



ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Обзорная статья/Review article

УДК 664. 6

DOI: 10.36718/1819-4036-2025-8-204-216

Татьяна Александровна Мирошина^{1✉}, Ирина Юрьевна Резниченко²

^{1,2}Кузбасский государственный аграрный университет им. В.Н. Полецов, Кемерово, Россия

¹intermir42@mail.ru

²irina.reznichenko@gmail.com

ПОТЕНЦИАЛ ГРЕЧНЕВОЙ МУКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ БЕЗГЛЮТЕНОВЫХ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ, МАКАРОННЫХ И КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Цель исследования – обзор современных научных направлений использования гречневой муки в технологиях мучных кондитерских, макаронных и хлебобулочных изделий для обоснования разработки мучных изделий специализированной направленности с приемлемыми потребительскими характеристиками. Задачи: анализ и систематизация данных по биологической ценности гречневой муки, новым технологическим решениям применения гречневой муки для создания хлебобулочных, макаронных и мучных кондитерских изделий с добавленной пищевой ценностью и желательными сенсорными параметрами. Объекты исследования – безглютеновые мучные кондитерские, хлебобулочные и макаронные изделия на основе гречневой муки. При изучении научной литературы использовались методы обобщения, анализа и систематизации данных. Проведен поиск научных статей, опубликованных в электронных базах данных Google Scholar, PubMed, Science Direct, Scopus, eLibrary.ru. Были обобщены и систематизированы научные данные о новых технологических приемах применения гречневой муки в производстве мучных изделий. Приведены результаты изучения нутриентного состава гречихи и муки гречневой, показан высокий биологический потенциал и эффективность использования муки гречневой в технологиях аглютеновых, диетических мучных продуктов. Дана характеристика влияния муки гречневой как отдельного компонента в составе изделия, так и в различных пропорциях с другими рецептурными ингредиентами на физико-химические, функциональные, реологические свойства и антиоксидантную активность безглютеновых изделий. Представленный материал позволит разработчикам и молодым исследователям целенаправленно подходить к моделированию новых составов безглютеновых продуктов из гречихи с улучшенными органолептическими свойствами и повышенной биологической ценностью.

Ключевые слова: гречиха, продукты переработки гречихи, пищевая ценность гречихи, новые рецептуры, хлебобулочные и макаронные изделия, мучные кондитерские изделия

Для цитирования: Мирошина Т.А., Резниченко И.Ю. Потенциал гречневой муки в производстве безглютеновых хлебобулочных, макаронных и кондитерских изделий // Вестник КрасГАУ. 2025. № 8. С. 204–216. DOI: 10.36718/1819-4036-2025-8-204-216.

Tatyana Aleksandrovna Miroshina^{1✉}, Irina Yuryevna Reznichenko²

^{1,2}Kuzbass State Agrarian University named after V.N. Poletskov, Kemerovo, Russia

¹intermir42@mail.ru

²irina.reznichenko@gmail.com

POTENTIAL OF BUCKWHEAT FLOUR IN GLUTEN-FREE BREAD, PASTA AND CONFECTIONERY PRODUCTION

The aim of the study is to review modern scientific trends in the use of buckwheat flour in the technologies of flour confectionery, pasta and bakery products to justify the development of specialized flour products with acceptable consumer characteristics. Objectives: analysis and systematization of data on the biological value of buckwheat flour, on new technological solutions for the use of buckwheat flour to create bakery, pasta and flour confectionery products with added nutritional value and desirable sensory parameters. The objects of the study are gluten-free flour confectionery, bakery and pasta products based on buckwheat flour. When studying the scientific literature, the methods of generalization, analysis and systematization of data were used. A search was conducted for scientific papers published in the electronic databases Google Scholar, PubMed, Science Direct, Scopus, eLibrary.ru. Scientific data on new technological methods of using buckwheat flour in the production of flour products were summarized and systematized. The paper presents the results of studying the nutrient composition of buckwheat and buckwheat flour, shows the high biological potential and efficiency of using buckwheat flour in the technologies of gluten-free, dietary flour products. The characteristics of the influence of buckwheat flour as a separate component in the composition of the product, and in various proportions with other recipe ingredients on the physicochemical, functional, rheological properties and antioxidant activity of gluten-free products are given. The presented material will allow developers and young researchers to purposefully approach the modeling of new compositions of gluten-free buckwheat products with improved organoleptic properties and increased biological value.

Keywords: buckwheat, buckwheat processed products, buckwheat nutritional value, new recipes, bakery and pasta products, flour confectionery products

For citation: Miroshina TA, Reznichenko IYu. Potential of buckwheat flour in gluten-free bread, pasta and confectionery production. *Bulletin of KSAU*. 2025;(8):204-216. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2025-8-204-216.

Введение. В последние годы потребление функциональных продуктов питания с биоактивными ингредиентами возросло в рационе населения, так как они обеспечивают как питательную, так и оздоровительную пользу для конечных потребителей. Псевдозлаки относятся к функциональным продуктам с многочисленными преимуществами для здоровья. Гречиха является одним из псевдозлаков, принадлежит к семейству *Polygonaceae*. Мировое производство гречихи составляет около 3,8 млн т, при этом Россия занимает первое место с 1,5 млн т, за ней следует Китай с 0,9 млн т. Гречиху также выращивают во Франции (8,3 %), США (5,7), Польше (5,4), Бразилии (3,5) и Японии (1,0 %) [1]. Как сырье гречиха в основном используются в качестве крупы, хлопьев для завтрака, муки для хлебобулочных изделий, для детского и диетического питания [2]. Полезные для здоровья свойства гречихи повышают ее потенциал в применении технологий производства функциональных продуктов питания [3] и расширяют ее сельскохозяйственное, промышленное и фармацевтическое использование [4].

Непереносимость глютена – это аутоиммунное заболевание, вызванное потреблением глютеиновых белков большинства злаков, кото-

рое приводит к повреждению слизистой оболочки тонкого кишечника из-за взаимодействия между пациентами с целиакией, диетой с глютенном и реакцией иммунологической системы [5]. Целиакия включает в себя потерю кишечных ворсинок, неполное переваривание и всасывание питательных веществ, что влияет на общую функцию организма человека [6]. Продукты, обогащенные гречихой, рекомендуют людям с целиакией, в связи с превосходным профилем питания и хорошим нутрицевтическим потенциалом. Повышенный интерес к полезным для здоровья свойствам гречихи сфокусировал потребителей на включении их в свой рацион в качестве безглютеновой пищи.

Для снижения распространенности целиакии необходимо исключить глютен из рецептов и обеспечить приемлемое для потребителя качество мучного продукта, что представляет собой технологические трудности, связанные со снижением качественных характеристик, пищевой ценности и потребительского признания.

Гречиха – культура, которая занимает важное место в зернопроизводстве Кемеровской области. На долю гречихи в Кузбассе в 2021–2023 гг. приходилось 3,7 % посевной площади зерна, а валовой сбор составил 1,8 % (27 304 т)

в валовом сборе зерновых и зернобобовых [7]. В Кузбассе освоен полный цикл переработки гречихи, и поиск новых технологических решений в применении продуктов ее переработки является актуальным направлением.

Цель исследования – обзор современных научных направлений использования гречневой муки в технологиях мучных кондитерских и хлебобулочных изделий для обоснования разработки мучных изделий специализированной направленности с приемлемыми потребительскими характеристиками.

Задачи: анализ и систематизация данных по биологической ценности гречневой муки, новым технологическим решениям применения гречневой муки для создания продуктов с добавленной пищевой ценностью и желательными сенсорными параметрами.

Объекты и методы. Объекты исследования – безглютеновые мучные кондитерские, хлебобулочные и макаронные изделия на основе гречневой муки. При изучении научной литературы использовались методы обобщения, анализа и систематизации данных. Проведен поиск научных статей, опубликованных в электронных базах данных Google Scholar, PubMed, Science Direct, Scopus, eLibrary.ru.

Результаты и их обсуждение. Пищевая и биологическая ценность зерен гречихи примерно соответствует составу злаков, но отличается во многих отношениях.

Белки. Гречиха является важным источником белка, содержание которого варьируется от 8,5 до 18,8 % в зависимости от сорта и климатических условий выращивания. Концентрация белка в зернах гречихи выше, чем в зернах злаковых культур [8]. Белки в гречихе состоят из глобулинов (43,3–64,5 %), альбуминов (12,5–18,2), проламинов (0,8–2,9) и глютелинов (8,0–22,7 %) [9]. Содержание проламинов в белках гречихи очень низкое, а белки, вызывающие целиакию (глютенины), отсутствуют. Состав аминокислот в белках гречихи хорошо сбалансирован и богат аргинином, лизином и аспарагиновой кислотой [10, 11]. Наличие танинов и ингибиторов протеазы может снижать усвояемость белка гречихи.

Липиды. Липидов в гречихе небольшое количество – от 1,5 до 3 %, но они положительно влияют на важные физиологические процессы организма человека. Гречиха является богатым источником ненасыщенных жирных кислот, содержание которых составляет 74,5–79,3 %, из

них на долю пальмитиновой кислоты приходится 610 мг; миристиновой – 10; стеариновой – 40; арахидоновой – 10 мг [12].

Углеводы. Основную часть состава зерна гречихи образуют полисахариды. Большая часть наиболее распространенного углевода – крахмала – находится в зародыше зерна и может составлять 67–75 % [13, 14].

Пищевые волокна. Содержание пищевых волокон различается в зависимости от обработанных фракций: 23,8 % для нешелушенной гречихи, 10,3 % для лущенной и 7 % для крупы гречневой. Пищевые волокна гречихи включают растворимые вещества (пектин и камеди) и нерастворимые (лигнин и целлюлоза), их доля достигает 10 % [15]. В муке гречневой содержание пищевых волокон значительно ниже, в среднем 2,5–3,0 % [16].

Витамины и минералы. Зерно гречихи является богатым источником витаминов и минеральных веществ. Из витаминов группы В гречневая мука содержит больше всего тиамина (27 %), а также рибофлавина (10 %) и пантотеновой кислоты (8,8 %). Мука гречихи является источником макро- и микроэлементов. Из макроэлементов наибольшее количество приходится на магний (12 %), доля кальция составляет 4,2 %; калия – 5,2; натрия – 3,7 % [11]. Из микроэлементов содержатся железо (22 %), селен (10 %) [1]. Микроэлементов в гречихе больше, чем в зернах злаков. Минералы, такие как цинк, медь и калий, становятся легкодоступными для усвоения после ферментативного переваривания в растворимую форму [17]. Диета, доступная потребителям безглютеновой продукции, содержит мало витаминов и минералов, а включение гречихи в безглютеновые диеты увеличивает концентрацию витаминов и основных минералов в их рационе [18].

Гречиха отличается от других видов зерновых культур повышенным содержанием флавоноидов и полифенолов [16, 19]. Она включает фенольные вещества, такие как 3-флаванол, рутин, фенольные кислоты и их производные, а также токоферолы, которые могут действовать как антиоксиданты [20].

Таким образом, биологически активные соединения зерен гречихи усиливают ее целебный эффект.

Основным продуктом переработки гречихи, применяемым в технологии мучных изделий, является мука, характеризующаяся высоким содержанием антиоксидантов, таких как поли-

фенолы (рутин) и токоферолы. Существует несколько типов гречневой муки, и могут использоваться различные методы и технологии помола. Перикарпий, или плодовая оболочка, которая образует внешний слой, содержит большое количество волокон с высоким содержанием клетчатки и лигнина и обычно имеет темно-коричневый или черный цвет. Под перикарпием находится алейроновый слой, а под ним – эндосперм, который составляет примерно 70 % веса зерна, в центре которого находится зародыш. На долю перикарпия приходится 20–25 %, семенной кожуры – 1,5–2 %, алейроновый слой занимает 4–5 %, а зародыш, который находится внутри эндосперма, в отличие от злаков, составляет 15–20 %. Первичная переработка гречихи в целом включает в себя те же технологические этапы, что и у круп. Важнейшими характеристиками гречневой крупы являются цвет и вкус. Цвет перикарпия свежесобранных семян светло-зеленый, но постепенно меняется на красновато-коричневый в процессе хранения [21].

Гречневую муку обычно используют в сочетании с другими видами муки (пшеничной, овсяной, рисовой) для производства широкого ассортимента хлебобулочных, макаронных и кондитерских изделий [22, 23]. Уровень включения гречневой муки в рецептуру продукта зависит от вида продукта и коррелирует с реологическими характеристиками теста. Использование гречневой муки открывает большие возможности для обогащения продукта функциональными компонентами, например при создании продуктов с добавленной стоимостью из категории глютеносодержащих или безглютеновых. В производстве продуктов специализированной направленности гречневая мука нашла широкое применение благодаря отсутствию глютена.

Разработка обогащенных хлебобулочных, макаронных и мучных кондитерских изделий – современная тенденция в перерабатывающей промышленности.

Показано, что применение гречневой муки в технологии хлеба в количестве 55–70 % дает возможность получить готовое изделие с хорошей усвояемостью белка и крахмала, высоким содержанием рутина и кверцетина, удовлетворительным сенсорным восприятием [24]. Однако другие ученые отмечают недостаточный объем хлеба, недостатки структуры мякиша и неудовлетворительный внешний вид (состояние поверхности) при применении гречневой муки в

количествах более 50 % [25, 26]. В связи с этим предложены технологические приемы в производстве безглютенового хлеба: гидротермическая обработка гречневых зерен с помощью микроволн, которая позволяет использовать 50 % гречневой муки и 50 % рисовой [26]. При этом тесто характеризуется улучшенной консистенцией и эластичностью, а готовое изделие – хорошими органолептическими свойствами. Предложено применение закваски из структурообразующих добавок гидроксипропилметилцеллюлозы (ГПМЦ) и ксантановой камеди. Установлена оптимальная доля закваски – 10–20 % от массы смеси муки в рецептуре гречнево-рисового хлеба. Доказано, что закваска способна интенсифицировать процессы кислотонакопления в тесте и ускорить его созревание [25].

Китайскими учеными показана возможность замены рисовой муки на муку из татарской гречихи в количестве до 30 % [27]. Более высокая влагоудерживающая способность и более низкая энергия клейстеризации гречневой муки по сравнению с рисовой позволяют получить тесто с хорошими характеристиками, изделие улучшенной пищевой структуры за счет более высокого содержания белка и жира, стабилизировать ретроградацию крахмала [27].

Мука из зеленой гречихи, отличительной особенностью технологии производства которой является отсутствие гидротермической обработки зерна, рассматривается как сырье с широким спектром полезных нутриентов: пищевые волокна, лигнин, пектин, гемицеллюлоза [28].

Другим способом тестоведения с применением гречневой муки является создание мучных композиций для улучшения технологических и рецептурных аспектов, повышения общего качества продуктов и приемлемости для потребителей.

Изучена возможность применения гречневой муки в композиции с кукурузной и подорожниковой в соотношении 40 : 40 : 20 для производства безглютеновой продукции [29]. Разработаны рецептуры безглютеновых мучных смесей для хлеба на основе муки зеленой гречихи, амарантовой и нутовой с применением семян чиа и морковного порошка [30], на основе гречневой муки, рисовой и маниоковой [31], премикс на основе гречневой муки, муки чиа и ксантановой камеди [32]. Подобраны оптимальные соотношения компонентов в смесях с целью облегчения технологического процесса производства и повышения пищевой ценности готового хлеба.

Проведена оценка технологических свойств и пищевой ценности безглютенового хлеба на основе рисовой муки с включением в рецептуру частиц гречневой шелухи (ГШ) в двух уровнях добавления (3 и 6 %) и двух размеров частиц (мелкие, D50: 62,7 мкм; крупные, D50: 307 мкм). Отмечено значительное ($p < 0,05$) увеличение модуля упругости теста. По сравнению с рисовым хлебом, содержащий ГШ, показал значительное ($p < 0,05$) увеличение общего содержания пищевых волокон (от трех до пяти раз) и антиоксидантной способности (от 78 до 290 мг TE/100 г сухого веса в тесте ORAC). Хлеб, содержащий мелкую ГШ на уровне 3 %, имел схожие сенсорные свойства с рисовым хлебом, что свидетельствует о возможности улучшения пищевой ценности при сохранении сенсорного качества хлеба [33].

Апробирована возможность приготовления индийского пресного хлеба чапати с мукой гречихи и проведено исследование эффективности готового продукта в клинических испытаниях. Трем группам из 15 человек (с диабетом и дислипидемией, контрольная группа) в течение 90 дней в рацион включали чапати. Профиль сахара в крови и профиль липидов крови, включая уровни сахара в крови натощак, сахара в крови после приема пищи, HbA1c (гликированный гемоглобин), холестерина сыворотки, триглицеридов, липопротеинов низкой плотности, липопротеинов высокой плотности и липопротеинов очень низкой плотности, оценивались до и после периода добавления в рацион чапати и подвергались статистическому анализу. Установлено, что в экспериментальной группе, в которую добавляли чапати с гречневой мукой, наблюдалась значительная разница ($p < 0,05$) по всем оцениваемым биохимическим параметрам. Сделан вывод, что потребление гречневой муки оказывает значительное влияние на уровень сахара в крови и липидный профиль [34].

Не менее важным аспектом в разработке хлеба аглютенового является удовлетворение потребителей в сенсорных характеристиках продукта. Проведение дегустации среди потребителей аглютенового хлеба, изготовленного на основе смеси муки гречневой, гречневого крахмала и рисовой муки, выявило, что дегустаторы отметили мягкую структуру мякиша, приятный вкус и аромат. В итоге безглютеновый хлеб был хорошо принят 124 дегустаторами, с показателем намерения покупки 93,55 % [35].

Технология производства мучных кондитерских изделий отличается от технологии производства хлеба, и разработка безглютеновых мучных изделий с включением гречневой муки требует также проведения исследований по оптимизации рецептурного состава и технологического процесса [36].

Показано применение гречневой муки как основного сырья с низким гликемическим индексом в рецептуре печенья с пониженной калорийностью и диабетического назначения [37]. Приведены результаты исследования влияния гречневой и миндальной муки на физико-химические, функциональные, реологические свойства и антиоксидантную активность безглютенового печенья. Установлено оптимальное соотношение гречневой и миндальной муки – 80 : 20, при этом увеличивается содержание белка до 22 %; содержание жира – до 32; пищевых волокон – до 8 % по сравнению с изделиями на основе рисовой муки, однако ухудшился внешний вид, вид в изломе и состояние поверхности [38]. Рассмотрена возможность сочетания муки киноа с гречневой и соевой. Показано, что смесь из этих видов муки с количеством муки киноа 50 % и по 25 % муки соевой и гречневой позволяет получить печенье с высоким содержанием фенольных соединений и флавоноидов – 692,67 и 8,60 мг GAE/г соответственно [39]. Другими учеными показано, что включение 10 % соевой муки в рецептуру печенья из композитной смеси муки кукурузной (40 %), рисовой (30 %), гречневой (20 %) позволяет получить печенье, удовлетворяющее требованиям по текстурным и сенсорным характеристикам [40].

Проведены исследования по применению муки гречневой и баобабовой в технологии приготовления печенья. Установлен синергический эффект в улучшении питательных свойств печенья, показано, что полифенолы, минеральные вещества, а также флавоноиды баобабовой муки позволяют улучшить фитохимический состав готового продукта. Добавление баобабовой муки в количестве 30 % позволяет получить печенье с наибольшим содержанием фенольных соединений рутина и эпикатехина. Общая сенсорная приемлемость печенья оценивалась как отличная [41].

Предложена композиция из смеси муки рисовой, соевой и гречневой в технологии печенья, установлено соответствие показателей качества нормируемым характеристикам, показаны лучшие текстурные свойства [42]. Сочетание греч-

невой муки с просяной и семенами чиа рассматривается как подходящая альтернатива для приготовления безглютенового печенья [20], рисовой – для производства кексов [43] и вафель [44], рисовой, миндальной, мукой из теффа – для производства круассанов [45].

Изучены физико-химические и реологические свойства гречневой и рисовой муки в качестве базовых ингредиентов для рецептур безглютеновых кексов и то, как эти свойства связаны с качеством выпеченных изделий. Для создания рецептур безглютеновых кексов использовали муку в соотношениях 10 : 90, 20 : 80 и 30 : 70. Все образцы кексов показали заметное снижение содержания влаги после 8 дней хранения, но содержание жира и белка не изменилось. За исключением мягкости и липкости, которые показали лишь небольшую разницу в сенсорных оценках после хранения, сенсорные оценки всех образцов были значительно ниже через 8 дней [46]. Приведены результаты исследования технологии производства маффинов с заменой пшеничной муки на смесь гречневой, рисовой и нутовой муки с применением электроконтактного способа выпечки [47].

Рассмотрен вариант совместного применения муки гречневой и амарантовой в технологии приготовления блинов [48]. Путем сравнительной оценки витаминного и минерального состава муки амарантовой и гречневой подобраны оптимальные их соотношения в рецептуре блинов. Показано, что гречневая мука более богата по сравнению с амарантовой такими минеральными веществами, как калий, магний, селен. Амарантовая мука содержит большее количество меди и цинка. Установлено, что порция блинов (45 г) из амарантовой и гречневой муки обеспечивает организм магнием в среднем на 35,3 % от суточной нормы; калием – на 9,5; железом – на 26,4; медью – на 19,6; селеном – на 27,7 % от суточной нормы. Учитывая высокое содержание минеральных веществ в амарантовой и гречневой муке, разработка специализированных продуктов с их включением является перспективным направлением и будет способствовать расширению вкусового разнообразия и улучшению обеспечения нутриентами больных с различными формами непереносимости глютена [48].

Анализ научной литературы показал интерес к разработкам макаронных изделий без глютена [49–54]. Предложены композиции из смеси аглютеновых видов муки с мукой гречневой в тех-

нологии производства макаронных изделий. Определена возможность применения муки кукурузной и гречневой для повышения качественных характеристик и пищевой ценности макаронных изделий [49]. Приведены технологические параметры, состав, пищевая ценность лапши безглютеновой быстрого приготовления [50]. Изучено влияние различных добавок муки из бобов адзуки на структурные и функциональные характеристики экструдированной гречневой лапши. Установлено, что добавление бобов адзуки существенно повышает уровень белка и флавоноидов, одновременно снижая содержание жира и крахмала. Добавление их в лапшу увеличивает оптимальное время приготовления и приводит к снижению как липкости приготовленной лапши, так и размера пор структуры крахмального геля по сравнению с чистой гречневой лапшой. Мука из бобов адзуки улучшает структуру и гипогликемическую активность экструдированной гречневой лапши, одновременно снижая усвояемость крахмала, а оптимальное значение достигается при добавлении 20 % муки [51].

Ученым Республики Молдова изучена возможность получения безглютеновой лапши, в состав которой предложено вводить в качестве дополнительного сырья добавки шпината, свеклы и томатов [52]. Основным анализируемым сырьем в рецептуре лапши рассматривались варианты смесей муки гречневой, льняной, амарантовой, сорговой. Полученные результаты позволили сделать вывод, что введение в рецептуру лапши шпината и свеклы нецелесообразно, так как продукт при варке становится липким и имеет неудовлетворительные органолептические характеристики. Наиболее подходящей добавкой является томатная паста [53].

Для улучшения структуры теста для приготовления лапши из гречневой муки последняя подвергалась модификации с помощью новой технологии экструзионной варки при различных температурах (от 70 до 100 °C). Данный способ обработки способствовал образованию непрерывной структуры теста. Измерения Mixolab и динамической реометрии показали, что повысилась стабильность и вязкоупругие свойства теста. Потери при варке и скорость разрыва гречневой лапши были значительно снижены, а свойства текстуры были значительно улучшены [54].

Проведен ряд исследований по частичной замене пшеничной муки на гречневую в качестве обогащающей добавки, улучшающей показа-

тели качества и пищевую ценность, что не решает задачи по разработке безглютеновых изделий [55–57].

Заключение. Гречиха является основным псевдозерновым продуктом с превосходным питательным профилем, богатым фитохимическими веществами, витаминами и минералами. Биоактивные компоненты, выделенные из гречихи, имеют оздоровительное и нутрицевтическое значение и могут использоваться в технологии хлебобулочных и мучных кондитерских изделий как функциональное сырье. Мучные изделия на основе гречихи с хорошими сенсор-

ными и технологическими качествами расширяют рынок продуктов питания с пользой для здоровья и являются подходящей пищей для людей с непереносимостью глютена. Расширение области знаний в сфере новых технологических решений по использованию гречихи и продуктов ее переработки в производстве мучных изделий позволит разработчикам и молодым исследователям целенаправленно подходить к моделированию новых составов продуктов с улучшенными органолептическими свойствами и повышенной биологической ценностью безглютеновых продуктов из гречихи.

Список источников

1. Sofi S.A., Ahmed N., Farooq A., et al. Nutritional and bioactive characteristics of buckwheat, and its potential for developing gluten-free products: An updated overview // *Food Sci Nutr*. 2022. Vol. 11, N 5. P. 2256–2276. DOI: 10.1002/fsn3.3166. EDN: VS OSAK.
2. Małgorzata S., Georgios K., Henryk Z. Sensory analysis and aroma compounds of buckwheat containing products: A review // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2018. Vol. 58, N 11. P. 1767–1779. DOI: 10.1080/10408398.2017.1284742.
3. Mondal S., Bhar K., Sahoo SK, et al. Silver hull buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) is a part of nature that offers best health and honour // *Journal of Complementary and Alternative Medical Research*. 2021. Vol. 15, N 2. P. 22–52. DOI: 10.1080/10408398.2017.1284742.
4. Fotschki B., Juśkiewicz J., Jurgowski A., et al. Protein- rich flours from quinoa and buckwheat favourably affect the growth parameters, intestinal microbial activity and plasma lipid profile of rats // *Nutrients*. 2020. Vol. 12, N 9. 2781. DOI: 10.3390/nu12092781. EDN: KJYHWM.
5. Mir N.A., Riar C.S., Singh S. Nutritional constituents of pseudo cereals and their potential use in food systems: A review // *Trends in Food Science & Technology*. 2018. Vol. 75, N 4. P. 170–180. DOI: 10.1016/j.tifs.2018.03.016.
6. Kreutz J., Adriaanse M., Ploeg E., et al. (2020). Narrative review: nutrient deficiencies in adults and children with treated and untreated celiac disease // *Nutrients*. 2020. Vol. 12. P. 500. DOI: 10.3390/nu12020500. EDN: KFWNUV.
7. Зерновые культуры Кузбасса: гречиха. Доступно по: https://42.rosstat.gov.ru/storage/media-bank/Пресс-релиз_Гречиха.pdf. Ссылка актуальна на 22 апреля 2024.
8. Bobkov S. Biochemical and technological properties of buckwheat grains. In: Zhou M., editor. *Molecular breeding and nutritional aspects of buckwheat*. Oxford: Elsevier Academic Press, 2016. P. 423–440.
9. Chrungoo N.K., Dohtdong L., Chettry U. Diversity in seed storage proteins and their genes in buckwheat. In: *Molecular breeding and nutritional aspects of buckwheat*. Oxford: Elsevier Academic Press, 2016. P. 387–399.
10. Bhinder S., Kaur A., Singh B., et al. Proximate composition, amino acid profile, pasting and process characteristics of flour from different Tartary buckwheat varieties // *Food Research International*. 2020. Vol. 130. 108946. DOI: 10.1016/j.foodres.2019.108946. EDN: XHPVVK.
11. Shreeja K., Devi S., Gogoi M., et al. Physico-chemical and nutritional evaluation of flour made from an under-utilized food crop buckwheat // *Journal of Advances in Biology & Biotechnology*. 2024. Vol. 27. P. 97–106. DOI: 10.9734/jabb/2024/v27i81125. EDN: TGETHB.
12. Ruan J., Zhou Y., Yan J., et al. Tartary buckwheat: An under- utilized edible and medicinal herb for food and nutritional security // *Food Reviews International*. 2020. Vol. 38, N 4. P. 440–454. DOI: 10.1080/87559129.2020.1734610. EDN: RLBENC.
13. Kumar P. Nutritional profile, bioactive properties and potential health benefits of buckwheat: A review // *eFood*. 2024. Vol. 5, N 4. DOI: 10.1002/efd2.171. EDN: BIGRTY.

14. Beitane I., Krumina-Zemture G., Kruma Z., et al. Phenolics content in buckwheat flour // Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B. Natural, Exact, and Applied Sciences. 2018. Vol. 72. P. 75–79. DOI: 10.2478/prolas-2018-0012.
15. Zhu F. Dietary fiber polysaccharides of amaranth, buckwheat and quinoa grains: A review of chemical structure, biological functions and food uses // Carbohydrate Polymers. 2020. Vol. 248. 116819. DOI: 10.1016/j.carbpol.2020.116819. EDN: IKBQDN.
16. Jara P., Schoeninger V., Dias L., et al. Physicochemical quality characteristics of buckwheat flour // Engenharia Agrícola. 2022. Vol. 42, N 4. e20210026. DOI: 10.1590/1809-4430-eng.agric.v42n4e20210026/2022. EDN: RGBFLA.
17. Klepacka J., Najda A., Klimek K. Effect of buckwheat groats processing on the content and bioaccessibility of selected minerals // Food. 2020. Vol. 9, N 6. P. 832. DOI: 10.3390/foods9060832. EDN: YEPHLQ.
18. Chunchawar M. Formation and Standardization of Gluten Free Cookies made from Buckwheat (*Fagopyrum Esculentum*) Flour // International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology. 2024. Vol. 12. P. 3027–3033. DOI: 10.22214/ijraset.2024.62220. EDN: YGTJYE.
19. Бадамшина Е.В., Леонова С.А., Никулина Н.Ш. Применение гречихи в рецептуре хлеба // Вестник КрасГАУ. 2024. № 5 (206). С. 199–206. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-5-199-206. EDN: OGOIVF.
20. Ge R., Wang H. Nutrient components and bioactive compounds in tartary buckwheat bran and flour as affected by thermal processing // International Journal of Food Properties. 2020. Vol. 23. P. 127–137. DOI: 10.1080/10942912.2020.17131. EDN: KUIKDJ.
21. Skřivan P., Chrpová D., Klitschová B., et al. Buckwheat Flour (*Fagopyrum esculentum* Moench) – A contemporary view on the problems of its production for human nutrition // Foods. 2023. Vol. 12. 3055. DOI: 10.3390/foods12163055. EDN: QZKSKO.
22. Kuppusamy Y., Preethi A., Afride S. Effect of buckwheat flour on nutritional and sensory quality of bakery products // The Indian Journal of Nutrition and Dietetics. 2021. Vol. 58, N S1. P. 46–52. DOI: 10.21048/IJND.2021.58.S1.27537. EDN: XIZQHL.
23. Шевелева Т.Л. Функциональные хлебобулочные изделия с использованием нетрадиционного сырья // Вестник КрасГАУ. 2024. № 5 (206). С. 263–270. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-5-263-270. EDN: XEPNEU.
24. Brites L.T.G.F., Rebellato A.P., Adriana D.M.A., et al. Antioxidant-enriched gluten-free bread made with buckwheat flour: Evaluation of technological and nutritional quality // Cereal Chemistry. 2022. Vol. 99, N 5. P. 995–1006. DOI: 10.1002/cche.10573. EDN: OECKXY.
25. Mykhonik L., Hetman I., Naumenko O. Effect of structure-forming agents and spontaneously fermented buckwheat sourdough on the quality of gluten-free bread // Food Science and Technology. 2022. Vol. 16, N 2. DOI: 10.15673/fst.v16i2.2373. EDN: VFJBFU.
26. Vicente A., Villanueva M., Caballero P.A., et al. Flours from microwave-treated buckwheat grains improve the physical properties and nutritional quality of gluten-free bread // Food Hydrocolloids. 2023. Vol. 149. 109644. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2023.109644. EDN: KGMMBP.
27. J. Ma, Ma L., Xi C., et al. Rheological behavior of batter and quality of gluten-free bread based on non-glutinous rice flour and tartary buckwheat flour // Cereal Chemistry. 2021. Vol. 99, N 8. P. 542–555. DOI: 10.1002/cche.10517.
28. Atambayeva Z., Nurgazezova A., Assirzhanova Zh., et al. Nutritional, physicochemical, textural and sensory characterization of horsemeat patties as affected by whole germinated green buckwheat and its flour // International Journal of Food Properties. 2023. Vol. 26, N 1. P. 600–613. DOI: 10.1080/10942912.2023.2174552. EDN: QKJGNC.
29. Utarova N. Development of gluten-free bread production technology with enhanced nutritional value in the context of Kazakhstan // Foods. 2024. Vol. 13, N 2. P. 271. DOI: 10.3390/foods13020271. EDN: ZGPWKX.
30. Панкратьева Н.А., Чеченихина О.С. Разработка технологических решений по повышению биологической ценности безглютенового хлеба // Новые технологии. 2024. Т. 19, № 4. С. 119–125. DOI: 10.47370/2072-0920-2023-19-4-119-125. EDN: NJVRWQ.
31. Southgate A.A.A., Scheuer P.M., Martelli M.F., et al. Quality properties of a gluten-free bread with buckwheat // Journal of Culinary Science & Technology. 2017. Vol. 15, N 3. P. 339–348. DOI: 10.1080/15428052.2017.1289134.

32. Coronel E.B., Guiotto E.N., Aspiroz M.C., et al. Development of gluten-free premixes with buckwheat and chia flours: Application in a bread product // LWT. 2021. Vol. 141. 110916. DOI: 10.1016/j.lwt.2021.110916. EDN: BEJMLS.
33. Gutiérrez Á.L., Villanueva M., Rico D., et al. Valorisation of buckwheat by-product as a health-promoting ingredient rich in fibre for the formulation of gluten-free bread // Foods. 2023. Vol. 12, N 14. P. 2781. DOI: 10.3390/foods12142781. EDN: PWKNFB.
34. Krishnaswamy G., Parameshwari S., Uvaraj G. In-vivo efficacy of buckwheat flour incorporated food products on the blood glucose and lipid profiles // Biosciences Biotechnology Research Asia. 2023. Vol. 20. P. 591–597. DOI: 10.13005/bbra/3112. EDN: JGSTEP.
35. Cordoba L.D., Gomes D.S., Waszczynskyj N. Physical-chemical characterization, acceptance test, and free-choice profiling of gluten-free bread developed with Brazilian buckwheat starch and flour // Ciência Rural. 2024. Vol. 54, N 10. e20230494. DOI: 10.1590/0103-8478cr20230494. EDN: WOFLUY.
36. Резниченко И.Ю., Мирошина Т.А. Современные виды безглютенового сырья: перспективы применения в технологии мучных кондитерских изделий // Вестник КрасГАУ. 2024. № 6 (207). С. 212–219. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-6-212-219. EDN: YZCTZV.
37. Заикина М.А. Применение сырья с низким гликемическим индексом в технологии мучных кондитерских изделий // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК-продукты здорового питания. 2022. № 1. С. 10–16. DOI: 10.24412/2311-6447-2022-1-10-16.
38. Masoodi L., Gull A., Nissar J., et al. Combination of buckwheat and almond flour as a raw material for gluten-free bakery products // Journal of Food Measurement and Characterization. 2023. Vol. 17. P. 4114–4124. DOI: 10.1007/s11694-023-01942-4. EDN: UGBMHB.
39. Bhandari A., Thapaliya S. Comparison of physicochemical properties of biscuits supplemented with soy, kinema, and buckwheat flour // Nepal Journal of Biotechnology. 2023. Vol. 11, N 1. DOI: 10.54796/njb.v11i1.277.
40. Ojha P., Adriana P., Muste S., et al. Quality and textural properties evaluation of gluten-free biscuit developed from maize, rice, buckwheat, and soybean // Scientific Study & Research. Chemistry & Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry. 2022. Vol. 23, № 4. P. 295–305.
41. Dossa S., Dragomir C., Plustea L., et al. Gluten-free cookies enriched with Baobab flour (*Adansonia digitata* L.) and Buckwheat flour (*Fagopyrum esculentum*) // Applied Sciences. 2023. Vol. 13. 12908. DOI: 10.3390/app132312908. EDN: QMCAZL.
42. Gogoi M., Barooah M.S., Bordoloi P., et al. Physical and textural properties of gluten free biscuits containing rice flour, soya flour and buckwheat flour // Asian Journal of Dairy and Food Research. 2022. Vol. 42, is. 3. P. 498–402. DOI: 10.18805/ajdfr.DR-1666. EDN: OGOIRQ.
43. Alifaki Ö., Şakıyan Ö., İsci A. Investigation of dielectric properties, total phenolic content and optimum formulation of microwave baked gluten-free cakes // Journal of Food Science and Technology. 2019. Vol. 56, N 3. DOI: 10.1007/s13197-019-03647-3. EDN: JEHTUA.
44. Грачев В.И., Резниченко И.Ю., Алешина Ю.А. Безглютеновые вафли и способ их получения. Патент № 2520147 С1 РФ, МПК А21D 13/08. 20.06.2014. EDN: MPIALB.
45. Резниченко И.Ю., Иванец Г.Е., Алешина Ю.А. Обоснование рецептуры и товароведная оценка вафель специализированного назначения // Техника и технология пищевых производств. 2013. № 1 (28). С. 138А–142.
46. Abid J., Yousaf S., Siddiqui N., et al. Quality characteristics and storage stability of gluten-free cupcakes made of buckwheat and rice flour // Carpathian Journal of Food Science and Technology. 2024. Vol. 16 (1). P. 62–72. DOI: 10.34302/crpfst/2024.16.1.6. EDN: RFZZFG.
47. Сидоренко Г.А., Попов В.П., Медведев П.В., и др. Исследование технологии производства безглютеновых маффинов с применением электроконтактного способа выпечки // Хлебопродукты. 2021. № 12. С. 53–57. DOI: 10.32462/0235-2508-2021-30-12-53-57. EDN: MXDJNE.
48. Urubkov S.A., Khovanskaya S.S., Smirnov S.O. The content of certain minerals and trace elements in products made from amaranth and buckwheat flour for children with gluten intolerance // Vopr. det. dietol. (Pediatric Nutrition). 2020. Vol. 18, N 5. P. 49–53. DOI: 10.20953/1727-5784-2020-5-49-53. EDN: WCCBND.

49. Жамел А., Исакова Г.К., Изембаева А.К., и др. Обоснование использования гречневой и кукурузной муки в технологии безглютеновых макаронных изделий // Аграрная наука. 2023. № 5. С. 93–97. DOI: 10.32634/0869-8155-2023-370-5-93-97. EDN: JDJXOQ.
50. Павельева Е.Г., Резниченко И.Ю. Разработка и оценка качества лапши быстрого приготовления специализированного назначения // Вестник КрасГАУ. 2023. № 8 (197). С. 249–256. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-8-249-256. EDN: FRWPYY.
51. Zhao C., Zhou J., Zhang Z., et al. Effects of different adzuki bean flour additions on structural and functional characteristics of extruded buckwheat noodles // Journal of the Science of Food and Agriculture. 2024. Vol. 105. P. 1032–1043. DOI: 10.1002/jsfa.13894. EDN: ZOYRSM.
52. Кабылда А.И. Изучение аминокислотного состава безглютеновых макаронных изделий на основе гречневой муки // Пищевая промышленность. 2023. № 6. С. 18–20. DOI: 10.52653/PPI.2023.6.6.005. EDN: TUNDPR.
53. Calmas V., Tabunscic O., Fedorciucova S. The study on gluten-free pasta made from amaranth, buckwheat and sorghum flour. In: The 8th International Conference “Management Strategies and Policies in the Contemporary Economy”. 2023. P. 243–254. DOI: 10.53486/icspm2023.37.
54. Gao L., Cheng W., Fu M., et al. Effect of improved extrusion cooking technology modified buckwheat flour on whole buckwheat dough and noodle quality // Food Structure. 2021. Vol. 31. 100248. DOI: 10.1016/j.foostr.2021.100248. EDN: VAHIEI.
55. Типсина Н.Н., Благодарнова Г.В., Туманова А.Е. Повышение пищевой ценности макаронных изделий при использовании гречневой, рисовой муки // Пищевая промышленность. 2021. № 3. С. 23–26. DOI: 10.24412/0235-2486-2021-3-0023. EDN: JTLIVX.
56. Околелов М.С. Применение технологических вспомогательных средств для регулирования водосвязывающих свойств мучных смесей из гречневой муки // Health, Food & Biotechnology. 2021. Т. 3, № 3. С. 48–54. DOI: 10.36107/hfb.2021.i3.s123. EDN: CZRCCU.
57. Дорошкевич В.В., Петрова Е.И., Барабанова Е.Б. Использование нетрадиционного сырья в производстве мучных кондитерских изделий. Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. 2019. № 21. С. 170–172.

References

1. Sofi SA, Ahmed N, Farooq A, et al. Nutritional and bioactive characteristics of buckwheat, and its potential for developing gluten-free products: An updated overview. *Food Sci Nutr*. 2022;11(5):2256–2276. DOI: 10.1002/fsn3.3166. EDN: VS OSAK.
2. Małgorzata S, Georgios K, Henryk Z. Sensory analysis and aroma compounds of buckwheat containing products: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2018;58(11):1767–1779. DOI: 10.1080/10408398.2017.1284742.
3. Mondal S., Bhar K, Sahoo SK, et al. Silver hull buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) is a part of nature that offers best health and honour. *Journal of Complementary and Alternative Medical Research*. 2021;15(2):22–52. DOI: 10.9734/JOCAMR/2021/v15i230262.
4. Fotschki B, Juśkiewicz J, Jurgoński A, et al. Protein – rich flours from quinoa and buckwheat favourably affect the growth parameters, intestinal microbial activity and plasma lipid profile of rats. *Nutrients*. 2020;12(9):2781. DOI: 10.3390/nu12092781. EDN: KJYHWM.
5. Mir NA, Riari CS, Singh S. Nutritional constituents of pseudo cereals and their potential use in food systems: A review. *Trends in Food Science & Technology*. 2018;75(4):170–180. DOI: 10.1016/j.tifs.2018.03.016.
6. Kreutz J, Adriaanse M, Ploeg E, et al. Narrative review: nutrient deficiencies in adults and children with treated and untreated celiac disease. *Nutrients*. 2020;12:500. DOI: 10.3390/nu12020500. EDN: KFWNUV.
7. Zernovye kul'tury Kuzbassa: grechiha. Available at: https://42.rosstat.gov.ru/storage/media-bank/Пресс-релиз_Гречиха.pdf. Accessed: 22.04.2024.
8. Bobkov S. Biochemical and technological properties of buckwheat grains. In: Zhou M, editor. *Molecular breeding and nutritional aspects of buckwheat*. Oxford: Elsevier Academic Press; 2016. P. 423–440.

9. Chrungoo NK, Dohtdong L, Chetty U. Diversity in seed storage proteins and their genes in buckwheat. In: *Molecular breeding and nutritional aspects of buckwheat*. Oxford: Elsevier Academic Press; 2016. P. 387–399.
10. Bhinder S, Kaur A, Singh B, et al. Proximate composition, amino acid profile, pasting and process characteristics of flour from different Tartary buckwheat varieties. *Food Research International*. 2020;130:108946. DOI: 10.1016/j.foodres.2019.108946. EDN: XHPVDK.
11. Shreeja K, Devi S, Gogoi M, et al. Physico-chemical and nutritional evaluation of flour made from an under-utilized food crop buckwheat. *Journal of Advances in Biology & Biotechnology*. 2024;27:97-106. DOI: 10.9734/jabb/2024/v27i81125. EDN: TGETHB.
12. Ruan J, Zhou Y, Yan J, et al. Tartary buckwheat: An under- utilized edible and medicinal herb for food and nutritional security. *Food Reviews International*. 2020;38(4):440-454. DOI: 10.1080/87559129.2020.1734610. EDN: RLBENC.
13. Kumar P. Nutritional profile, bioactive properties and potential health benefits of buckwheat: A review. *eFood*. 2024;5(4). DOI: 10.1002/efd2.171. EDN: BIGRTY.
14. Beitane I, Krumina-Zemtura G, Kruma Z, et al. Phenolics content in buckwheat flour. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B. Natural, Exact, and Applied Sciences*. 2018;72:75-79. DOI: 10.2478/prolas-2018-0012.
15. Zhu F. Dietary fiber polysaccharides of amaranth, buckwheat and quinoa grains: A review of chemical structure, biological functions and food uses. *Carbohydrate Polymers*. 2020;248:116819. DOI: 10.1016/j.carbpol.2020.116819. EDN: IKBQDN.
16. Jara P, Schoeninger V, Dias L, et al. Physicochemical quality characteristics of buckwheat flour. *Engenharia Agricola*. 2022;42(4):e20210026. DOI: 10.1590/1809-4430-eng.agric.v42n4e20210026/2022. EDN: RGBFLA.
17. Klepacka J, Najda A, Klimek K. Effect of buckwheat groats processing on the content and bioaccessibility of selected minerals. *Food*. 2020;9(6):832. DOI: 10.3390/foods9060832. EDN: YEPHLQ.
18. Chunchawar M. Formation and Standardization of Gluten Free Cookies made from Buckwheat (*Fagopyrum Esculentum*) Flour. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*. 2024;12:3027-3033. DOI: 10.22214/ijraset.2024.62220. EDN: YGTJYE.
19. Badamshina EV, Leonova SA, Nikulina NS. Use of buckwheat in bread recipe. *Bulletin of KSAU*. 2024;(5):199-06 (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2024-5-199-206. EDN: OGOIVF.
20. Ge R, Wang H. Nutrient components and bioactive compounds in tartary buckwheat bran and flour as affected by thermal processing. *International Journal of Food Properties*. 2020;23:127-137. DOI: 10.1080/10942912.2020.17131. EDN: KUIKDJ.
21. Skřivan P, Chrpová D, Klitschová B, et al. Buckwheat Flour (*Fagopyrum esculentum* Moench) – A contemporary view on the problems of its production for human nutrition. *Foods*. 2023;12:3055. DOI: 10.3390/foods12163055. EDN: QZKSKO.
22. Kuppusamy Y, Preethi A, Afride S. Effect of buckwheat flour on nutritional and sensory quality of bakery products. *The Indian Journal of Nutrition and Dietetics*. 2021;58(S1):46-52. DOI: 10.21048/IJND.2021.58.S1.27537. EDN: XIZQHL.
23. Sheveleva TL. Functional bakery products using non-traditional raw materials. *Bulletin of KSAU*. 2024;(5):263-270 (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2024-5-263-270. EDN: XEPNEU.
24. Brites LTGF, Rebellato AP, Adriana DMA, et al. Antioxidant-enriched gluten-free bread made with buckwheat flour: Evaluation of technological and nutritional quality. *Cereal Chemistry*. 2022;99(5):995-1006. DOI: 10.1002/cche.10573. EDN: OECKXY.
25. Mykhonik L, Hetman I, Naumenko O. Effect of structure-forming agents and spontaneously fermented buckwheat sourdough on the quality of gluten-free bread. *Food Science and Technology*. 2022;16(2). DOI: 10.15673/fst.v16i2.2373. EDN: VFJBFU.
26. Vicente A, Villanueva M, Caballero PA, et al. Flours from microwave-treated buckwheat grains improve the physical properties and nutritional quality of gluten-free bread. *Food Hydrocolloids*. 2023;149:109644. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2023.109644. EDN: KGMMBP.
27. Ma J, Ma L, Xi C, et al. Rheological behavior of batter and quality of gluten-free bread based on non-glutinous rice flour and tartary buckwheat flour. *Cereal Chemistry*. 2021;99(8):542-555. DOI: 10.1002/cche.10517.

28. Atambayeva Z, Nurgazezova A, Assirzhanova Zh, et al. Nutritional, physicochemical, textural and sensory characterization of horsemeat patties as affected by whole germinated green buckwheat and its flour. *International Journal of Food Properties*. 2023;26(1):600-613. DOI: 10.1080/10942912.2023.2174552. EDN: QKJGNC.
29. Utarova N. Development of gluten-free bread production technology with enhanced nutritional value in the context of Kazakhstan. *Foods*. 2024;13(2):271. DOI: 10.3390/foods13020271. EDN: ZGPWKX.
30. Pankratyeva N, Chechenikhina O. Development of technological solutions to increase the biological value of gluten-free bread. *New Technologies*. 2024;19(4):119-125. DOI: 10.47370/2072-0920-2023-19-4-119-125. EDN: NJVRWQ.
31. Southgate AAA, Scheuer PM, Martelli MF, et al. Quality properties of a gluten-free bread with buckwheat. *Journal of Culinary Science & Technology*. 2017;15(3):339-348. DOI: 10.1080/15428052.2017.1289134.
32. Coronel EB, Guiotto EN, Aspiroz MC, et al. Development of gluten-free premixes with buckwheat and chia flours: Application in a bread product. *LWT*. 2021;141:110916. DOI: 10.1016/j.lwt.2021.110916. EDN: BEJMLS.
33. Gutiérrez AL, Villanueva M, Rico D, et al. Valorisation of buckwheat by-product as a health-promoting ingredient rich in fibre for the formulation of gluten-free bread. *Foods*. 2023;12(14):2781. DOI: 10.3390/foods12142781. EDN: PWKNFB.
34. Krishnaswamy G, Parameshwari S, Uvaraj G. In-vivo efficacy of buckwheat flour incorporated food products on the blood glucose and lipid profiles. *Biosciences Biotechnology Research Asia*. 2023;20:591-597. DOI: 10.13005/bbra/3112. EDN: JGSTEP.
35. Cordoba LD, Gomes DS, Waszczyński N. Physical-chemical characterization, acceptance test, and free-choice profiling of gluten-free bread developed with Brazilian buckwheat starch and flour. *Ciência Rural*. 2024;54(10): e20230494. DOI: 10.1590/0103-8478cr20230494. EDN: WOFLUY.
36. Reznichenko IYu, Miroshina TA. Modern types of gluten-free raw materials: application prospects in flour confectionery products technology. *Bulletin of KSAU*. 2024;(6):212-219 (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2024-6-212-219. EDN: YZCTZV.
37. Zaikina MA. Use of low glycemic index raw materials in flour confectionery technology. *Technologies of the food and processing industry of AIC-healthy food*. 2022;(1):10-16. (In Russ.). DOI: 10.24412/2311-6447-2022-1-10-16.
38. Masoodi L, Gull A, Nissar J, et al. Combination of buckwheat and almond flour as a raw material for gluten-free bakery products. *Journal of Food Measurement and Characterization*. 2023;17:4114-4124. DOI: 10.1007/s11694-023-01942-4. EDN: UGBMHB.
39. Bhandari A, Thapaliya S. Comparison of physicochemical properties of biscuits supplemented with soy, kinema, and buckwheat flour. *Nepal Journal of Biotechnology*. 2023;11(1). DOI: 10.54796/njb.v11i1.277.
40. Ojha P, Adriana P, Muste S, et al. Quality and textural properties evaluation of gluten-free biscuit developed from maize, rice, buckwheat, and soybean. *Scientific Study & Research. Chemistry & Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry*. 2022;23(4):295-305.
41. Dossa S, Dragomir C, Plustea L, et al. Gluten-free cookies enriched with Baobab flour (*Adansonia digitata* L.) and Buckwheat flour (*Fagopyrum esculentum*). *Applied Sciences*. 2023;13:12908. DOI: 10.3390/app132312908. EDN: QMCAZL.
42. Gogoi M, Barooah MS, Bordoloi P, et al. Physical and textural properties of gluten free biscuits containing rice flour, soya flour and buckwheat flour. *Asian Journal of Dairy and Food Research*. 2022;42(3):498-402. DOI: 10.18805/ajdfr.DR-1666. EDN: OGOIRQ.
43. Alifakı Ö, Şakıyan Ö, İsci A. Investigation of dielectric properties, total phenolic content and optimum formulation of microwave baked gluten-free cakes. *Journal of Food Science and Technology*. 2019;56(3). DOI: 10.1007/s13197-019-03647-3. EDN: JEHTUA.
44. Grachev VI, Reznichenko IYu, Aleshina YuA. Bezglyutenovye vafli i sposob ih polucheniya. Patent № 2520147 C1 RF, MPK A21D 13/08. 20.06.2014. EDN: MPIALB.
45. Reznichenko IYu, Ivanec GE, Aleshina YuA. Obosnovanie receptury i tovarovednaya ocenka vafel' specializirovannogo naznacheniya. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevyh proizvodstv*. 2013;1:138A-142. (In Russ.).

46. Abid J, Yousaf S, Siddiqui N, et al. Quality characteristics and storage stability of gluten-free cupcakes made of buckwheat and rice flour. *Carpathian Journal of Food Science and Technology*. 2024;16 (1):62-72. DOI: 10.34302/crpjfst/2024.16.1.6. EDN: RFZZFG.
47. Sidorenko GA, Popov VP, Medvedev PV, et al. Research of technology gluten-free muffin production with using electriccontact baking method. *Khleboprodukt*. 2021;(12):53-57. (In Russ.). DOI: 10.32462/0235-2508-2021-30-12-53-57. EDN: MXDJNE.
48. Urubkov SA, Khovanskaya SS, Smirnov SO. The content of certain minerals and trace elements in products made from amaranth and buckwheat flour for children with gluten intolerance. *Vopr. det. dietol. (Pediatric Nutrition)*. 2020;18(5):49-53. DOI: 10.20953/1727-5784-2020-5-49-53. EDN: WCCBND.
49. Zhamel A, Iskakova GK, Izembayeva AK, et al. A Rationale for the use of buckwheat and corn flour in the technology of gluten-free pasta. *Agrarian science*. 2023;(5):93-97. (In Russ.). DOI: 10.32634/0869-8155-2023-370-5-93-97. EDN: JDJXOQ.
50. Paveleva EG, Reznichenko IY. Development and quality evaluation of instant noodles for specialized purpose. *Bulletin of KSAU*. 2023;(8):249-256. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2023-8-249-256. EDN: FRWPYY.
51. Zhao C, Zhou J, Zhang Z, et al. Effects of different adzuki bean flour additions on structural and functional characteristics of extruded buckwheat noodles. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2024;105:1032-1043. DOI: 10.1002/jsfa.13894. EDN: ZOYRSM.
52. Kabylda AI. Study of the amino acid composition of gluten-free pasta based on buckwheat flour. *Food Processing Industry*. 2023;(6):18-20. DOI: 10.52653/PPI.2023.6.6.005. EDN: TUNDPR.
53. Calmas V, Tabunscic O, Fedorciucova S. The study on gluten-free pasta made from amaranth, buckwheat and sorghum flour. In: *The 8th International Conference "Management Strategies and Policies in the Contemporary Economy"*. 2023. P. 243–254. DOI: 10.53486/icspm2023.37.
54. Gao L, Cheng W, Fu M, et al. Effect of improved extrusion cooking technology modified buckwheat flour on whole buckwheat dough and noodle quality. *Food Structure*. 2021;31:100248. DOI: 10.1016/j.foostr.2021.100248. EDN: VAHIEI.
55. Tipsina NN, Blagodarnova GV, Tumanova AE. Increasing the nutritional value of pasta products when using buckwheat, rice flour. *Пищевая промышленность*. 2021;(3):23-26. DOI: 10.24412/0235-2486-2021-3-0023. EDN: JTLIVX.
56. Okolelov MS. The Use of Processing Aids to Control the Water-Binding Properties of Flour Mixtures from Buckwheat Flour. *Health, Food & Biotechnology*. 2021;3(3). (In Russ.). DOI: 10.36107/hfb.2021.i3.s123. EDN: CZRCCU.
57. Doroshkevich VV, Petrova EI, Barabanova EB. Ispol'zovanie netra-dicionnogo syr'ya v proizvodstve muchnykh konditerskikh izdelij. *Aktual'nye voprosy sovershenstvovaniya tekhnologii proizvodstva i pererabotki produkci sel'skogo hozyajstva*. 2019;(21):170-172.

Статья принята к публикации 31.03.2025 / The article accepted for publication 31.03.2025.

Информация об авторах:

Татьяна Александровна Мирошина¹, доцент кафедры педагогических технологий, кандидат педагогических наук, доцент

Ирина Юрьевна Резниченко², профессор кафедры биотехнологий и производства продуктов питания, доктор технических наук

Information about the authors:

Tatyana Aleksandrovna Miroshina¹, Associate Professor at the Department of Pedagogical Technologies, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor

Irina Yuryevna Reznichenko², Professor at the Department of Biotechnology and Food Production, Doctor of Technical Sciences

