

Влияние обогатителя растительного происхождения на функциональные свойства печенья овсяного

Валерия Н. Нартова ¹	iwakina.val@ya.ru	 0009-0007-4589-6428
Надежда Н. Алёхина ¹	nadinat@ya.ru	 0000-0002-3317-9858
Елена И. Пономарева ¹	elena6815@ya.ru	 0000-0003-2310-2838
Светлана И. Лукина ¹	lukina.si@ya.ru	 0000-0003-4393-2046

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

Аннотация. В настоящее время исследования, направленные на разработку изделий, сырьем для которых являются побочные продукты переработки зернобобовых культур с ценным составом биологически активных веществ, являются актуальными для здорового питания людей. Поэтому на первом этапе оценивали химический и аминокислотный состав, биологическую и энергетическую ценность изделий; на втором этапе исследовали их антиоксидантные свойства. Объектами исследования являлись образцы печенья овсяного – контроля и с 15 % заменой муки пшеничной высшего сорта на муку из гороха дробленого. В результате проведенных исследований выявлено, что применение обогатителя позволило повысить пищевую ценность изделия за счет увеличения содержания белка на 19,4 %, пищевых волокон – на 39,5 %, минеральных веществ – на 20-37 %, витаминов группы В – на 39,3 %, биологическую ценность – на 14,7 %, содержание антиоксидантов – на 7,6 %, а также привело к снижению энергетической ценности относительно контроля. Лимитирующей аминокислотой в обоих образцах являлся лизин, являющийся основой строительного материала клеток и тканей организма человека и играющий важную роль в физиологии питания людей. Содержание лизина было выше на 52 % в обогащенном изделии относительно контрольного образца. Таким образом, установлена перспективность применения муки из гороха дробленого для производства обогащенных, безглютеновых продуктов питания с целью поддержания здоровья людей.

Ключевые слова: мука из гороха дробленого, обогатитель, печенье овсяное, пищевая ценность, антиоксидантная активность.

The effect of a plant-based fortifier on the functional properties of oatmeal cookies

Valeria N. Nartova ¹	iwakina.val@ya.ru	 0009-0007-4589-6428
Nadezhda N. Alekhina ¹	nadinat@ya.ru	 0000-0002-3317-9858
Elena I. Ponomareva ¹	elena6815@ya.ru	 0000-0003-2310-2838
Svetlana I. Lukina ¹	lukina.si@ya.ru	 0000-0003-4393-2046

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

Abstract. Currently, research aimed at developing products using legume processing by-products with a valuable composition of biologically active substances as raw materials is relevant for healthy human nutrition. Therefore, at the first stage, the chemical and amino acid composition, biological and energy value of the products were assessed; at the second stage, their antioxidant properties were studied. The objects of the study were oatmeal cookie samples - control and with 15% replacement of premium wheat flour with crushed pea flour. As a result of the studies, it was found that the use of a fortifier made it possible to increase the nutritional value of the product by increasing the protein content by 19.4%, dietary fiber - by 39.5%, minerals - by 20-37%, B vitamins - by 39.3%, biological value - by 14.7%, antioxidant content - by 7.6%, and also led to a decrease in energy value relative to the control. The limiting amino acid in both samples was lysine, which is the basis of the building material of cells and tissues of the human body and plays an important role in the physiology of human nutrition. The lysine content was 52% higher in the enriched product relative to the control sample. Thus, the prospects for using crushed pea flour for the production of enriched, gluten-free food products for the purpose of maintaining human health were established.

Keywords: crushed pea flour, fortifier, oatmeal cookies, nutritional value, antioxidant activity.

Введение

Одной из ключевых задач государственной политики в области здорового питания является разработка продуктов профилактической направленности с целью поддержания и укрепления здоровья людей [1].

Широкий спрос у потребителей имеют мучные кондитерские изделия, в том числе овсяное печенье, но несмотря на их вкусовые достоинства и ценовую доступность, они обладают недостаточным содержанием физиологически важных нутриентов, что вызывает необходимость их обогащения биологически активными веществами [2, 3].

Для цитирования

Нартова В.Н., Алёхина Н.Н., Пономарева Е.И., Лукина С.И. Влияние обогатителя растительного происхождения на функциональные свойства печенья овсяного // Вестник ВГУИТ. 2025. Т. 87. № 1. С. 184–189. doi:10.20914/2310-1202-2025-1-184-189

For citation

Nartova V.N., Alekhina N.N., Ponomareva E.I., Lukina S.I. The effect of a plant-based fortifier on the functional properties of oatmeal cookies. Vestnik VGUET [Proceedings of VSUET]. 2025. vol. 87. no. 1. pp. 184–189. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2025-1-184-189

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

Особое внимание среди возможных обогатителей уделяется нетрадиционным видам растительного сырья благодаря их доступности и ценному химическому составу [4–6]. При этом перспективным сырьем представляется мука из гороха дробленого, основой которой является побочный продукт переработки гороха. Она обладает высоким содержанием белка, пищевых волокон, минеральных веществ, сбалансированным аминокислотным составом и, как следствие, достаточно высокой биологической ценностью [7].

Исследования показывают, что горох, как и его побочные продукты, обладают высокой антиоксидантной активностью благодаря наличию различных биологически активных компонентов, таких как полифенолы (флавоноиды, фенольные кислоты), биоактивные пептиды [8].

Таким образом, существует необходимость изучения влияния обогатителя на качество печенья овсяного с позиции функциональности.

Цель работы – исследование влияния муки из гороха дробленого на показатели пищевой ценности и антиоксидантные свойства печенья овсяного.

Исследования были проведены в 2 этапа: на первом этапе определяли химический и аминокислотный состав изделий, их биологическую и энергетическую ценность; на втором этапе оценивали антиоксидантную активность печенья.

Материалы и методы

Объектами исследования являлись образцы овсяного печенья: образец № 1 – контроль (без обогатителя), образец № 2 – с 15% заменой пшеничной хлебопекарной муки высшего сорта на муку из гороха дробленого (МГД) [9].

Получение муки из гороха дробленого осуществлялось путем измельчения дробленого гороха дезинтеграционно-волновым способом до размера частиц 25–30 мкм [10]. Химический и аминокислотный состав, биологическую и энергетическую ценность изделий определяли расчетным путем посредством полученных экспериментальных значений [7] и данных справочной литературы [11]. Суммарное содержание антиоксидантов определяли на приборе «ЦветЯуза-01-АА» амперометрическим методом.

Обсуждение

На первом этапе исследований анализ количества макронутриентов и степени удовлетворения в них суточной потребности за счет употребления образца печенья овсяного № 1 и № 2 показал, что содержание белка выше в печенье с обогатителем по сравнению с контролем на 19,4%, пищевых волокон – на 39,5%, а значение усвояемых углеводов меньше на 15,9% (рисунок 1 а, б). Потребление 100 г. изделия с внесением 15% МГД позволит обеспечить степень удовлетворения суточной потребности в пищевых волокнах на 10,8%, а в белке – на 9,4%.

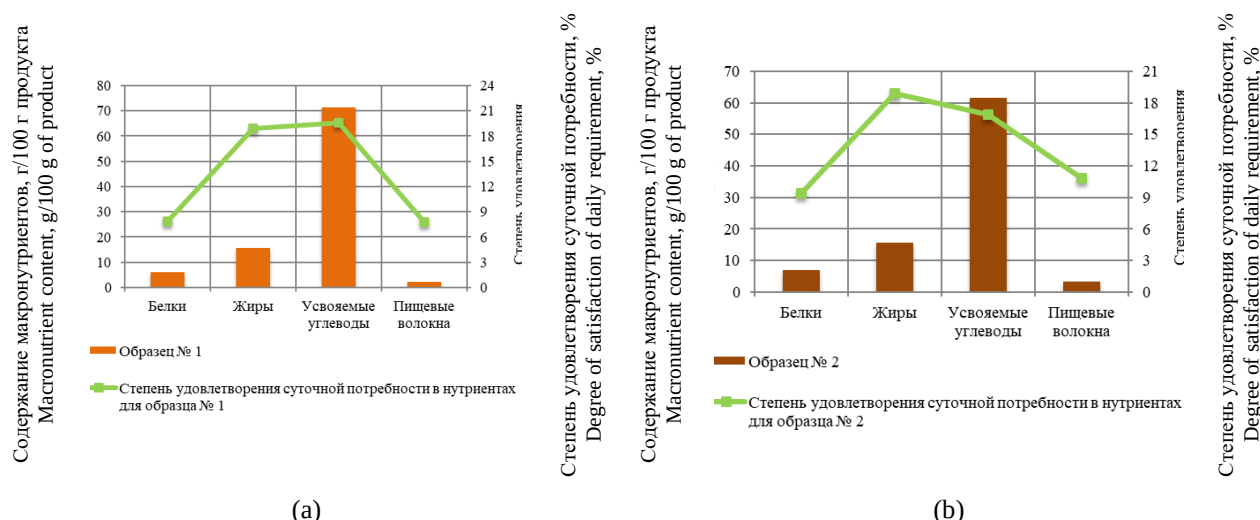


Рисунок 1. Содержание макронутриентов и степень удовлетворения в них суточной потребности в образцах печенья овсяного № 1 (а) и № 2 (б)

Figure 1. The content of macronutrients and the degree of satisfaction of the daily requirement in them in samples of oatmeal biscuits № 1 (a) and № 2 (b)

Выявлено, что образец печенья овсяного № 2 обладает более низкой энергетической ценностью (1741 кДж/100 г продукта), чем контрольный образец № 1 (1884 кДж/100 г продукта).

Сравнительная оценка минерального состава исследуемых объектов показала, что образец печенья № 2 превосходил образец № 1 по содержанию макро- и микроэлементов на 20–37% (рисунок 2).

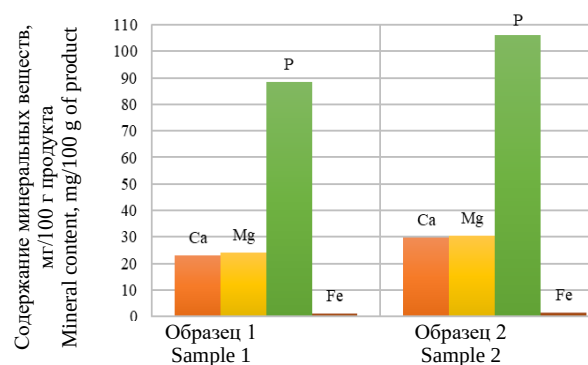


Рисунок 2. Содержание минеральных веществ в образцах печенья овсяного № 1, 2

Figure 2. Mineral content in samples of oatmeal biscuits № 1, 2

При исследовании количества витаминов в анализируемых изделиях выявлено, что печенье с внесением муки из гороха дробленого содержало больше витамина В₁ на 39,3% по сравнению с образцом без обогатителя, при этом доля витамина В₂ практически не отличалась в обоих образцах (рисунок 3)

Анализ аминокислотного состава исследуемых объектов показал, что лимитирующей аминокислотой в обоих образцах является лизин, при этом его содержание в печенье с внесением муки из гороха дробленого выше

на 52% по сравнению с контрольным изделием (рисунок 4 а, б). Лизин является абсолютно незаменимой аминокислотой для организма человека, его недостаток в питании приводит к снижению числа эритроцитов и уменьшению гемоглобина, возникновению дистрофических изменений в мышцах и органах, нарушению кальцификации костей. Выявлено более высокое содержание всех незаменимых аминокислот в образце № 2 относительно образца № 1.

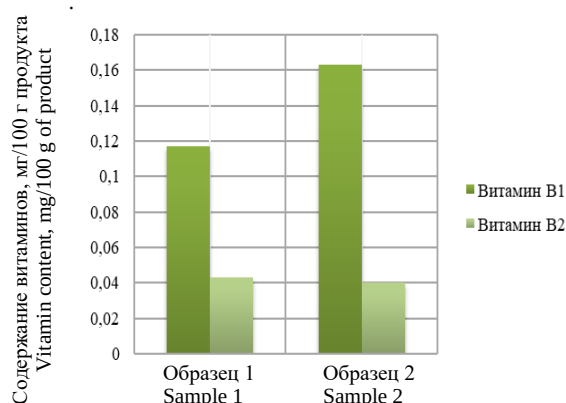
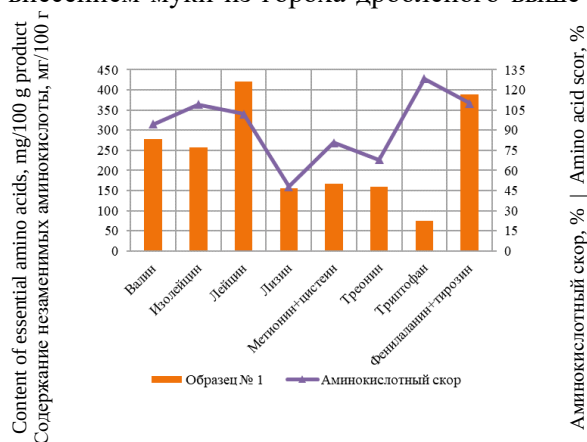
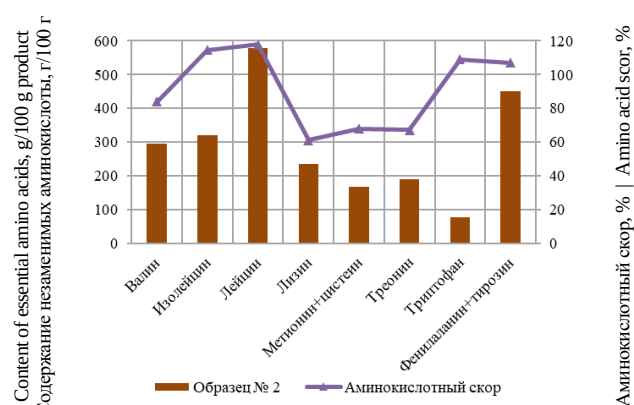


Рисунок 3. Содержание витаминов В₁ и В₂ в исследуемых образцах № 1, 2

Figure 3. The content of vitamins В₁ and В₂ in the studied samples № 1, 2



(a)



(b)

Рисунок 4. Содержание незаменимых аминокислот и аминокислотный скор образцов печенья овсяного № 1 (a) и № 2 (б)
Figure 4. The content of essential amino acids and the amino acid score of oatmeal cookie samples № 1 (a) and № 2 (b)

В результате расчета биологической ценности печенья овсяного установлено, что ее значение больше на 14,7% в образце с обогатителем по сравнению с контрольным образцом (рисунок 5), что указывает на повышение сбалансированности аминокислотного состава белка изделия с внесением муки из гороха дробленого.

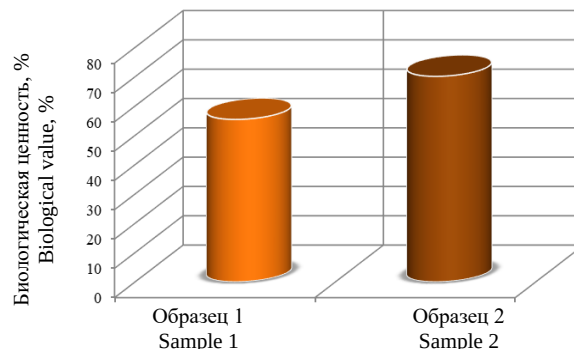


Рисунок 5. Биологическая ценность образцов № 1, 2
Figure 5. Biological value of samples № 1, 2

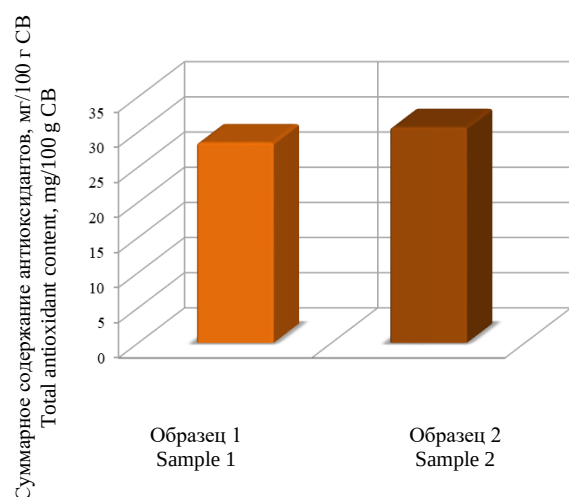


Рисунок 6. Суммарное содержание антиоксидантов в образцах печенья № 1, 2 в пересчете на абсолютно сухую массу

Figure 6. Total antioxidant content in cookie samples № 1, 2 in terms of dry mass

На втором этапе исследования осуществлялся сравнительный анализ антиоксидантной активности образцов печенья овсяного, в результате которого выявлено, что в изделии с обогастителем (образец № 2) суммарное содержание антиоксидантов выше на 7,6% относительно контрольного объекта (образец № 1) (рисунок 6).

Это обусловлено вносимыми с мукой из гороха дробленого антиоксидантными веществами, такими как полифенолы, особенно флавоноиды, в том числе кемпферол, а также биоактивными пептидами [8].

Заключение

Оценили влияние обогапителя на показатели пищевой ценности и антиоксидантную активность печенья овсяного. Выявлено, что внесение муки из гороха дробленого способствует повышению содержания белка, пищевых волокон, минеральных веществ, витаминов группы В и снижению энергетической ценности изделия. Образец № 2 характеризовался большей биологической ценностью по сравнению с образцом № 1, и как следствие, более сбалансированным аминокислотным составом. Овсяное печенье с 15% муки из гороха дробленого имело более высокую антиоксидантную активность относительно контроля.

Полученные данные свидетельствуют о целесообразности применения муки из гороха дробленого в технологии печенья овсяного и других продуктов питания с целью повышения их пищевой ценности. Внесение данного обогапителя перспективно для производства безглютеновых изделий, продуктов здорового питания, а также способствует повышению ресурсосбережения в сфере АПК за счет применения побочного продукта переработки гороха.

Литература

- 1 Белякова Н.И., Шилов В.В., Журня А.А. Достижения и перспективы разработки продуктов функционального и специализированного назначения // Пищевая промышленность: наука и технологии. 2021. Т. 14. № 2(52). С. 30–36. doi: 10.47612/2073-4794-2021-14-2(52) – 30–36.
- 2 Козубаева Л.А. Применение конопляной муки при производстве кексов // Ползуновский вестник. 2021. № 1. С. 27–33. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.01.004.
- 3 Ланшина Я.Ю. Инновационные подходы повышения пищевой ценности мучных кондитерских изделий // Инновационные научные исследования. 2021. № 4–2(6). С. 46–61. doi: 10.5281/zenodo.4782021.
- 4 Габдукаева Л.З. Разработка технологии мучных кондитерских изделий, обогащенных эссенциальными нутриентами // Хранение и переработка сельхозсырья. 2024. № 2. С. 116–132. doi: 10.36107/spfp.2024.2.457.
- 5 Овакимян С.Л. Характеристика растительных добавок, содержащих пищевые волокна, используемых для производства кондитерских изделий // Парадигма. 2022. № 5. С. 38–41.
- 6 Guillin F.M., Gaudichon C., Guérin-Deremaux L., Lefranc-Millot C. et al. Real ileal amino acid digestibility of pea protein compared to casein in healthy humans: a randomized trial // The American journal of clinical nutrition. 2022. Vol. 115(2). P. 353–363. doi:10.1093/ajcn/nqab354.
- 7 Алехина Н.Н., Пономарева Е.И., Ивакина В.Н. Мука из дроблёного гороха – перспективное сырьё для производства продуктов питания // Хлебопродукты. 2024. № 5. С. 48–51. doi: 10.32462/0235-2508-2024-33-5-48-51.
- 8 Wu D.T., Li W.X., Wan J.J., Hu Y.C. et al. Comprehensive Review of Pea (*Pisum sativum* L.): Chemical Composition, Processing, Health Benefits, and Food Applications // Foods. 2023. Vol. 12. P. 2527. doi: 10.3390/foods12132527.
- 9 Пат. № 2830209, RU, A21D 8/02, A21D 13/045, A21D 13/047, A21D 13/80, A21D 2/36. Способ производства печенья овсяного профилактической направленности / Алехина Н.Н., Ивакина В.Н. № 2024114962; Заявл. 31.05.2024; Оpubл. 14.11.2024. Бюл. № 32.
- 10 Пожидаева Е.А., Попов Е.С., Огорокова А.М., Хорпьяков М.М. и др. Кисломолочный напиток обогащенный продуктами глубокой переработки виноградной косточки // Вестник ВГУИТ. 2024. Т. 86, № 2. С. 153–159. doi:10.20914/2310-1202-2024-2-153-159.
- 11 Тутельян В.А., Долгушкин Н.К., Никитюк Д.Б. Химический состав российских пищевых продуктов: справочник. Москва: ТД ДеЛи, 2024. 193 с.
- 12 Singh A., Poonia A. Pea Pod Powder as a Value-Added Food Ingredient for Enhancing the Nutritional and Antioxidant Properties of Cookies // The Indian Journal of Nutrition and Dietetics. 2023. Vol. 60. № 1. P. 112–117. doi: 10.21048/IJND.2023.60.1.31002.

- 13 Tarannum R., Alam A., Hasan M.S., Rabby G., Raiyan A., Parvin R., Alam M., Zahid M.A. Development of oats flour and bitter gourd fortified cookies: Effects on physicochemical, antioxidant, antimicrobial, and sensory attributes // *PLOS ONE*. 2025. Vol. 20. № 1. С. e0316575. doi: 10.1371/journal.pone.0316575.
- 14 Felisiak K., Przybylska S., Tokarczyk G., Tabaszewska M., Słupski J., Wydurska J. Effect of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Flour Incorporation on Quality, Antioxidant Properties, and Bioactive Compounds of Shortbread Cookies // *Foods*. 2024. Vol. 15. № 13. P. 2356. doi: 10.3390/foods13152356
- 15 Cipollone M.A., Tironi V.A. Yellow pea flour and protein isolate as sources of antioxidant peptides after simulated gastrointestinal digestion // *Legume Science*. 2020. Vol. 2. № 4. e59. doi: 10.1002/leg3.59
- 16 Costantini M., Summo C., Centrone M. et al. Macro- and Micro-Nutrient Composition and Antioxidant Activity of Chickpea and Pea Accessions // *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*. 2021. Vol. 71. № 2 P.177–185. doi: 10.31883/pjfn/135813.
- 17 Lee H., Shahbaz H.M., Yang J. et al. Effect of high pressure processing combined with lactic acid bacteria on the microbial counts and physicochemical properties of uncooked beef patties during refrigerated storage // *J Food Process Preserv*. 2021. Vol. 45. e15345. doi: 10.1111/jfpp.15345
- 18 Miedzianka J., Drzymała K., Nemš A. et al. Comparative evaluation of the antioxidant, antimicrobial and nutritive properties of gluten-free flours // *Sci Rep*. 2021. 11:10385. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-89845-6>
- 19 Ertaş N., Aslan M. Antioxidant and physicochemical properties of cookies containing raw and roasted hemp flour // *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment*. 2020. 19(2):177–184. doi: 10.17306/J.AFS.2020.0795
- 20 Никифорова Т.А., Хон И.А. Повышение пищевой ценности овсяного печенья // Материалы докладов XII Международной конференции «Торты. Вафли. Печенье. Пряники–2020. Производство–Рынок–Потребитель». М.: 2020. Т. 26. С. 38.
- 21 Свица Т.С. Разработка безглютеновых мучных кондитерских изделий в диабетической нутрициологии : дис. ... канд. техн. наук. Сибирский федеральный университет, 2025.
- 22 Козубаева Л.А., Кузьмина С.С. Современные тенденции формирования ассортимента безглютеновых мучных кондитерских изделий // *Ползуновский вестник*. 2022. Т. 1. № 4. С. 57–67.
- 23 Попов В.Г., Хайруллина Н.Г., Садыкова Х.Н. Тенденции использования безглютеновых видов муки в производстве продукции функционального назначения // *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*. 2021. Т. 83. № 1. С. 121–128.

References

- 1 Belyakova N.I., Shilov V.V., Zhurnya A.A. Achievements and prospects for the development of functional and specialized products. *Food Industry: Science and Technology*. 2021. vol. 14. no. 2(52). pp. 30–36. doi: 10.47612/2073–4794–2021–14–2(52)–30–36 (in Russian).
- 2 Kozubaeva L.A. Application of hemp flour in muffin production. *Polzunovsky Bulletin*. 2021. no. 1. pp. 27–33. doi: 10.25712/ASTU.2072–8921.2021.01.004 (in Russian).
- 3 Lanshina Ya.Yu. Innovative approaches to improving the nutritional value of flour confectionery. *Innovative Scientific Research*. 2021. no. 4–2(6). pp. 46–61. doi: 10.5281/zenodo.4782021 (in Russian).
- 4 Gabdukaeva L.Z. Development of technology for flour confectionery enriched with essential nutrients. *Storage and Processing of Agricultural Raw Materials*. 2024. no. 2. pp. 116–132. doi: 10.36107/spfp.2024.2.457 (in Russian).
- 5 Ovakimyan S.L. Characteristics of plant additives containing dietary fiber used in the production of confectionery products. *Paradigma*. 2022. no. 5. pp. 38–41. (in Russian).
- 6 Guillin F.M., Gaudichon C., Guérin-Deremaux L., Lefranc-Millot C. et al. Real ileal amino acid digestibility of pea protein compared to casein in healthy humans: a randomized trial. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2022. vol. 115. no. 2. pp. 353–363. doi:10.1093/ajcn/nqab354.
- 7 Alekhina N.N., Ponomareva E.I., Ivakina V.N. Flour from crushed peas – a promising raw material for food production. *Khleboprodukty*. 2024. no. 5. pp. 48–51. doi: 10.32462/0235–2508–2024–33–5–48–51 (in Russian).
- 8 Wu D.T., Li W.X., Wan J.J., Hu Y.C. et al. Comprehensive Review of Pea (*Pisum sativum* L.): Chemical Composition, Processing, Health Benefits, and Food Applications. *Foods*. 2023. vol. 12. pp. 2527. doi: 10.3390/foods12132527.
- 9 Alekhina N.N., Ivakina V.N. Method for producing oat cookies of prophylactic purpose. Patent RU no. 2830209. Appl. no. 2024114962; filed 31.05.2024; publ. 14.11.2024. Bull. no. 32. (in Russian).
- 10 Pozhidaeva E.A., Popov E.S., Okorokova A.M., Khorkpyakov M.M. et al. Fermented milk drink enriched with deep-processed grape seed products. *Proceedings of VSUET*. 2024. vol. 86. no. 2. pp. 153–159. doi:10.20914/2310–1202–2024–2–153–159 (in Russian).
- 11 Tutelyan V.A., Dolgushkin N.K., Nikityuk D.B. Chemical composition of Russian food products: reference book. Moscow: TD DeLi, 2024. 193 p. (in Russian).
- 12 Singh A., Poonia A. Pea Pod Powder as a Value-Added Food Ingredient for Enhancing the Nutritional and Antioxidant Properties of Cookies. *The Indian Journal of Nutrition and Dietetics*. 2023. vol. 60. no. 1. pp. 112–117. doi: 10.21048/IJND.2023.60.1.31002.
- 13 Tarannum R., Alam A., Hasan M.S., Rabby G., Raiyan A., Parvin R., Alam M., Zahid M.A. Development of oats flour and bitter gourd fortified cookies: Effects on physicochemical, antioxidant, antimicrobial, and sensory attributes. *PLOS ONE*. 2025. vol. 20. no. 1. e0316575. doi: 10.1371/journal.pone.0316575.
- 14 Felisiak K., Przybylska S., Tokarczyk G., Tabaszewska M., Słupski J., Wydurska J. Effect of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Flour Incorporation on Quality, Antioxidant Properties, and Bioactive Compounds of Shortbread Cookies. *Foods*. 2024. vol. 13. no. 15. pp. 2356. doi: 10.3390/foods13152356.
- 15 Cipollone M.A., Tironi V.A. Yellow pea flour and protein isolate as sources of antioxidant peptides after simulated gastrointestinal digestion. *Legume Science*. 2020. vol. 2. no. 4. e59. doi: 10.1002/leg3.59.

16 Costantini M., Summo C., Centrone M. et al. Macro- and Micro-Nutrient Composition and Antioxidant Activity of Chickpea and Pea Accessions. Polish Journal of Food and Nutrition Sciences. 2021. vol. 71. no. 2. pp. 177–185. doi: 10.31883/pjfn/135813.

17 Lee H., Shahbaz H.M., Yang J. et al. Effect of high pressure processing combined with lactic acid bacteria on the microbial counts and physicochemical properties of uncooked beef patties during refrigerated storage. Journal of Food Processing and Preservation. 2021. vol. 45. e15345. <https://doi.org/10.1111/jfpp.15345>

18 Miedzianka J., Drzymała K., Nemš A. et al. Comparative evaluation of the antioxidant, antimicrobial and nutritive properties of gluten-free flours. Scientific Reports. 2021. vol. 11. pp. 10385. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-89845-6>

19 Ertas N., Aslan M. Antioxidant and physicochemical properties of cookies containing raw and roasted hemp flour. Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria. 2020. vol. 19. no. 2. pp. 177–184. <https://doi.org/10.17306/J.AFS.2020.0795>

20 Nikiforova T.A., Khon I.A. Improving the nutritional value of oatmeal cookies. Proceedings of the 12th International Conference 'Cakes. Waffles. Cookies. Gingerbreads–2020. Production–Market–Consumer'. Moscow, 2020. vol. 26. p. 38. (in Russian).

21 Svitsa T.S. Development of gluten-free flour confectionery in diabetic nutritionology: Cand. Sci. (Tech.) diss. Siberian Federal University, 2025. (in Russian).

22 Kozubaeva L.A., Kuzmina S.S. Modern trends in the formation of the assortment of gluten-free flour confectionery. Polzunovsky Bulletin. 2022. vol. 1. no. 4. pp. 57–67. (in Russian).

23 Popov V.G., Khairullina N.G., Sadykova Kh.N. Trends in the use of gluten-free flours in the production of functional products. Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies. 2021. vol. 83. no. 1(87). pp. 121–128. (in Russian).

Сведения об авторах

Валерия Н. Нартова магистр, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, iwakina.val@ya.ru

<https://orcid.org/0009-0007-4589-6428>

Надежда Н. Алёхина д.т.н., профессор, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, nadinat@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0002-3317-9858>

Елена И. Пономарева д.т.н., профессор, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, elena6815@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0003-2310-2838>

Светлана И. Лукина к.т.н., доцент, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, lukina.si@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0003-4393-2046>

Вклад авторов

Все авторы в равной степени принимали участие в написании

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Valeria N. Nartova master, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, iwakina.val@ya.ru

<https://orcid.org/0009-0007-4589-6428>

Nadezhda N. Alekhina Dr. Sci. (Engin.), professor, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, nadinat@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0002-3317-9858>

Elena I. Ponomareva Dr. Sci. (Engin.), professor, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, elena6815@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0003-2310-2838>

Svetlana I. Lukina Cand. Sci. (Engin.), associate professor, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, lukina.si@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0003-4393-2046>

Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 11/02/2025	После редакции 18/02/2025	Принята в печать 10/03/2025
Received 11/02/2025	Accepted in revised 18/02/2025	Accepted 10/03/2025