

Перспективы применения продуктов глубокой переработки амаранта в технологиях резилиенс-продуктов


Наталья С. Родионова¹ natalya.s.ch@mail.ru  0000-0002-6940-7998
Дмитрий М. Выродов¹ notpp@mail.ru

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

Аннотация. Исследование направлено на разработку новых пищевых продуктов для здорового долголетия (резилиенс-продуктов) на основе продуктов глубокой переработки амаранта. Установлено, что крупчатка амаранта обладает антиоксидантной активностью (АОА) 0,17 мг/г, что превышает показатель муки (0,15 мг/г). На основе этих компонентов разработаны рецептуры и технологии двух продуктов: гранолы и мюсли. Рецептуры включают другие функциональные ингредиенты: зеленую гречу, жмых тыквенных семян, орехи кешью, гидролизованную спирулину. Для гранолы применена технология декстринизации крупчатки и сушки яблочно-амарантовой крошки. В мюсли введен фруктозный сироп со спирулиной. Расчет пищевой ценности показал, что 172 г гранолы и 225 г мюсли покрывают 25–30% суточной энергетической потребности, обеспечивая 12% жиров, 30% белков и 15% углеводов. Продукты характеризуются повышенным содержанием минеральных веществ: 100 г мюсли удовлетворяют суточную потребность в меди на 40%, в железе – на 29%, в магнии – на 48%; аналогичная порция гранолы – на 120%, 50% и 171% соответственно. Выводы: разработанные продукты обладают высокой антиоксидантной активностью, сбалансированным нутриентным составом и значительным содержанием макро- и микроэлементов (калий, магний, железо, медь, селен). Они могут быть рекомендованы в качестве резилиенс-компонентов рациона для укрепления иммунитета, поддержания метаболизма, антиоксидантной защиты и профилактики заболеваний, способствуя здоровому активному долголетию.

Ключевые слова: амарант, глубокая переработка, резилиенс-продукты, антиоксидантная активность, функциональное питание, гранола, мюсли, пищевая ценность, здоровое долголетие, макроэлементы.

Prospects for the application of deep-processed amaranth products in resilience product technologies

Natalia S. Rodionova¹ natalya.s.ch@mail.ru  0000-0002-6940-7998
Dmitriy M. Virodov¹ notpp@mail.ru

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

Abstract. The study aims to develop new food products for healthy longevity (resilience products) based on deep-processed amaranth. It was found that amaranth semolina has an antioxidant activity (AOA) of 0.17 mg/g, which exceeds the flour's indicator (0.15 mg/g). Based on these components, formulations and technologies for two products were developed: granola and muesli. The formulations include other functional ingredients: green buckwheat, pumpkin seed cake, cashew nuts, hydrolyzed spirulina. For granola, the technology of semolina dextrinization and drying of apple-amaranth crumbs was applied. Fructose syrup with spirulina was introduced into muesli. The calculation of nutritional value showed that 172 g of granola and 225 g of muesli cover 25–30% of the daily energy requirement, providing 12% fats, 30% proteins and 15% carbohydrates. The products are characterized by an increased content of minerals: 100 g of muesli satisfy the daily requirement for copper by 40%, for iron by 29%, for magnesium by 48%; a similar portion of granola – by 120%, 50% and 171%, respectively. Conclusions: The developed products have high antioxidant activity, a balanced nutrient composition and significant content of macro- and microelements (potassium, magnesium, iron, copper, selenium). They can be recommended as resilience components of the diet to strengthen immunity, maintain metabolism, antioxidant protection and disease prevention, promoting healthy active longevity.

Keywords: amaranth, deep processing, resilience products, antioxidant activity, functional food, granola, muesli, nutritional value, healthy longevity, macronutrients.

Введение

Необходимость расширения ассортимента продуктов для здорового долголетия, так называемых резилиенс-продуктов (от англ. resilience), обусловлена ростом численности пациентов с аутоиммунными патологиями, снижением возраста пациентов с заболеваниями, характерными для старших возрастных групп населения.

Причинами могут быть нарушения метаболизма вследствие высоких стрессовых и техногенных нагрузок, которым подвергается в настоящее время активное население. Нутритивная коррекция гомеостаза является актуальной нутрициологической и технологической задачей [19, 20]. Амарант – перспективное сырье, богатое биоактивными компонентами сырье для производства продуктов, продлевающих здоровое долголетие, что обусловлено его

Для цитирования

Родионова Н.С., Выродов Д.М. Перспективы применения продуктов глубокой переработки амаранта в технологиях резилиенс-продуктов // Вестник ВГУИТ. 2025. Т. 87. № 3. С. 135–140. doi:10.20914/2310-1202-2025-3-135-140

For citation

Rodionova N.S., Virodov D.M. Prospects for the application of deep-processed amaranth products in resilience product technologies. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2025. vol. 87. no. 3. pp. 135–140. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2025-3-135-140

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

уникальным составом и свойствами [1, 4–15]. Семена амаранта не содержат глютен, богаты белком, который на 28–35% состоит из незаменимых аминокислот. Высокое содержание лизина, изолейцина и тирозина с фенилаланином делает амарант особенно ценным продуктом. Фракционный состав белка характеризуется высоким содержанием водорастворимых белков (от 42,5 до 51,6% от общей суммы белков) и практически полным отсутствием спирто- и щелочерастворимых белков по сравнению с другими зерновыми культурами.

Содержание липидов в амаранте колеблется от 6,7 до 7,9%, при этом триглицеролы составляют от 77 до 83%, фосфолипиды – от 2,7 до 4,3%, эфиры стеролов – от 3,1 до 6%, а неомыляемые стеролы – от 8,9 до 9,8%. Триглицеролы семян амаранта содержат насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты, такие как миристиновая (0,2%), пальмитиновая (16,9–19,7%), стеариновая (19,5–21,6%), олеиновая (19,5–21,6%) и линолевая (42,0–43,7%). Наиболее ценными свойствами амаранта является его антиоксидантная активность, благодаря которой он оказывает замедляющее влияние на процессы старения

на клеточном уровне. Наиболее уникальным антиоксидантом амаранта является сквален, его содержание достигает 200 мг на 100 г (0,2 г/100 г) продукта. Содержание еще одного известного антиоксиданта – витамина Е, колеблется от 113 до 192 мг%, при этом на α -токоферолы приходится от 5 до 10%, а на β -токоферолы – от 70 до 80%.

В настоящее время на рынке представлен достаточно широкий ассортимент продуктов переработки амаранта (мука, масло, крупчатка, белковый изолят), однако готовые пищевые или кулинарные формы на его основе практически отсутствуют.

Цель работы – оценка антиоксидантных свойств муки и крупчатки амаранта, разработка технологии продуктов для здоровьесбережения и долголетия на их основе.

Материалы и методы

Антиоксидантную активность (АОА) крупчатки (СТО 33281586–002–2022) и муки (СТО 33281586–002–2022) изучали хроматографическим методом с помощью прибора «Цвет-Яуза А01-АА»

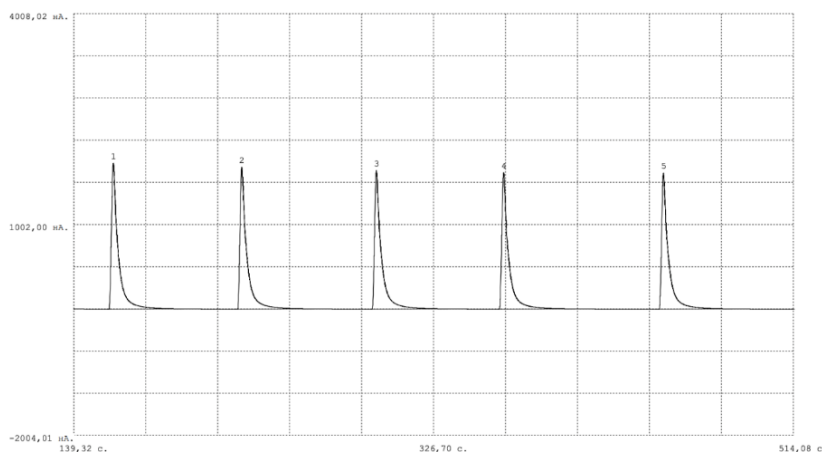


Рисунок 1. Хроматограмма муки амаранта

Figure 1. Chromatogram of amaranth flour

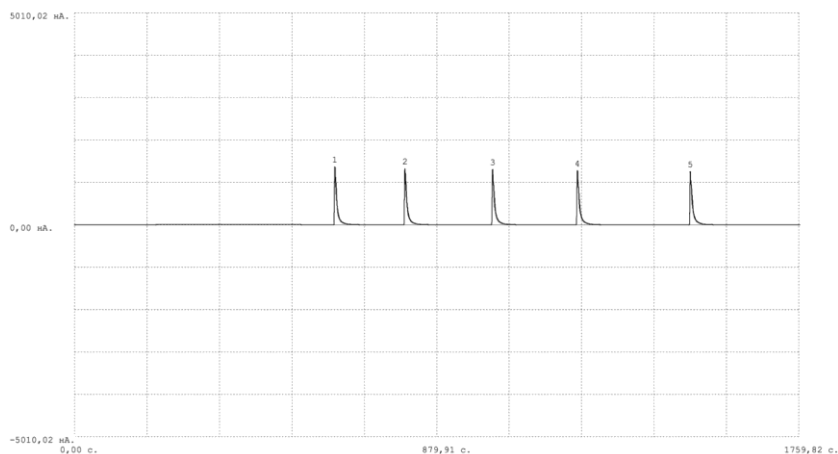


Рисунок 2. Хроматограмма крупчатки амаранта

Figure 2. Chromatogram of amaranth semolina

Установлено, что крупчатка обладает более высокой АОА в сравнении с мукой (таблица 1).

Таблица 1.
Сравнение антиоксидантной активности (АОА) крупчатки и муки

Table 1.
Comparison of Antioxidant Activity (AOA) of Grains and Flour

Образец Sample	Площадь выходной кривой исследуемого образца, S, у. е. Area, y.e.	Содержание антиоксидантов СА, мг/г Content, mg/g
Крупчатка амаранта	9138	0,17
Мука амаранта	7896	0,15

Были разработаны рецептурно технологические решения производства гранолы и мюсли, популярных продуктов для включения в рацион спортсменов, людей придерживающихся принципов правильного питания и здорового образа жизни. В качестве компонентов разрабатываемых рецептов были применены растительные продукты, обладающие биологически активными свойствами: зеленая греча [3, 18], мука семян тыквы [21, 22], орех кешью [2, 17], гидролизованная спирулина [16]. Соотношение рецептурных компонентов представлено в таблице 2.

Таблица 2.
Состав гранулы и мюсли

Table 2.
Composition of granules and muesli

Сырье Raw material	Масса, кг/г Mass, kg/g	
	Гранола	Мюсли
	Granola	Muesli
Амарант крупчатка Amaranth semolina	12	10
Амарант мука Amaranth flour	15	20
Яблоко Apple	70	
Орех кешью Cashew nuts	13	
Овсяные хлопья Oat flakes	90	
Изюм белый White raisins	25	15
Жмых семян тыквы Pumpkin seed cake		100
Греча зеленая зерна Green buckwheat grains		15
Сироп фруктозный со спирулиной Fructose syrup with spirulina		12

При производстве гранолы крупчатку из амаранта подвергали термической обработке для достижения декстринизации крахмала, которую проводили при температуре 120 °С, в течение 60 мин. Муку амаранта вводили в виде крошки, для приготовления которой амарантовую муку смешивали с яблочным пюре и подвергали тепловой обработке при температуре 65 °С, продолжительности 90 мин. с последующим досушиванием при температуре 45 °С продолжительности 90 мин.

Толщина яблочно-амарантового пюре в процессе сушки составляла не более 3 мм. В состав рецептуры мюсли была введена гидролизованная спирулина производства НПО «Биосоляр МГУ» (ТУ 9284–009–17230230–150 в виде фруктозного сиропа с известными функциональными свойствами [13].

Пищевая ценность и степень удовлетворенности организма при употреблении разработанных продуктов представлены в таблице 3.

Таблица 3.
Содержание жиров, белков и углеводов, степень удовлетворенности организма

Table 3.
Content of fats, proteins and carbohydrates, the degree of satisfaction of the body

Продукт Product	Содержание, г/100 г Content, g/100 g			Степень удовлетворенности организма, % Degree of satisfaction of the body, %		
	Ж	Б	У	Ж	Б	У
Мюсли Muesli	6,3	8,2	48,9	8,9	19,8	19,7
Гранола Granola	8,8	22,7	37,0	12,6	45,4	14,8

Разработанные продукты обладают высокой пищевой и энергетической ценностью, введение в рацион гранолы в количестве 172г, мюсли в количестве 225г обеспечит 25–30% энергетической потребности организма, при этом средняя степень удовлетворения в жирах, белках и углеводах составит 12; 30 и 15% соответственно.

На основании научных данных [8, 9, 12] был рассчитан минеральный состав новых продуктов.

Таблица 4.
Содержание макро- и микроэлементов в разработанных продуктах на 100 г смеси

Table 4.
Content of macro- and microelements in the developed products per 100 g of mixture

Показатель Index	Продукт Product	
	Мюсли Muesli	Гранола Granola
Макроэлементы, мг Macronutrients, mg		
К	387,2	689,2
Ca	59,7	64
Na	3,5	6,1
Mg	193,6	683
Fe	4	6,92
Cu	0,4	1,2
Микроэлементы, мкг Micronutrients, mcg		
I	2,6	1,5
Se	5,3	5
Mb	13,9	13,4

Степень удовлетворения суточной потребности в минералах, (в %) при употреблении 100 г разработанного продукта представлена на рисунке 3.

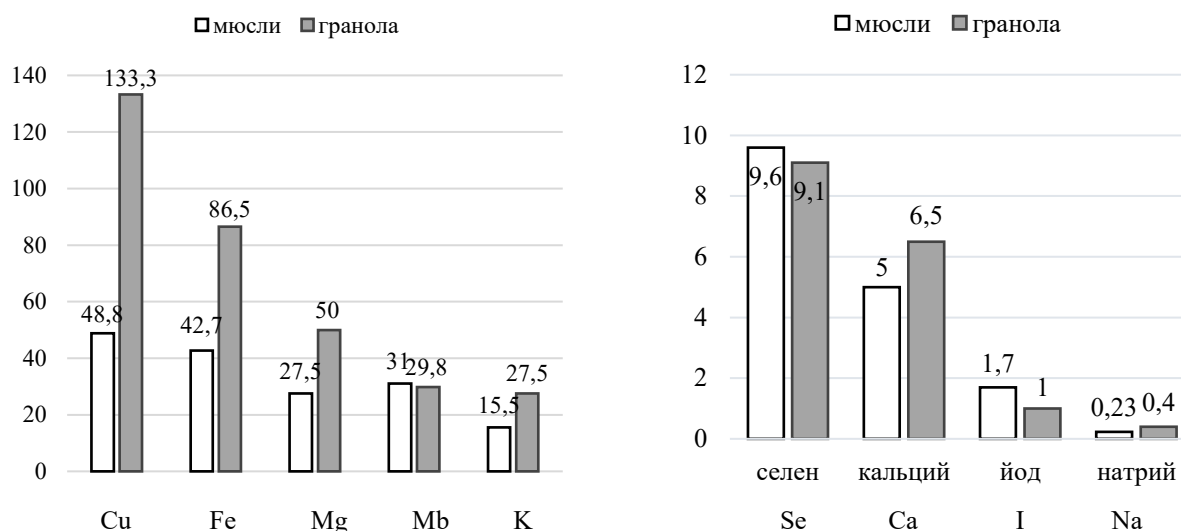


Рисунок 3. Степень удовлетворения суточной потребности в минералах, (в %) при употреблении 100 г разработанного продукта

Figure 3. The degree of satisfaction of the daily requirement for minerals (in %) when consuming 100 g of the developed product

Заключение

Разработанные продукты обладают высокой АОА 0,17 мг/г и высокими показателями пищевой ценности, степень удовлетворения в основных нутриентах при употреблении 225 г гранолы и 178 г мюсли составляет от 12% до 30%. Продукты обогащены железом, магнием, медью (больше 50 мг/100г продукта), являются источником калия, кальция, молибдена. Кроме того, содержат селен, йод, натрий, что в значительной степени повышает их биологическую

ценность, способствует укреплению иммунной системы, поддержанию функций щитовидной железы, регуляции водно-солевого баланса, стабилизации метаболических процессов. Продукты обеспечивают антиоксидантную защиту организма и профилактику широкого спектра заболеваний и могут быть рекомендованы, как резиллиентс-компоненты рациона для организации функционального питания для здорового и активного долголетия.

Литература

- 1 Белова Н.В., Иванов А.П. Применение амаранта в пищевой промышленности: современные исследования и перспективы // *Технологии продуктов питания*. 2020. Т. 15. № 3. С. 45–59.
- 2 Борисова А.В., Макарова Н.В., Хамтова Э.Х. Сравнительная характеристика содержания фенольных веществ и антиоксидантной активности некоторых видов употребляемых в пищу орехов // *Химия растительного сырья*. 2022. № 2. С. 95–104. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitel'naya-harakteristika-soderzhaniya-fenolnyh-veschestv-i-antioksidantnoy-aktivnosti-nekotoryh-vidov-upotrebyaemyh-v-pishchu> (дата обращения: 29.11.2024).
- 3 Глаголева Л.Э., Коротких И.В. Растительный комплекс зеленой гречки в технологии производства сырников // *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*. 2016. № 4 (67). С. 132–136. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rastitelnyy-kompleks-zelenoy-grechki-v-tehnologii-proizvodstva-symikov/viewer> (дата обращения: 29.11.2024).
- 4 Smith J., Brown L. The Role of Amaranth in Sustainable Agriculture // *Journal of Agricultural Science and Technology*. 2019. V. 11. № 4. P. 223–237.
- 5 Петров И.С., Кузнецова Л.М. Глубокая переработка амаранта: технологические аспекты и новейшие достижения // *Научные исследования в области сельского хозяйства*. 2018. Т. 7. № 2. С. 102–114.
- 6 Johnson M.P. Amaranth Processing Technologies and Their Application in Food Products // *Food Science Innovations*. 2017. V. 8. № 5. P. 78–89.
- 7 Зайцева О.И. Продукты глубокой переработки амаранта: инновации и потенциал // *Агропромышленный вестник*. 2021. № 10. С. 98–112.
- 8 Robinson T., Green E. Amaranth Derivatives in Resilient Product Technologies // *International Journal of Food Science and Technology*. 2022. V. 13. № 3. P. 185–199.
- 9 Джавахян М.А., Васильева И.Г., Ковалев С.В., Петрова Е.А. Амарант – перспективный источник получения сквалена // *Вопр. обеспечения качества лекарственных средств*. 2023. Т. 2. С. 47–58.
- 10 Холикназарова Ш.П. Сфера использования амаранта на основе химического состава // *Экономика и социум*. 2022. № 12-1 (103). С. 1039–1050.
- 11 Пат. 2250046 Рос. Федерация. Биологически активная кальцийсодержащая добавка на основе амаранта для восполнения дефицита и нормализации обмена кальция в организме / Зеленков В.Н., Офицеров Е.Н.; заявл. 14.07.2003; опубл. 20.04.2005. Бюл. № 11.

- 12 Никитина В.В., Чекушкина Д.Ю. Перспективы использования продуктов переработки амаранта в технологиях пищевой промышленности // Пищевые инновации и биотехнологии. 2022. С. 90–91.
- 13 Лукин Н.Д., Сидоренко В.В., Кузнецов А.П., Михайлова И.В. Глубокая переработка крахмалсодержащего сырья: современное состояние и перспективы устойчивого развития // Пищ. пром-сть. 2021. № 11. С. 30–41.
- 14 Ruth O.N., Unathi K., Nomali N., Chinsamy M. Underutilization versus nutritional-nutraceutical potential of the Amaranthus food plant: A mini-review // Appl. Sci. 2021. V. 11. № 15. P. 6879. URL: <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/15/6879> (дата обращения: 29.11.2024).
- 15 Sattar M., Saeed F., Afzaal M., Ahmed A., Zahid M., Afzal A., Zeng X.A. An overview of the nutritional and therapeutic properties of amaranth // Int. J. Food Prop. 2024. V. 27. № 1. P. 263–272. URL: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10942912.2024.2304266> (дата обращения: 29.11.2024).
- 16 Минюк Г.С., Дробецкая И.В., Тренкеншу Р.П., Вялова О.Ю. Ростовые и биохимические характеристики *Spirulina (Arthrospira) platensis* (Nordst.) Geitler при различных условиях азотного питания // Экология моря. 2002. №62. С. 61–66.
- 17 Нилова Л.П., Малотенкова С.М. Анализ биохимического состава и антиоксидантных свойств орехов, реализуемых на потребительском рынке // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2020. № 2 (85). С. 124–130. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-biohimicheskogo-sostava-i-antioksidantnyh-svoystv-orehov-realizuemyh-na-potrebitelskom-rynke> (дата обращения: 29.11.2024).
- 18 Протасова О.С., Белоконова Н.А., Попова О.С. Оценка минерального состава гречневой крупы в зависимости от региона произрастания и способа обработки зерна // Актуальные вопросы современной медицинской науки и здравоохранения: материалы IV Междунар. (74 Всерос.) науч.-практ. конф. Екатеринбург, 2019. С. 757–764. URL: https://elib.usma.ru/bitstream/usma/3851/1/USMU_Sbornik_statei_2019_1_176.pdf (дата обращения: 29.11.2024).
- 19 Batsikadze G., Wüllner U., Paulus W., Kuo M.F., Nitsche M.A. Reply: Comparison of the effect of continuous and intermittent theta burst stimulation on motor cortex excitability // BMC Complement. Altern. Med. 2016. V. 16. P. 157. URL: <https://bmccomplementmedtherapies.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12906-016-1130-0> (дата обращения: 29.11.2024).
- 20 Ильницкий А.Н., Белоусов Н.И., Осипова О.А., Фесенко Э.В. Научные исследования в области геронтологии и гериатрии в Десятилетие здорового старения (2021–2030) // Клиническая геронтология. 2021. Т. 32. № 6. С. 5–8. doi: 10.29296/25877305-2021-06-01.
- 21 Tomić J., Lončarević I., Pajin B., Šoronja-Simović D., Šubarić D., Šereš Z., Pezo L. Gluten-free crackers using chickpea and pumpkin seed press cake blend: Effects of gastrointestinal digestion // Food Biosci. 2024. V. 60. P. 104534. doi: 10.1016/j.fbio.2024.104534.
- 22 Bashir K., Tauseef S.I., Rizwan M., Rasheed R. (eds.) Pumpkin Seed: Newer Perspectives. Springer, 2025. 175 p. doi: 10.1007/978-3-031-83803-3.
- 23 Hadidi M., Tarahi M., Innerhofer G., Pitscheider I., Löscher A., Pignitter M. Pumpkin seed as a sustainable source of plant-based protein for novel food applications // Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 2025. V. 65. № 33. P. 8566–8591. doi: 10.1080/10408398.2025.2505235.
- 24 Liangyu Li, Wang Y., Zhang Y., Chen H., Liu X. Analysis of polyphenols in millet and processing effects on antioxidant activity // Food Sci. Technol. (Campinas). 2023. V. 43. e92922. doi: 10.1590/fst.92922.
- 25 Patil N.D., Bains A., Chawla P. Amaranth // Cereals and Nutraceuticals. Singapore: Springer Nature Singapore, 2024. P. 251–284. doi: 10.1007/978-981-99-8195-8_12.


References

- 1 Belova N.V., Ivanov A.P. Application of amaranth in the food industry: modern research and prospects. Tekhnologii produktov pitaniya. 2020. vol. 15. no. 3. pp. 45–59. (in Russian).
- 2 Borisova A.V., Makarova N.V., Khamtova E.Kh. Comparative characteristics of the content of phenolic substances and antioxidant activity of some types of edible nuts. Khimiya rastitel'nogo syr'ya. 2022. no. 2. pp. 95–104. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitel'naya-harakteristika-soderzhaniya-fenolnyh-veschestv-i-antioksidantnoy-aktivnosti-nekotoryh-vidov-upotrebyaemykh-v-pischu> (accessed 29.11.2024). (in Russian).
- 3 Glagoleva L.E., Korotkikh I.V. Plant complex of green buckwheat in the technology of cottage cheese pancakes production. Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologii. 2016. no. 4 (67). pp. 132–136. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/rastitelnyy-kompleks-zelenoy-grechki-v-tehnologii-proizvodstva-symikov/viewer> (accessed 29.11.2024). (in Russian).
- 4 Smith J., Brown L. The Role of Amaranth in Sustainable Agriculture. Journal of Agricultural Science and Technology. 2019. vol. 11. no. 4. pp. 223–237.
- 5 Petrov I.S., Kuznetsova L.M. Deep processing of amaranth: technological aspects and latest achievements. Nauchnye issledovaniya v oblasti sel'skogo khozyaistva. 2018. vol. 7. no. 2. pp. 102–114. (in Russian).
- 6 Johnson M.P. Amaranth Processing Technologies and Their Application in Food Products. Food Science Innovations. 2017. vol. 8. no. 5. pp. 78–89.
- 7 Zaitseva O.I. Products of deep processing of amaranth: innovations and potential. Agropromyshlennyi vestnik. 2021. no. 10. pp. 98–112. (in Russian).
- 8 Robinson T., Green E. Amaranth Derivatives in Resilient Product Technologies. International Journal of Food Science and Technology. 2022. vol. 13. no. 3. pp. 185–199.
- 9 Dzhavakhyan M.A., Vasil'eva I.G., Kovalev S.V., Petrova E.A. Amaranth is a promising source of squalene. Voprosy obespecheniya kachestva lekarstvennykh sredstv. 2023. vol. 2. pp. 47–58. (in Russian).
- 10 Kholiknazarova Sh.R. The scope of amaranth use based on its chemical composition. Ekonomika i sotsium. 2022. no. 12-1 (103). pp. 1039–1050. (in Russian).
- 11 Patent RU 2250046 C1, Russian Federation. Biologically active calcium-containing additive based on amaranth for replenishing deficiency and normalizing calcium metabolism in the body / Zelenkov V.N., Ofitserov E.N.; declared 14.07.2003; published 20.04.2005. Bull. no. 11. (in Russian).

- 12 Nikitina V.V., Chekushkina D.Yu. Prospects for the use of amaranth processing products in food industry technologies. *Pishchevye innovatsii i biotekhnologii*. 2022. pp. 90–91. (in Russian).
- 13 Lukin N.D., Sidorenko V.V., Kuznetsov A.P., Mikhailova I.V. Deep processing of starch-containing raw materials: current state and prospects for sustainable development. *Pishchevaya promyshlennost'*. 2021. no. 11. pp. 30–41. (in Russian).
- 14 Ruth O.N., Unathi K., Nomali N., Chinsamy M. Underutilization versus nutritional-nutraceutical potential of the Amaranthus food plant: A mini-review. *Applied Sciences*. 2021. vol. 11. no. 15. 6879. Available at: <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/15/6879> (accessed 29.11.2024).
- 15 Sattar M., Saeed F., Afzaal M., Ahmed A., Zahid M., Afzal A., Zeng X.A. An overview of the nutritional and therapeutic properties of amaranth. *International Journal of Food Properties*. 2024. vol. 27. no. 1. pp. 263–272. Available at: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10942912.2024.2304266> (accessed 29.11.2024).
- 16 Minyuk G.S., Drobetskaya I.V., Trenkenshu R.P., Vyalova O.Yu. Growth and biochemical characteristics of Spirulina (Arthrospira) platensis (Nordst.) Geitler under different nitrogen nutrition conditions. *Ekologiya morya*. 2002. no. 62. pp. 61–66. (in Russian).
- 17 Nilova L.P., Malyutenkova S.M. Analysis of the biochemical composition and antioxidant properties of nuts sold on the consumer market. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologii*. 2020. no. 2 (85). pp. 124–130. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-biohimicheskogo-sostava-i-antioksidantnyh-svoystv-orehov-realizuemyh-na-potrebitelskom-rynke> (accessed 29.11.2024). (in Russian).
- 18 Protasova O.S., Belokonova N.A., Popova O.S. Assessment of the mineral composition of buckwheat groats depending on the region of growth and method of grain processing. **Aktual'nye voprosy sovremennoi meditsinskoi nauki i zdavookhraneniya: materialy IV Mezhdunar. (74 Vseros.) nauch.-prakt. konf.* Ekaterinburg, 2019. pp. 757–764. Available at: https://elib.usma.ru/bitstream/usma/3851/1/USMU_Sbornik_statei_2019_1_176.pdf (accessed 29.11.2024). (in Russian).*
- 19 Batsikadze G., Wüllner U., Paulus W., Kuo M.F., Nitsche M.A. Reply: Comparison of the effect of continuous and intermittent theta burst stimulation on motor cortex excitability. *BMC Complementary and Alternative Medicine*. 2016. vol. 16. 157. Available at: <https://bmccomplementmedtherapies.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12906-016-1130-0> (accessed 29.11.2024).
- 20 Ilitskiy A.N., Belousov N.I., Osipova O.A., Fesenko E.V. Scientific research in the field of gerontology and geriatrics in the Decade of Healthy Aging (2021–2030). *Klinicheskaya gerontologiya*. 2021. vol. 32. no. 6. pp. 5–8. doi: 10.29296/25877305-2021-06-01. (in Russian).
- 21 Tomić J., Lončarević I., Pajin B., Šoronja-Simović D., Šubarić D., Šereš Z., Pezo L. Gluten-free crackers using chickpea and pumpkin seed press cake blend: Effects of gastrointestinal digestion. *Food Bioscience*. 2024. vol. 60. 104534. doi: 10.1016/j.fbio.2024.104534.
- 22 Bashir K., Tauseef S.I., Rizwan M., Rasheed R. (eds.) *Pumpkin Seed: Newer Perspectives*. Springer, 2025. 175 p. doi: 10.1007/978-3-031-83803-3.
- 23 Hadidi M., Tarahi M., Innerhofer G., Pitscheider I., Löscher A., Pignitter M. Pumpkin seed as a sustainable source of plant-based protein for novel food applications. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2025. vol. 65. no. 33. pp. 8566–8591. doi: 10.1080/10408398.2025.2505235.
- 24 Li L., Wang Y., Zhang L., Chen H., Liu X. Analysis of polyphenols in millet and processing effects on antioxidant activity. *Food Science and Technology (Campinas)*. 2023. vol. 43. e92922. doi: 10.1590/fst.92922.
- 25 Patil N.D., Bains A., Chawla P. Amaranth. In: *Cereals and Nutraceuticals*. Singapore: Springer Nature Singapore, 2024. pp. 251–284. doi: 10.1007/978-981-99-8195-8_12.

Сведения об авторах


Наталья С. Родионова д.т.н., профессор, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, natalya.s.ch@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-6940-7998>

Дмитрий М. Выродов ассистент, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, notpp@mail.ru

Information about authors

Natalia S. Rodionova Dr. Sci. (Engin.), professor, Department of Service and Restaurant Business, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, natalya.s.ch@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-6940-7998>

Dmitriy M. Virodov assistant, Department of Service and Restaurant Business, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, notpp@mail.ru

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.

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 01/08/2025	После редакции 18/08/2025	Принята в печать 10/09/2025
Received 01/08/2025	Accepted in revised 18/08/2025	Accepted 10/09/2025