

Обзорная статья/Review Article

УДК 664.681

DOI: 10.36718/1819-4036-2024-6-212-219

Ирина Юрьевна Резниченко<sup>1</sup>, Татьяна Александровна Мирошина<sup>2</sup>✉

<sup>1,2</sup>Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия, Кемерово, Россия

<sup>1</sup>irina.reznichenko@gmail.com

<sup>2</sup>intermir42@mail.ru

## СОВРЕМЕННЫЕ ВИДЫ БЕЗГЛЮТЕНОВОГО СЫРЬЯ: ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Цель исследования – выявление новых технологических решений в области разработки мучных кондитерских изделий. Развитие ассортимента продукции специализированного назначения в условиях санкционных ограничений имеет особое значение. Мучные кондитерские изделия, включающие в себя различные виды печенья, вафель, кексов, тортов, занимают определенное место в рационе и пользуются неизменным потребительским спросом, в связи с чем разработка новых составов и технологий продукции без глютена является актуальным направлением исследований. В работе приведены систематизированные данные о современных тенденциях в области разработки мучных кондитерских изделий без глютена с точки зрения состава, приготовления, свойств, качества готовых продуктов и их пищевой ценности. Обсуждаются функциональные ингредиенты, такие как белки, пищевые волокна, минорные соединения, используемые для улучшения свойств продукта, в том числе сенсорного профиля. При выполнении исследований опирались на методы поиска, анализа и систематизации научных статей и материалов в электронных базах данных Google Scholar, PubMed, Science Direct, Scopus, eLibrary.ru, в которых рассматриваются современные тенденции развития технологий в области мучных кондитерских изделий не содержащих глютен. Поиск проводили за последние пять лет. Выявлены новые подходы к современным технологиям проектирования безглютеновых мучных кондитерских изделий; основные виды муки, применяемые в производстве; виды дополнительного сырья для обеспечения сенсорных характеристик и повышения пищевой ценности готовой продукции. Установлено, что большая часть статей о безглютеновых изделиях включает сенсорный анализ. Практическая значимость работы заключается в помощи ученым и производителям для определения текущих тенденций и перспективных направлений исследований в области разработки продукции специализированной направленности.

**Ключевые слова:** безглютеновые виды муки, мучные кондитерские изделия, новое сырье, технологии, составы, функциональная направленность, перспективы

**Для цитирования:** Резниченко И.Ю., Мирошина Т.А. Современные виды безглютенового сырья: перспективы применения в технологии мучных кондитерских изделий // Вестник КрасГАУ. 2024. № 6. С. 212–219. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-6-212-219.

Irina Yuryevna Reznichenko<sup>1</sup>, Tatyana Aleksandrovna Miroshina<sup>2</sup>✉

<sup>1,2</sup>Kuzbass State Agricultural Academy, Kemerovo, Russia

<sup>1</sup>irina.reznichenko@gmail.com

<sup>2</sup>intermir42@mail.ru

## MODERN TYPES OF GLUTEN-FREE RAW MATERIALS: APPLICATION PROSPECTS IN FLOUR CONFECTIONERY PRODUCTS TECHNOLOGY

*The purpose of the study is to identify new technological solutions in the field of flour confectionery development. The growth of a range of specialized products under sanction restrictions is of particular importance. Flour confectionery products, including various types of cookies, wafers, muffins, cakes, occupy a certain place in the diet and are in constant consumer demand, and therefore the development of new compositions and technologies for gluten-free products is a relevant area of research. The work provides systematized data on modern trends in the development of gluten-free flour confectionery products in terms of composition, preparation, properties, quality of finished products and their nutritional value. Functional ingredients such as proteins, dietary fiber, minor compounds used to improve product properties, including sensory profile, are discussed. Research was based on the methods of searching, analyzing and systematizing scientific papers and materials in the electronic databases Google Scholar, PubMed, Science Direct, Scopus, eLibrary.ru, which consider modern trends in the development of technologies in the field of gluten-free flour confectionery products. The search was conducted over the past five years. New approaches to modern technologies for designing gluten-free flour confectionery products; the main types of flour used in production; types of additional raw materials to ensure sensory characteristics and increase the nutritional value of finished products were identified. It has been established that most papers on gluten-free products include sensory analysis. The practical significance of the work lies in helping scientists and manufacturers to determine current trends and promising areas of research in the field of developing specialized products.*

**Keywords:** *gluten-free flours, flour confectionery products, new raw materials, technologies, compositions, functional orientation, prospects*

**For citation:** *Reznichenko I.Yu., Miroshina T.A. Modern types of gluten-free raw materials: application prospects in flour confectionery products technology // Bulliten KrasSAU. 2024;(6): 212–219 (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2024-6-212-219.*

**Введение.** Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации отражает основные направления государственной политики, связанные с обеспечением продовольственной независимости, экономической доступности пищевой продукции, соответствующей нормам рационального потребления и необходимой для активного и здорового образа жизни каждого гражданина страны, а также самообеспечения основными видами отечественного сельскохозяйственного сырья и продукции в условиях санкционных ограничений [1].

Одной из задач Стратегии национальной безопасности является обеспечение населения качественной и безопасной продукцией, в том числе специализированного назначения. Безглютеновые продукты питания относят к специализированным продуктам, которые не содержат в своем составе белок глютен и предназначены для людей с заболеванием целиакия. Однако в последнее время наблюдается тенденция потребления безглютеновых продуктов не только со стороны людей с чувствительностью к глютену, но и заботящихся о своем здо-

ровье и придерживающихся аглютеновой диеты. Потребительский рынок безглютеновых продуктов питания формировался за счет продуктов импортного и отечественного производства, в настоящее время решение проблемы импортозамещения связано с разработкой, производством и реализацией продуктов специализированной направленности отечественных производителей. Особую роль в формировании безглютенового рациона играют мучные кондитерские изделия как группа востребованных и конкурентоспособных ассортиментных позиций в структуре мучных изделий.

**Цель исследования** – выявление новых технологических решений в области разработки мучных кондитерских изделий.

**Задачи:** анализ и систематизация данных по сырьевым компонентам изделий, новым технологическим решениям; применения нового безглютенового сырья и функциональных ингредиентов, используемых для улучшения характеристик продукта для обоснования дальнейших исследований по теме.

**Материалы и методы.** В данной статье рассматриваются различные мучные кондитерские изделия, не содержащие глютен, с точки зрения состава основного сырья, технологии приготовления, свойств теста, качества готовых изделий, пищевой ценности. Уделено внимание новым направлениям разработки безглютеновых мучных кондитерских изделий в нашей стране и за рубежом. При выполнении работы опирались на методы поиска, анализа и систематизации научных статей и материалов в электронных базах данных Google Scholar, PubMed, Science Direct, Scopus, eLibrary.ru, в которых рассматриваются современные тенденции развития технологий в области мучных кондитерских изделий, не содержащих глютен. Поиск осуществляли за последние пять лет по ключевым словам: безглютеновые продукты, безглютеновые мучные изделия, безглютеновые композиты мучных смесей.

**Результаты и их обсуждение.** Выявлен растущий спрос на безглютеновые мучные изделия со стороны потребителей, страдающих целиакией, чувствительных к глютену и заботящихся о своем здоровье, причем больший интерес вызывают безглютеновые кондитерские изделия, такие как печенье, бисквиты, торты, кексы, благодаря их удобству потребления, уникальному вкусу и текстуре, в связи с чем расширение ассортимента данных видов изделий является актуальным направлением [2–7].

Библиометрический анализ научной отечественной литературы по ключевым словам показал, что за последние пять лет опубликовано в национальной библиографической базе данных научного цитирования 76 публикаций, причем число публикаций из года в год увеличивается. Отмечен рост количества публикаций с одной-двух за 2010–2011 гг. до семнадцати за 2023 г. Всего за период с 2010 г. опубликовано 109 работ по безглютеновым продуктам, 25 по безглютеновым мучным кондитерским изделиям, 15 по безглютеновым кексам, 4 по безглютеновым мучным смесям с общим количеством цитирований 322, 71, 130, 13 соответственно. Анализ публикаций по теме в международной базе Scopus, проведенный группой ученых Национального университета Ан-Наджа [8], показал, что за период с 1952 по 2021 г. их количество составило 3 258, лидирующее место по доле публика-

ций занимала Италия (468), потом США (398) и Испания (274). Отмечен рост количества публикаций по теме с 2001 г. с 23 статей до 370. Данные свидетельствуют о повышенном интересе к теме разработки мучных кондитерских изделий, не содержащих глютен, а также к улучшению пищевой ценности и сенсорных критериев безглютеновых продуктов.

Анализ и систематизация полученных данных по сырьевым компонентам показывает, что основным видом используемой безглютеновой муки является рисовая, которая применяется в технологии печенья, кексов, тортов. Отмечено, что рисовая мука в рецептуре хорошо сочетается с такими видами аглютеновой муки, как льняная, конопляная, гречневая, кукурузная.

Предложена многокомпонентная мучная смесь для производства вафельного полуфабриката на основе рисовой, льняной и конопляной муки в различных соотношениях. Экспериментально показано, что концентрация гидроколлоидных и растворимых высокомолекулярных соединений в составе смеси способствует повышению стабильности эмульсии теста, а высокое содержание антиоксидантов обуславливает ингибирование окислительных процессов во время хранения [9]. Научно обоснован состав мучной смеси для производства песочного печенья на основе рисовой, кукурузной, нутовой муки и муки из зеленой гречихи [10]. Применение смеси позволяет получить изделие, богатое белком, что подтвердили исследования аминокислотного состава полученных изделий. Разработана и апробирована технология приготовления мучной смеси для производства круассанов из смеси муки рисовой, гречневой, льняной, миндальной и Теффа [11, 12]. Подобраны оптимальные соотношения рецептурных ингредиентов, технологические параметры смешивания для получения однородной смеси на барабанном смесителе.

Учитывая пищевую ценность рисовой муки, практическое отсутствие в ней незаменимых аминокислот, особое внимание уделено работам по улучшению качества и пищевой ценности изделий на основе рисовой муки, особенно в странах, где рис является основной культурой. Возможность повышения питательной ценности и придание функциональной направленности связаны с применением в рецептурах мучных

кондитерских изделий других растительных ингредиентов, богатых белками, жирами и другими биологически ценными компонентами [13]. Предложены рецептуры заварных полуфабрикатов и кексов на основе нутовой муки ультравысоочастотной обработки (80 %) совместно с рисовой мукой (15 %) и амарантовой (5 %). Добавление нутовой муки позволило увеличить долю лимитирующей аминокислоты лизина в 1,08 раза, аргинина в 1,97 раза, общую биологическую ценность в 1,5 раза по сравнению с изделием того же состава из необработанной нутовой муки [14].

Обоснованы рецептуры функциональных безглютеновых тортов путем замены части рисовой муки мукой из незрелой банановой кожуры. Апробированы рецептуры с заменой рисовой муки до 20 % мукой из банановой кожуры. Установлено, что замена 10 % рисовой муки позволяет получить изделие с хорошими сенсорными характеристиками, обогатить изделие пищевыми волокнами до 14 %. Показано, что активность обогащенных безглютеновых тортов по улавливанию радикалов 1,1-дифенил-2-пикрилгидразила (DPPH) увеличилась на 102–534 %, антиоксидантная сила, восстанавливающая железо, увеличилась на 29,6–143 % [15].

Исследовано влияние незрелой банановой муки на питательный профиль и функциональные свойства безглютенового печенья из сорго. Добавление банановой муки в количестве от 30 до 65 % в смесь из кунжутной и сорговой муки позволило разработать изделие с высокими сенсорными характеристиками, богатое пищевыми волокнами и белками. Установлены оптимальные соотношения используемых видов муки, показано, что доля кунжутной муки не должна превышать 5 % в смеси. Отмечено, что добавление банановой муки улучшило потенциал изготовления печенья из сорговой муки [16].

Определен оптимальный состав безглютенового торта, содержащего муку стручков фасоли (*Phaseolus vulgaris* L.) в качестве заменителя жира до 50 % и заменителя рисовой муки до 30 %. Применение муки из фасоли способствовало повышению антиоксидантной активности (1,93 мкмольТЕ/г), общего содержания фенолов (0,51 мг ГАЕ/г), белка (5,89 %), пищевых волокон (4,43 %) и показателей органолептической оценки. Оптимальная рецептура безглютеново-

го торта, приготовленная из порошка стручков фасоли с содержанием жира 27,88 % и заменителя рисовой муки 13,52 %, обеспечивает более высокий удельный объем, упругость, общее содержание фенолов, антиоксидантную активность и показатели органолептического анализа, а также более низкие показатели твердости и разжевываемости готового изделия [17].

Таким образом, рисовая мука является наиболее популярной безглютеновой мукой для применения в производстве мучных кондитерских изделий. Ее используют совместно с другими видами муки из злаковых культур, бобовых, растительных материалов для достижения оптимальных свойств теста, сенсорного качества готовых изделий и добавленной пищевой ценности.

Второй по значимости в технологиях безглютеновых мучных кондитерских изделий мукой является амарантовая мука, особенно популярная в последнее время.

Показана возможность применения смеси амарантовой муки и кукурузного крахмала в технологии песочных полуфабрикатов [5]. На основе определения качественных характеристик установлено количественное соотношение гречневой, амарантовой и льняной муки 60 : 30 : 10 в рецептуре пряников [18].

Предложен рецептурный состав кексов с применением амарантовой муки, муки из клубней чумы, морковного и яблочного порошков, смеси стевииозидов и изомальта. Добавление овощных порошков, муки земляного миндаля позволяет получить изделие, которое содержит все незаменимые аминокислоты. Подтверждена высокая степень сбалансированности аминокислотного состава белков безглютенового кекса, показано, что изделие обладает функциональной направленностью по содержанию фосфора, магния, селена, а для отдельных групп потребителей – по содержанию железа, кальция, калия [2]. Аналогичные данные получены другими учеными по исследованию качественных характеристик кексов на основе амарантовой муки [17, 19]. Амарантовая мука обладает противораковыми, антиоксидантными, противовоспалительными, гипохолестеринемическими, антидиабетическими и антигипертензивными свойствами, что делает ее привлекательной в качестве источника безглютенового сырья [20].

Также отмечены перспективы применения муки киноа и гречихи [21]. Гречиха содержит наиболее распространенные фенольные соединения рутина и эпикатехина, однако ее применение ограничено из-за сенсорных характеристик, в связи с чем ее доля в мучных кондитерских изделиях не превышает 50 %.

Предложены рецептуры печенья повышенной пищевой ценности на основе муки гречихи и баобаба. Сочетание муки гречневой (не более 20 %) и баобаба (не более 30%) в рецептуре позволило получить изделие с большим содержанием флавоноидов и антиоксидантной активностью. Содержание полифенолов составило  $(629,7 \pm 0,35)$  мг/100 г, повысилось содержание калия [22].

Из-за высокого содержания белка и клетчатки мука из бобовых рассматривается как альтернативное сырье для выпечки. Однако отмечено снижение сенсорных характеристик кондитерских изделий с применением муки из фасоли. Анализ качественных характеристик печенья на основе муки из шести различных сортов фасоли показал увеличение твердости изделия и появление темного цвета, а также снижение сенсорного профиля в отношении вкуса и аромата [23].

Однако некоторые виды бобовых показали свою эффективность в технологиях мучных изделий. Показана целесообразность применения чечевичной муки в технологии производства печенья. Исследования по оценке влияния замены сахара в рецептуре на мальтитол и инулин на физико-химические и сенсорные характеристики печенья, изготовленного на основе гречневой, сорговой и чечевичной муки, выявили, что изделие обладает хорошими вкусовыми характеристиками. При этом использование сахарозаменителей способствовало снижению высвобождения глюкозы *in vitro* и прогнозируемого гликемического индекса (pGI) со значениями, снижающимися с 84 до 67 [24].

Показано повышение доли белка и пищевых волокон в безглютеновом печенье при использовании конжаковой муки, клубней *Canavalia ensiformis*, фасоли и плодов дракона (Питахайя). Пропорции конжаковой муки к муке фасоли составляли 80 : 20, 70 : 30 и 60 : 40, доля плодов дракона составляла 10, 20 и 30 % [25]. Проведенные исследования показали возможность улучшения сенсорных критериев изделий с

применением муки из фасоли за счет добавления других растительных компонентов.

Показан потенциал использования масла ши и муки из сладкого картофеля в технологии безглютенового печенья, при этом масло ши играет роль шортенинга. Замена 100 % маргарина на масло ши привело к снижению массовой доли жира, повышению сенсорных характеристик: аромата, текстуры, хрупкости. Выявлено, что физико-химические показатели оставались в пределах нормируемых значений, пищевая ценность повысилась благодаря увеличению массовой доли белка (до 3 %), пищевых волокон (до 2,5 %) [26].

**Заключение.** Таким образом, текущий обзор показал подходы к современным технологиям проектирования безглютеновых мучных кондитерских изделий, выявил основные виды муки, применяемой в производстве, виды дополнительного сырья, которое играет роль не только в обеспечении сенсорных характеристик, но и повышении пищевой ценности готовой продукции. Установлено, что большая часть статей о безглютеновых изделиях включает сенсорный анализ, что свидетельствует о направленности на удовлетворение потребительских вкусовых предпочтений [27]. Собранная информация необходима для помощи ученым и производственникам для определения текущих тенденций и перспективных направлений исследований в области разработки продукции специализированной направленности.

#### Список источников

1. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации. М.: Росинформагротех, 2020. 26 с.
2. Разработка технологии и оценка эффективности нового продукта – функционального безглютенового кекса / И.М. Жаркова [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. 2020. № 1. С. 70–85. DOI: 10.36107/srfr.2020.215.
3. Козубаева Л.А., Кузьмина С.С. Современные тенденции формирования ассортимента безглютеновых мучных кондитерских изделий // Ползуновский вестник. 2022. № 1. С. 57–67.
4. Кузьмина С.С., Козубаева Л.А., Егорова Е.Ю. Управление реологическими свойствами теста для обеспечения качества безглюте-

- нового печенья // Ползуновский вестник. 2023. № 2. С. 60–66. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2023.02.008.
5. Технология мучных кондитерских изделий для людей с нарушением метаболизма глютена / И.А. Никитин [и др.] // Хлебопродукты. 2019. № 3. С. 53–56.
  6. 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. 138–142.
  7. Advanced properties of gluten-free cookies, cakes, and crackers: A review / X. Jingwen [et al.] // Trends in Food Science & Technology. 2020. Vol. 103. DOI: 10.1016/j.tifs.2020.07.017.
  8. Mapping the knowledge structure of a gluten-free diet: a global perspective / S. Zyoud [et al.] // Translational Medicine Communications. 2023. № 8. DOI: 10.1186/s41231-023-00152-w.
  9. Меренкова С.П., Щевьева К.В. Технологические аспекты применения безглютеновых многокомпонентных мучных смесей // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Сер. «Пищевые и биотехнологии». 2022. Т. 10, № 3. С. 35–45. DOI: 10.14529/food220304.
  10. Санжаровская Н.С., Храпко О.П., Коломиец В.И. Разработка безглютенового печенья с улучшенными потребительскими свойствами // Ползуновский вестник. 2021. № 3. С. 61–67. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.03.008.
  11. Определение рациональных технологических параметров работы барабанного смесителя непрерывного действия при получении безглютеновой мучной смеси / И.Ю. Резниченко [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. 2020. № 4. С. 152–165. DOI: 10.36107/spfp.2020.237.
  12. Резниченко И.Ю., Бородулин Д.М., Пикулина Н.С. Разработка рецептуры и оценка качества безглютенового мучного изделия // Ползуновский вестник. 2020. № 2. С. 82–86. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2020.02.016.
  13. Park J., Kim Hong-Sik. (2023). Rice-Based Gluten-Free Foods and Technologies: A Review // Foods. 12. 4110. DOI: 10.3390/foods12224110.
  14. Development of the recipe composition of gluten-free flour confectionery products based on chickpea flour / S. Zyoud [et al.] // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2022. № 6. P. 109–125. DOI: 10.15587/1729-4061.2022.269397.
  15. Türker B., Savlak N. Gluten-free cake with unripe banana peel flour substitution: impact on nutritional, functional and sensorial properties // Nutrition & Food Science. 2022. № 52. P. 980–995. DOI: 10.1108/NFS-08-2021-0259.
  16. Ayo-Omogie H. Unripe banana and defatted sesame seed flours improve nutritional profile, dietary fibre and functional properties of gluten-free sorghum cookies // Food Production, Processing and Nutrition. 2023. № 5. DOI: 10.1186/s43014-023-00147-y.
  17. Dadali C. Valorization of kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.) pod powder: Multifactorial optimization of gluten-free cake // Food Science & Nutrition. 2023. DOI: 10.1002/fsn3.3813.
  18. Никитин И.А., Никитина М.А., Семенкина Н.Г. Органолептическая оценка качества безглютеновых пряников на основе метода анализа иерархий // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2019. № 2 (55). С. 78–86.
  19. Егорова Е.Ю., Резниченко И.Ю. Обоснование применения амарантовой муки для разработки пищевых концентратов – полуфабрикатов безглютеновых кексов // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2018. № 2 (49). С. 30–38. EDN XPUKVV.
  20. Glutensiz Gıda Kaynağı Olarak Tahıl Benzeri Tohumlar / Ö. Mehmet [et al.] // Cereal-Like Seeds as A Source of Gluten-Free Food. 2022.
  21. Rai S., Kaur A., Chopra C. Gluten-Free Products for Celiac Susceptible People // Frontiers in Nutrition. 2018. 5:116. DOI: 10.3389/fnut.2018.00116.
  22. Gluten-Free Cookies Enriched with Baobab Flour (*Adansonia digitata* L.) and Buckwheat Flour (*Fagopyrum esculentum*) / S. Dossa [et al.] // Applied Sciences. 2018. 13:12908. DOI: 10.3390/app132312908.
  23. Schmelter L., Rohm H., Struck S. Gluten-free bakery products: Cookies made from different Vicia faba bean varieties // Future Foods. 2021. 4:100038. DOI: 10.1016/j.fufo.2021.100038.
  24. Formulation of gluten-free biscuits with reduced glycaemic index: Focus on in vitro glucose re-

- lease, physical and sensory properties / *M. Di Cairano [et al.] // LWT. 2021. 154:112654. DOI: 10.1016/j.lwt.2021.112654.*
25. *Nurfirdausi A., Aini N., Dwiyantri H., Characteristics of gluten-free cookies from konjac, jack beans and dragon fruit (Hylocereus undatus) // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2023. 1200. 012025. DOI: 10.1088/1755-1315/1200/1/012025.*
  26. *Osunrinade O., Phillips A., Alabi A. Physical properties, proximate composition and sensory acceptability of gluten-free cookies from sweet potato using shea butter as shortening // Acta Periodica Technologica. 2023. P. 165–175. DOI: 10.2298/APT2354165O.*
  27. *Current status and future prospects of sensory and consumer research approaches to gluten-free bakery and pasta products / V. Capriles [et al.] // Food Research International. 2023. 173:113389. DOI: 10.1016/j.foodres.2023.113389.*
  7. *Advanced properties of gluten-free cookies, cakes, and crackers: A review / X. Jingwen [et al.] // Trends in Food Science & Technology. 2020. Vol. 103. DOI: 10.1016/j.tifs.2020.07.017.*
  8. *Mapping the knowledge structure of a gluten-free diet: a global perspective / S. Zyoud [et al.] // Translational Medicine Communications. 2023. № 8. DOI: 10.1186/s41231-023-00152-w.*
  9. *Merenkova S.P., Schev'eva K.V. Tehnologicheskie aspekty primeneniya bezglyutenovykh mnogokomponentnykh muchnykh smesey // Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. «Pischevye i biotekhnologii». 2022. T. 10, № 3. S. 35–45. DOI: 10.14529/food220304.*
  10. *Sanzharovskaya N.S., Hrapko O.P., Kolo-miec V.I. Razrabotka bezglyutenovogo pechen'ya s uluchshennymi potrebitel'skimi svojstvami // Polzunovskij vestnik. 2021. № 3. S. 61–67. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.03.008.*
  11. *Opreделение racional'nykh tehnologicheskikh parametrov raboty barabannogo smesitelya nepreryvnogo dejstviya pri poluchenii bezglyutenovoj muchnoj smesi / I.Yu. Reznichenko [i dr.] // Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ya. 2020. № 4. S. 152–165. DOI: 10.36107/spfp.2020.237.*
  12. *Reznichenko I.Yu., Borodulin D.M., Pikulina N.S. Razrabotka receptury i ocenka kachestva bezglyutenovogo muchnogo izdeliya // Polzunovskij vestnik. 2020. № 2. S. 82–86. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2020.02.016.*
  13. *Park J., Kim Hong-Sik. (2023). Rice-Based Gluten-Free Foods and Technologies: A Review // Foods. 12. 4110. DOI: 10.3390/foods12224110.*
  14. *Development of the recipe composition of gluten-free flour confectionery products based on chickpea flour / S. Zyoud [et al.] // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2022. № 6. P. 109–125. DOI: 10.15587/1729-4061.2022.269397.*
  15. *Türker B., Savlak N. Gluten-free cake with unripe banana peel flour substitution: impact on nutritional, functional and sensorial properties // Nutrition & Food Science. 2022. № 52. P. 980–995. DOI: 10.1108/NFS-08-2021-0259.*
  16. *Ayo-Omogie H. Unripe banana and defatted sesame seed flours improve nutritional profile,*

### References

1. *Doktrina prodovol'stvennoj bezopasnosti Rossijskoj Federacii. M.: Rosinformagroteh, 2020. 26 s.*
2. *Razrabotka tehnologii i ocenka `effektivnosti novogo produkta – funkcional'nogo bezglyutenovogo kekxa / I.M. Zharkova [i dr.] // Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ya. 2020. № 1. S. 70–85. DOI: 10.36107/spfp.2020.215.*
3. *Kozubaeva L.A., Kuz'mina S.S. Sovremennye tendencii formirovaniya assortimenta bezglyutenovykh muchnykh konditerskih izdelij // Polzunovskij vestnik. 2022. № 1. S. 57–67.*
4. *Kuz'mina S.S., Kozubaeva L.A., Egorova E.Yu. Upravlenie reologicheskimi svojstvami testa dlya obespecheniya kachestva bezglyutenovogo pechen'ya // Polzunovskij vestnik. 2023. № 2. S. 60–66. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2023.02.008.*
5. *Tehnologiya muchnykh konditerskih izdelij dlya lyudej s narusheniem metabolizma glyutena / I.A. Nikitin [i dr.] // Hleboprodukty. 2019. № 3. S. 53–56.*
6. *Reznichenko I.Yu., Ivanec G.E., Aleshina Yu.A. Obosnovanie receptury i tovarovednaya ocenka vafel' specializirovannogo naznacheniya // Tehnika i tehnologiya pischevykh proizvodstv. 2013. № 1 (28). S. 138–142.*

- dietary fibre and functional properties of gluten-free sorghum cookies // Food Production, Processing and Nutrition. 2023. № 5. DOI: 10.1186/s43014-023-00147-y.
17. *Dadali C.* Valorization of kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.) pod powder: Multifactorial optimization of gluten-free cake // Food Science & Nutrition. 2023. DOI: 10.1002/fsn3.3813.
  18. *Nikitin I.A., Nikitina M.A., Semenkina N.G.* Organolepticheskaya ocenka kachestva bezglyutenovykh pryantikov na osnove metoda analiza ierarhij // Tehnologiya i tovarovedenie innovacionnykh pischevykh produktov. 2019. № 2 (55). S. 78–86.
  19. *Egorova E.Yu., Reznichenko I.Yu.* Obosnovanie primeneniya amarantovoj muki dlya razrabotki pischevykh koncentratov – polufabrikatov bezglyutenovykh keksov // Tehnologiya i tovarovedenie innovacionnykh pischevykh produktov. 2018. № 2 (49). S. 30–38. EDN XPUKVV.
  20. *Glutensiz Gıda Kaynağı Olarak Tahıl Benzeri Tohumlar / Ö. Mehmet [et al.] // Cereal-Like Seeds as A Source of Gluten-Free Food. 2022.*
  21. *Rai S., Kaur A., Chopra C.* Gluten-Free Products for Celiac Susceptible People // Frontiers in Nutrition. 2018. 5:116. DOI: 10.3389/fnut.2018.00116.
  22. *Gluten-Free Cookies Enriched with Baobab Flour (Adansonia digitata L.) and Buckwheat Flour (Fagopyrum esculentum) / S. Dossa [et al.] // Applied Sciences. 2018. 13:12908. DOI: 10.3390/app132312908.*
  23. *Schmelter L., Rohm H., Struck S.* Gluten-free bakery products: Cookies made from different Vicia faba bean varieties // Future Foods. 2021. 4:100038. DOI: 10.1016/j.fufo.2021.100038.
  24. *Formulation of gluten-free biscuits with reduced glycaemic index: Focus on in vitro glucose release, physical and sensory properties / M. Di Cairano [et al.] // LWT. 2021. 154:112654. DOI: 10.1016/j.lwt.2021.112654.*
  25. *Nurfirdausi A., Aini N., Dwiyantri H.,* Characteristics of gluten-free cookies from konjac, jack beans and dragon fruit (*Hylocereus undatus*) // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2023. 1200. 012025. DOI: 10.1088/1755-1315/1200/1/012025.
  26. *Osunrinade O., Phillips A., Alabi A.* Physical properties, proximate composition and sensory acceptability of gluten-free cookies from sweet potato using shea butter as shortening // Acta Periodica Technologica. 2023. P. 165–175. DOI: 10.2298/APT2354165O.
  27. *Current status and future prospects of sensory and consumer research approaches to gluten-free bakery and pasta products / V. Capriles [et al.] // Food Research International. 2023. 173:113389. DOI: 10.1016/j.foodres.2023.113389.*

Статья принята к публикации 11.01.2024 / The article accepted for publication 11.01.2024.

Информация об авторах:

**Ирина Юрьевна Резниченко**<sup>1</sup>, профессор кафедры биотехнологий и производства продуктов питания, доктор технических наук, профессор

**Татьяна Александровна Мирошина**<sup>2</sup>, доцент кафедры педагогических технологий, кандидат педагогических наук, доцент

Information about the authors:

**Irina Yuryevna Reznichenko**<sup>1</sup>, Professor at the Department of Biotechnology and Food Production, Doctor of Technical Sciences, Professor

**Tatyana Aleksandrovna Miroshina**<sup>2</sup>, Associate Professor at the Department of Pedagogical Technologies, Candidate of Pedagogical Sciences, Docent

