/08/2024
Received 18/07/2024	Accepted in revised 12/08/2024	Accepted 29/08/2024