

УДК 664.78

Показатели качества и безопасности нетрадиционных видов муки для производства безглютеновых макаронных изделий

А. Б. Абуова¹, Н. Ж. Муслимов², А. И. Кабылда²

¹ Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности

² Казахский научно-исследовательский институт пищевой и перерабатывающей промышленности

КОРРЕСПОНДЕНЦИЯ:

Абуова Алтынай Бурхатовна

Адрес: 050060, Республика Казахстан, КазАлматы, ул. Гагарина, 238Г
E-mail: a.abuova@rpf.kz

ЗАЯВЛЕНИЕ О ДОСТУПНОСТИ ДАННЫХ:

данные текущего исследования доступны по запросу у корреспондирующего автора.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Абуова, А. Б., Муслимов, Н. Ж., & Кабылда, А. И. (2022). Показатели качества и безопасности нетрадиционных видов муки для производства безглютеновых макаронных изделий. *Хранение и переработка сельхозсырья*, (3), 40-55. <https://doi.org/10.36107/spfp.2022.345>

ПОСТУПИЛА: 15.07.2022

ПРИНЯТА: 21.08.2022

ОПУБЛИКОВАНА: 30.09.2022

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ: авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов



АННОТАЦИЯ

Введение. По данным ВОЗ, ежегодно до 30% населения промышленно развитых стран страдает болезнями пищевого происхождения. Научной основой современной стратегии производства безглютеновых продуктов питания служит изыскание новых ресурсов, обеспечивающих оптимальное для организма больных целиакией соотношение питательных элементов, в то же время безопасных пищевых продуктов.

Цель. Изучить показатели качества и безопасности нетрадиционных видов муки из казахстанского сырья для производства безглютеновых макаронных изделий.

Материалы и методы. Объектами представленных исследований служили рисовая, гречневая, кукурузная, нутовая виды муки, полученные из казахстанского сырья: риса (Кызылординская область), гречихи (Павлодарская область), кукурузы (из Алматинской области) и нута. На первом этапе исследований определили физико-химических показатели качества и микробиологические показатели безопасности безглютеновых видов сырья для производства безглютеновых макаронных изделий российских и казахстанских производителей. На втором этапе исследований получены экспериментальные образцы безглютеновых макаронных изделий с использованием гречневой, кукурузной и рисовой муки и определены физико-химические и микробиологические показатели полученных новых безглютеновых макаронных изделий.

Результаты. В Казахстане есть возможность возделывания сельскохозяйственных культур, не содержащих глютен. В Республике Казахстан рис возделываются в Кызылординской, Туркестанской и Алматинской областях и на 2020 год засеяно 230 тысяч гектаров, при средней урожайности 61,8 ц/га валовый сбор составил 551 тыс тонн, при внутреннем спросе 133 тыс. тонн. Из Казахстана 35-38 процентов из 551 тыс тонн риса экспортируется в качестве сырья.

Выводы. По результатам проведенных исследований разработан технология безглютеновой муки и макаронных изделий с использованием сырья Республики Казахстан из смеси гречневой муки и кукурузной муки, а также смеси кукурузной и рисовой муки, которые по физико-химическим, микробиологическим и показателям безопасности соответствуют действующим нормативным документам и имеют хороший товарный вид. Результаты исследований имеют мультипликативный эффект: спрос на безглютеновые виды муки приведет к диверсификации растениеводства и к увеличению посевных площадей риса кукурузы, проса, масличных и бобовых культур и возрождению новых перерабатывающих предприятий различной мощности.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

показатели качества и безопасности, рисовая, кукурузная и гречневая виды муки, безглютеновые макаронные изделия

Quality and Safety Indicators of Non-Traditional Types of Flour for the Production of Gluten-Free Pasta

Altyнай B. Abuova¹, Nurzhan Zh. Muslimov², Anar I. Kabylda²

¹ Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry

² Kazakh Research Institute of Food and Processing Industry

CORRESPONDENCE:

Altyнай B. Abuova
050060, Republic of Kazakhstan,
KazAlmaty, st. Gagarin, 238G
E-mail: a.abuova@rpf.kz

FOR CITATIONS:

Abuova, A. B., Muslimov, N. Z., & Kabylda, A. I. (2022). Quality and safety indicators of non-traditional types of flour for the production of gluten-free pasta. *Storage and Processing of Farm Products*, (3), 40-22. <https://doi.org/10.36107/spfp.2022.345>

RECEIVED: 15.07.2022

ACCEPTED: 21.08.2022

PUBLISHED: 30.09.2022

DECLARATION OF COMPETING

INTEREST: none declared.



ABSTRACT

Background. According to WHO, every year up to 30% of the population of industrialized countries suffer from foodborne diseases. The scientific basis of the modern strategy for the production of gluten-free food products is the search for new resources that provide the optimal ratio of nutrients for the body of patients with celiac disease, at the same time, safe foods.

Purpose. To study the quality and safety indicators of non-traditional types of flour from Kazakh raw materials for the production of gluten-free pasta.

Materials and Methods. The objects of the presented studies were rice, buckwheat, corn, chickpea types of flour obtained from Kazakh raw materials: rice (Kyzylorda region), buckwheat (Pavlodar region), corn (from Almaty region) and chickpeas. At the first stage of research, the physicochemical quality indicators and microbiological safety indicators of gluten-free types of raw materials for the production of gluten-free pasta of Russian and Kazakhstani manufacturers were determined. At the second stage of the research, experimental samples of gluten-free pasta were obtained using buckwheat, corn and rice flour and the physicochemical and microbiological parameters of the obtained new gluten-free pasta were determined.

Results. In Kazakhstan, there is the possibility of cultivating agricultural crops. gluten free crops. In the Republic of Kazakhstan, rice is cultivated in the Kyzylorda, Turkestan and Almaty regions, and 230 thousand hectares have been sown for 2020, with an average yield of 61.8 kg/ha, the gross harvest amounted to 551 thousand tons, with domestic demand 133 thousand tons. From Kazakhstan, 35–38 percent of the 551 thousand tons of rice is exported as a raw material.

Conclusions. Based on the results of the research, a technology has been developed for gluten-free flour and pasta using raw materials from the Republic of Kazakhstan from a mixture of buckwheat flour and corn flour, as well as a mixture of corn and rice flour, which, in terms of physicochemical, microbiological and safety indicators, comply with the current regulatory documents and have a good commercial view. The results of the research have a multiplier effect: the demand for gluten-free flours will lead to the diversification of crop production and to an increase in the acreage of rice, corn, millet, oilseeds and legumes and the revival of new processing enterprises of various capacities.

KEYWORDS

quality and safety indicators, rice, corn and buckwheat flours, gluten-free pasta

ВВЕДЕНИЕ

По данным ВОЗ, ежегодно до 30% населения промышленно развитых стран страдает болезнями пищевого происхождения (Бавыкина и соавт., 2018). Научной основой современной стратегии производства безглютеновых продуктов питания служит изыскание новых ресурсов, обеспечивающих оптимальное для организма больных целиакией соотношение питательных элементов, в то же время безопасных пищевых продуктов (Ботбаева и соавт., 2018, Жаркова и соавт., 2020; Попов и соавт., 2021; Рыбенко и соавт., 2021).

Исследование безопасности сырья для производства безглютеновых пищевых продуктов необходимо для лечения и профилактики заболеваний, как целиакия, нецелиакичная неаллергическая чувствительность. Целиакия-глютеносенситивная энтеропатия — мультифакториальное заболевание, которое встречается у каждого из 100 человек, и основное количество выявлено в странах Азии (Изтаев & Исакова, 2015). В Республике Казахстан (РК) на 2021 год зарегистрировано более 4700 человек с диагнозом «целиакия» и эта цифра возрастает с каждым годом (Шаймерденова и соавт., 2020). В Казахстане лица с диагнозом «целиакия» нуждаются в продуктах питания местного производства. Причиной данного заболевания является глютен (Гапонова и соавт., 2014). Потребление глютеносодержащих зерновых культур, таких как пшеница, рожь, спельта и ячмень вызывает воспаление тонкого кишечника. Единственным лечением целиакии является пожизненное, непрерывное соблюдение аглютеновой диеты (необходимо избегать продуктов из пшеницы, ржи и ячменя). На нетрадиционные виды муки для производства безглютеновых пищевых продуктов, как рисовая, кукурузная, гречневая, нутовая, амарантовая, льняная, полбяная, растет спрос и среди приверженцев здорового образа жизни (Жаркова и соавт., 2019; Гарькина и соавт., 2020; Корнева и соавт., 2020; Дмитриева и соавт., 2021; Плотникова и соавт., 2021).

В Казахстан безглютеновые продукты питания в основном поставляются из Италии, Польши, Германии (бренды Gullon, Vaiviten, Schar) по цене в 10–12 раз дороже, чем обычные аналоги. Из Турции завозятся макаронные изделия (AREN). В России активизируются производители: Гарнец, Диетика, Di&Di, Foodcode, однако ассортимент и объем продукции небольшой. Безглютеновые макаронные

изделия представлены в основном из кукурузной муки (GARNEC, Mac Master), из амарантовой муки Di&Di, MAKFA. Приобрести безглютеновую продукцию можно только в крупных гипермаркетах или интернет-магазинах, что весьма затруднительно для жителей небольших населенных пунктов РК. Таким образом, для родителей маленьких детей и взрослых с диагнозом целиакия рациональнее купить большую партию готовой отечественной безглютеновой мучной смеси и готовить еду дома. Поэтому оценка показателей безопасности и качества нетрадиционных видов муки, как сырья для приготовления безглютеновых продуктов питания актуальна и необходима для каждой страны (Giuberti et al., 2017; Терновской и соавт., 2017; Giuberti, & Gallo 2018; Щеколдина, 2019; Дмитриева и соавт., 2021; Стрелкова и соавт., 2021).

Казахстан обладает огромными экологически чистыми территориями, выращиваются и экспортируются рис, кукуруза, просо и дальнейшая их переработка в муку способствовала бы диверсификации растениеводства и решению актуальных задач социально-экономического и научно-технического развития. Казахские ученые разработали новые технологии использования нетрадиционных видов муки при производстве хлеба, кондитерских, макаронных изделий и статистический анализ для определения спроса населения на безглютеновые продукты питания (Изтаев & Исакова, 2014; Шаймерденова и соавт., 2020; Шаншарова и соавт., 2020; Абуова и соавт., 2021).

В России разработали способы получения амарантовой, полбяной и гречневой безглютеновых видов муки, которые можно использовать для приготовления различных безглютеновых пищевых продуктов (Шаршунов и соавт., 2019; Урубков и соавт., 2020; Кирдяшкин и соавт., 2020; Тиунов и соавт., 2020; Кадникова и соавт., 2021). В Российской Федерации разработаны технологии безглютеновых мучных кондитерских изделий на основе крахмалосодержащего сырья и технологий производства функциональных макаронных изделий из муки нетрадиционного растительного сырья значительный (Коломникова и соавт., 2016; Масалова & Оботурова, 2016; Никитин и соавт., 2016; Корнева и соавт., 2020; Плотникова и соавт., 2021; Никонорова и соавт., 2022).

Ученые Саратовского ГАУ провели маркетинговое исследование рынка безглютеновых продуктов

питания в Саратовской области. В результате полученных данных было установлено, что безглютеновые продукты питания в основном поставляются иностранными брендами, такими как «Dr. Korner» (Германия) и «Dr. Schar» (Италия), поставляющими на рынок широкий ассортимент мучных кондитерских, макаронных и хлебобулочных изделий. Рынок отечественных производителей в основном представлен ООО «Гранат» (РФ) и ООО «Диетика» (РФ) (Ushakova et al., 2021).

Наибольшее содержание протеина имеет нутовая мука. По содержанию жира нутовая мука также превосходит другие крахмалосодержащие виды сырья. Садыговой М.К. исследован технологический потенциал сортов нута Краснокутской селекционной опытной станции. По результатам проведенных исследований рекомендовано замена муки пшеничной высшего сорта на нутовую с применением различных обогатителей: хлеб сбивной «Нутелло», «Нутелло Лайф» (Фахртдинова и соавт., 2021).

Анализ данных аминокислотного состава нетрадиционных видов муки показывает, что по аминокислотному скору нутовая значительно превосходит по содержанию лимитирующей для большинства злаковых аминокислоты — лизина. У кукурузной аминокислотный скор лизина отмечен на одном уровне с пшеничной. Кукуруза содержит главным образом два белка: проламин (зеин) и глютелин (Юрчак & Рожно, 2017; Рыжакова & Головизнина, 2019; Орлова & Кудинов, 2020).

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности» в рамках реализации бюджетной программы 217 МОН РК по теме «Разработка технологии производства каш и мучных кондитерских смесей, соответствующих продуктам с маркировкой «gluten-free» за 2018-2020 года завершил исследования согласно календарному плану.

В рамках действующих регламентов Таможенного союза производитель имеет возможность написать на продукции «Без глютена», не осуществляя контроль содержания глютена ни во входном сырье, ни на производстве.

Недобросовестные производители стали использовать символ «перечеркнутый колосок» и и/или надпись «без глютена»: «Gluten-free», «Gluten-frei», «Glutenfri», «Gliadinfri», «Singluten», «Sans gluten», «Senza glutine» для маркетинговых целей для продуктов с низким содержанием глютена. При производстве безглютеновых продуктов особое внимание должно уделяться чистоте и безопасности сырья, так как должны быть исключены малейшие примеси токсичных для больных целиакией злаков (Fry et al., 2018; Giuberti et al., 2018; Woome & Adedeji, 2021).

Таким образом, есть необходимость в изучении показателей качества и безопасности нетрадиционных видов сырья для производства макаронных изделий Gluten-Free, а также данные исследования соответствует стратегическому плану развития Казахстана до 2025 г. по профилактике заболеваний и улучшению здоровья людей.

Цель исследования — изучить показатели качества и безопасности нетрадиционных видов муки из казахстанского сырья для производства безглютеновых макаронных изделий.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объекты

Объектами представленных исследований служили рисовая, гречневая, кукурузная, нутовая виды муки, полученные из казахстанского сырья: риса (Кызылординская область), гречихи (Павлодарская область), кукурузы (из Алматинской области) и нута.

Методы и инструменты

Методологической основой данного проекта является обобщение информации и системный анализ опыта изучения безглютеновых продуктов питания. Отбор проб будет осуществляться по ГОСТ 13586.3-2015 Зерно. Правила приемки и методы отбора проб¹, ГОСТ 31964 Исследования качественных характеристик рисовой², ГОСТ 31645-2012 Мука для

¹ ГОСТ 13586.3-2015. (2019). *Межгосударственный стандарт зерно. Правила приемки и методы отбора проб*. М.: Стандартинформ.

² ГОСТ 31964-2012. (2014). *Изделия макаронные. Правила приемки и методы определения качества*. М.: Стандартинформ.

продуктов детского питания³, кукурузной муки по ГОСТ 14176-69⁴, нутовой муки по ТУ 9293-081-10514645-03⁵.

Определение токсичных элементов в соответствии со следующими нормативными документами: подготовка проб ГОСТ 26929⁶, определение микробиологических показателей по ГОСТ 10444.12⁷, ГОСТ 10444.15⁸, определение содержания микотоксинов по ГОСТ Р 51116-97⁹. КМАФАнМ согласно ГОСТ 10444.15-94¹⁰. Бактерии группы кишечных палочек (колиформы) согласно ГОСТ 31747-2012¹¹. Дрожжи и плесневые грибы согласно ГОСТ 10444.12-2013¹² (ГОСТ 33566-2015¹³).

Определение влажности зерна проведены по ГОСТ 13586.5-2015¹⁴ обезвоживанием навески измельченного зерна в воздушно-тепловом шкафу при фиксированных параметрах: температуре и продолжительности сушки и определении снижения ее массы. Определение содержания крахмала в зерне и муке проведены по ГОСТ 10845-98¹⁵ Зерно и продукты его переработки; Определение массо-

вой доли белка в зерне и муке проведены по методу Кьельдаля по ГОСТ 10846-91¹⁶; содержание жира — по ГОСТ 32749-2014¹⁷; содержание клетчатки — по ГОСТ 32040-2012¹⁸; зольность — по ГОСТ 10847-74¹⁹.

Содержание глютена исследовано иммуноферментным анализом на приборе ИФА «ХЕМА» (кат.№К380) согласно ГОСТ 33838-2016²⁰.

Безглютеновые макаронные изделия

Процедура исследования

На первом этапе исследований определили физико-химических показатели качества и микробиологические показатели безопасности безглютеновых видов сырья для производства безглютеновых макаронных изделий российских и казахстанских производителей. На втором этапе исследований получены экспериментальные образцы безглютеновых макаронных изделий с использованием гречневой, кукурузной и рисовой муки и опреде-

³ ГОСТ 31645-2012. (2019). *Мука для продуктов детского питания. Технические условия*. М.: Стандартинформ.

⁴ ГОСТ 14176-69. (2006). *Мука кукурузная. Технические условия*. М.: Стандартинформ.

⁵ ТУ 9293-081-10514645-03. *Мука нутовая*. <https://e-ecolog.ru/crc/77.99.02.929.%D0%A2.000487.03.04>

⁶ ГОСТ 26929-94. (2010). *Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов*. М.: Стандартинформ.

⁷ ГОСТ 10444.12-2013. (2014). *Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов*. М.: Стандартинформ.

⁸ ГОСТ 10444.15-94. (2010). *Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов*. М.: Стандартинформ.

⁹ ГОСТ Р 51116-97. (1999). *Комбикорма, зерно, продукты его переработки. Метод определения содержания дезоксиниваленола (вомитоксина)*. М.: Стандартинформ.

¹⁰ ГОСТ 10444.15-94. (2010). *Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов*. М.: Стандартинформ.

¹¹ ГОСТ 31747-2012. (2015). *Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий)*. М.: Стандартинформ.

¹² ГОСТ 10444.12-2013. (2014). *Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов*. М.: Стандартинформ.

¹³ ГОСТ 33566-2015. (2019). *Молоко и молочная продукция. Определение дрожжей и плесневых грибов*. М.: Стандартинформ.

¹⁴ ГОСТ 13586.3-2015. (2019). *Межгосударственный стандарт зерно. Правила приемки и методы отбора проб*. М.: Стандартинформ.

¹⁵ ГОСТ 10845-98. (2009). *Зерно и продукты его переработки. Метод определения крахмала*. М.: Стандартинформ.

¹⁶ ГОСТ 10846-91. (2009). *Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка*. М.: Стандартинформ.

¹⁷ ГОСТ 32749-2014. (2014). *Семена масличные, жмыхи и шроты. Определение влаги, жира, протеина и клетчатки методом спектроскопии в ближней инфракрасной области*. М.: Стандартинформ.

¹⁸ ГОСТ 32040-2012. (2020). *Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения содержания сырого протеина, сырой клетчатки, сырого жира и влаги с применением спектроскопии в ближней инфракрасной области*. М.: Стандартинформ.

¹⁹ ГОСТ 10847-74. (2009). *Зерно. Методы определения зольности*. М.: Стандартинформ.

²⁰ ГОСТ 33838-2016. (2019). *Продукты переработки зерна. Иммуноферментный метод определения глютена*. М.: Стандартинформ.

лены физико-химические и микробиологические показатели полученных новых безглютеновых макаронных изделий.

Анализ данных

Полученные экспериментальные данные представлены в соответствующих разделах. Полученные данные обработаны с применением стандартной программы Microsoft Office Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследования физико-химических, микробиологических и показателей безопасности качества нетрадиционных видов сырья для производства безглютеновых макаронных изделий

Исследования физико-химических показателей качества нетрадиционных видов российских и казахстанских производителей сырья для производства безглютеновых макаронных изделий представлены в Таблице 1.

Наибольшее содержание протеина в гречихе, выращенной в Павлодарской области — 15,6 %, наименьшее количество протеина в пробе риса — 5,7 %. По содержанию жира и клетчатки отличаются все исследуемые виды муки из Казахстана

на по сравнению с пробами фирмы «Гарнец» на 0,3–1,0 %.

Сравнительный анализ химического состава безглютеновых видов муки разных производителей наглядно видно в Рисунке 1. Из Рисунка 1 видно, что имеются незначительные различия в химическом составе проб гречихи, а рисовая мука в целом отличаются по содержанию крахмала 69,8 и 74,1%, однако все виды муки могут быть использованы для производства безглютеновой продукции как самостоятельно, так и в сочетании с другими нетрадиционными видами муки.

Как видно из Рисунка 1, проанализированные пробы муки имеют высокое содержание белка и клетчатки. Исследования показали, что образцы муки соответствуют требованиям НД по каждому показателю. Таким образом, изучение химического состава исследуемых видов муки показало, что они могут быть высококлассным сырьем для производства безглютеновой продукции в виде мучной смеси из двух или нескольких видов муки.

Однако, существуют расхождения относительно питательных качеств зерновых продуктов с Gluten Free (GF) по сравнению с глютен содержащими аналогами (Корнева, 2020). В частности, сравнение данных по питательному составу заменителей GF на зерновой основе продуктам, содержащим глютен, как правило, указывает на более низкое содержание пищевых волокон, более высокий гликемический индекс и более высокое содержание общего жира (Колломникова, 2016, Жаркова, 2020, Кадникова, 2021).

Таблица 1

Физико-химические показатели безглютеновых видов муки

Показатели	Рисовая мука «Гарнец»	Рисовая мука РК	Кукурузная мука «Гарнец»	Кукурузная мука РК	Гречневая мука «Гарнец»	Гречневая мука РК
Влажность, % не более	12,5	11,7	11,0	9,8	10,6	9,3
Содержание протеина, %	7,0	5,7	9,0	7,8	12,6	15,6
Зольность, %, не более	1,3	1,2	0,8	0,7	2,3	2,8
Содержание жира, %	0,6	1,2	1,1	2,1	2,6	2,9
Содержание клетчатки, %	3,2	3,5	3,4	3,9	6,9	7,6
Содержание крахмала, %	74,1	69,8	64,6	64,4	61,1	59,7
Кислотность, градус, не более	0,6	0,4	0,9	0,8	2,1	1,6

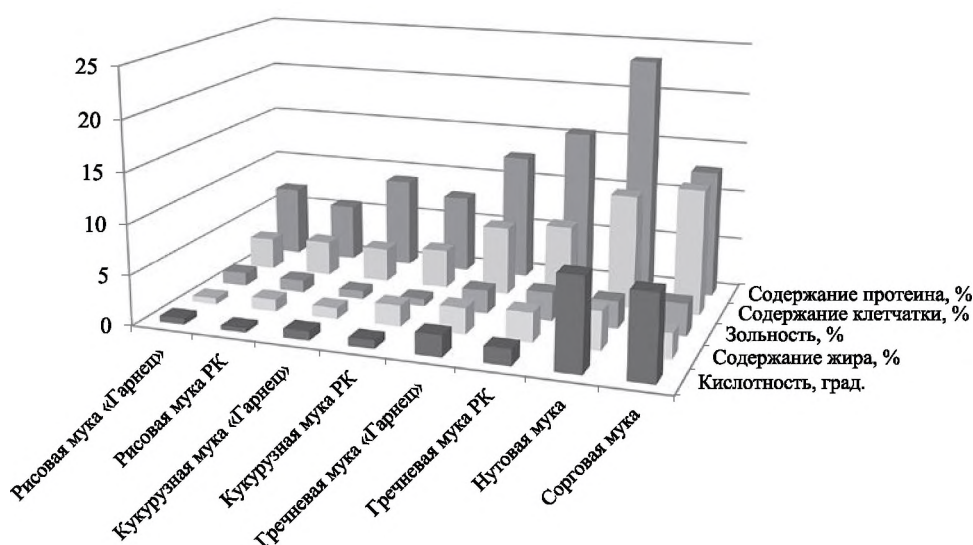


Рисунок 1.
Физико-химические показатели безглютеновых видов муки

Дисбаланс питания зерновых продуктов GF также может способствовать увеличению веса и связанным с этим метаболическим заболеваниям у людей.

Нами изучены показатели безопасности нетрадиционных видов муки. Результаты исследования муки из гречихи и кукурузы производителя ТОО

«Фирма АЛ и КС» Казахстан представлены в Таблице 2. Протокол испытания № 1610 Испытательного центра ТОО «Фирма Торговая палата» (Аттестат аккредитации №KZ.И.01.0835 от 02.07.2021). Показатели безопасности риса сорта «Лидер», произведенного в Кызыл-ординской области на соответствие требованиям ТР ТС 021/2011²¹ и ГОСТ 6292-93²².

Таблица 2
Показатели безопасности безглютеновых видов сырья РК

Показатели	НД на методы испытания	Нормы по НД	Фактические значения		
			рис	гречиха	кукуруза
Токсичные элементы, мг/кг, не более: свинец	ГОСТ 30178-96 ²³ ГОСТ 33824-2016 ²⁴	0,5	0,053	0,0047	0,0052
Кадмий	ГОСТ 30178-96 ²⁵ ГОСТ 33824-2016 ²⁶	0,1	0,019	0,00073	0,00078
Мышьяк	ГОСТ 26930-86 ²⁷ ГОСТ 31628-2012 ²⁸	0,2	Не обнаружено	0,0023	0,0033

²¹ ТР ТС 021/2011. (2011). О безопасности пищевой продукции. <https://docs.cntd.ru/document/902320560>

²² ГОСТ 6292-93. (2010). Крупа рисовая. Технические условия. М.: Стандартинформ.

²³ ГОСТ 30178-96. (2010). Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов. М.: Стандартинформ.

²⁴ ГОСТ 33838-2016. (2019). Продукты переработки зерна. Иммуноферментный метод определения глютена. М.: Стандартинформ.

²⁵ ГОСТ 30178-96. (2010). Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов. М.: Стандартинформ.

²⁶ ГОСТ 33838-2016. (2019). Продукты переработки зерна. Иммуноферментный метод определения глютена. М.: Стандартинформ.

²⁷ ГОСТ 26930-86. (2010). Сырье и продукты пищевые. Метод определения мышьяка. М.: Стандартинформ.

²⁸ ГОСТ 31628-2012 (2014). Продукты пищевые и продовольственное сырье. Инверсионно-вольтамперометрический метод определения массовой концентрации мышьяка. М.: Стандартинформ.

Окончание таблицы 2

Показатели	НД на методы испытания	Нормы по НД	Фактические значения		
			рис	гречиха	кукуруза
Ртуть	ГОСТ 33412-2015 ²⁹ ГОСТ 26927-86 п.2 ³⁰	0,03	Не обнаружено	Менее 0,003	Не обнаружено
Радионуклиды, Бк/кг, не более: цезий-137	ГОСТ 32161-2013 ³¹ МИ №КЗ 07.00.00303-2014	60	1,85	3,1	3,3
пестициды, мг/кг, не более ГХЦГ (альфа, бета, гамма изомеры)	СТ РК 2011-2010 ³² МУ №2142-80 ³³	0,5	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
ДДТ и его метаболиты	СТ РК 2011-2010 ³⁴	0,02	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
ртутьорганические пестициды	СТ РК 2040-2010 ³⁵	не допускаются	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
2,4-Д кислота	МЗ СССР МУ 1541-76 ³⁶	не допускаются	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
Микотоксины, мг/кг, не более: афлатоксин В ₁	ГОСТ 30711-2001 ³⁷ МУ 4.05.018-97 ³⁸	0,005	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
т-2 токсин	ГОСТ 28001-88 ³⁹ СТ РК 1974-2010 ⁴⁰	0,1	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
охротоксин	ГОСТ 28001-88 ⁴¹	0,005	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено

²⁹ ГОСТ 33412-2015. (2016). *Сырье и продукты пищевые. Определение массовой доли ртути методом беспламенной атомной абсорбции*. Минск: Госстандарт.

³⁰ ГОСТ 26927-86. (2010). *Сырье и продукты пищевые. Методы определения ртути*. М.: Стандартиформ.

³¹ ГОСТ 32161-2013. (2019). *Продукты пищевые. Метод определения содержания цезия Cs-137*. М.: Стандартиформ.

³² СТ РК 2011-2010. (2010). *Вода, продукты питания, корма и табачные изделия. Определение хлорорганических пестицидов хроматографическими методами*. <https://meganorm.ru/Data2/1/4293739/4293739423.pdf>

³³ МУ 2142-80. (1980). *Методические указания по определению хлорорганических пестицидов в воде, продуктах питания, кормах и табачных изделиях хроматографией в тонком слое*. <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293828/4293828872.htm>

³⁴ СТ РК 2011-2010. (2010). *Вода, продукты питания, корма и табачные изделия. Определение хлорорганических пестицидов хроматографическими методами*. <https://meganorm.ru/Data2/1/4293739/4293739423.pdf>

³⁵ СТ РК 2040-2010. (2010). *Овощи, корма и продукты животноводства. Определение ртутьорганических пестицидов хроматографическими методами*. <https://meganorm.ru/Data2/1/4293731/4293731471.pdf>

³⁶ МУ 1541-76. (1976). *Хроматографические методы определения остаточных количеств 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты (2,4 Д) в воде, в почве, в фураже, продуктах питания растительного и животного происхождения*. <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293733/4293733164.htm>

³⁷ ГОСТ 30711-2001. (2001). *Продукты пищевые. Методы выявления и определения содержания афлатоксинов В₁ и М₁*. М.: Стандартиформ.

³⁸ МУ 4.05.018-97. (1997). *По обнаружению, идентификации и определению количества афлатоксинов в пищевых продуктах*. https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=30010516

³⁹ ГОСТ 28001-88. (1999). *Зерно фуражное, продукты его переработки, комбикорма. Методы определения микотоксинов: Т-2 токсина, зеараленона (Ф-2) и охратоксина А*. М.: Стандартиформ.

⁴⁰ СТ РК 1974-2010. (2010). *Пищевые продукты. Определение Т-2 токсина хроматографическим методом*. https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31597710

⁴¹ ГОСТ 28001-88. (1999). *Зерно фуражное, продукты его переработки, комбикорма. Методы определения микотоксинов: Т-2 токсина, зеараленона (Ф-2) и охратоксина А*. М.: Стандартиформ.

Таблица 3

Содержание тяжелых металлов в нутовой и сорговой муке

Мука	Концентрация тяжелых металлов				
	Свинец	Кадмий	Мышьяк	Ртуть	Олово
Нутовая мука	0,01	0,07	0,01	0	Не обнаружено
Сорговая мука	0,01	0,04	0,003	0	Не обнаружено
Порог загрязненности Регламент ЕС 1881/06, мг/кг	0,20	0,20	0,20	0,02	0

Из Таблицы 2 видно, фактические значения показателей безопасности безглютеновых видов сырья для производства макаронных изделий находятся ниже норм требований стандартов. Токсичные элементы в 10 и 100 раз меньше предельно допустимых концентраций (0,05–0,005 мг/кг при норме 0,5 мг/кг), ртутьорганические соединения, пестициды, микотоксины не обнаружены.

Анализ полученных данных Таблицы 3 свидетельствуют о том, что экспериментальные значения тяжелых металлов ниже пороговых значений загрязнения, установленных регламентом комиссии. Следовательно, испытываемая мука из сорго и нута не окажут вредного воздействия на организм человека. При этом экспериментальные значения тяжелых металлов ниже пороговых значений загрязне-

ния, установленных регламентом комиссии ТР ТС 015/2011⁴². В образцах нутовой и сорговой муки микотоксины: афлатоксин В₁, дезоксиниваленон, Т-2 токсин и зеараленон не превышают допустимую норму указанной в регламенте ТР ТС 015/2011⁴³.

Микробиологические показатели у всех образцов безглютеновой муки имеют предельные значения норм СанПиН по обсемененности, содержанию плесени, дрожжей, что не может не отразиться на потребительских свойствах муки (Таблица 4). Как видно из Таблицы 4, фактические значения микробиологических показателей безглютеновой кукурузной, рисовой, гречневой, нутовой и сорговой видов муки для производства макаронных изделий находятся ниже норм санитарных норм и правил.

Таблица 4

Микробиологические показатели безглютеновой муки

Показатели	Образцы безглютеновой муки					Нормы по СанПин
	кукурузная	рисовая	гречневая	нутовая	сорговая	
БГКП (калиформы)	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	0,1 г не допускается
КМАФАнМ, КОЕ/г	4,7 · 10 ³	4,1 · 10 ³	4,3 · 10 ³	4,8 · 10 ³	4,9 · 10 ³	5 · 10 ³ КОЕ/г, не более
Количество спор грибов и дрожжей, КОЕ/г	Плесени – 160; Дрожжи – 95	Плесени – 170; Дрожжи – 90	Плесени – 190; Дрожжи – 96	Плесени – 185; Дрожжи – 85	Плесени – 190; Дрожжи – 95	Плесени – 200 КОЕ/г, не более; Дрожжи – 100 КОЕ/г, не более

⁴² ТР ТС 015/2011. (2011). *Технический регламент Таможенного союза*. <https://docs.cntd.ru/document/902320395>

⁴³ Там же.

Безглютеновые макаронные изделия из смеси гречневой муки и кукурузной муки смеси кукурузной и рисовой муки

Выработку безглютеновых макаронных изделий проводили по двум разработанным рецептурам с использованием лабораторного макаронного прессы итальянской фирмы «SIRMANN». Первый образец безглютеновых макаронных изделий состоял из 60 % гречневой муки и 40 % кукурузной муки, второй образец состоял из 60 % гречневой муки и 40 % кукурузной муки. Полученные экспериментальные образцы разработанных безглютеновых макаронных изделий, представлены на Рисунках 2 и 3. По физико-химическим показателям безглютеновые макаронные изделия должны соответствовать нормам ГОСТ 32908-2014 «Изделия макаронные безглютеновые. Общие технические условия»⁴⁴. В Таблице 5 представлены физико-химические и микробиологические показатели, содержание макро- и микроэлементов, витамина А и токсичных элементов в макаронных изделиях из смеси гречневой муки и кукурузной муки, а также смеси кукурузной и рисовой муки по разработанной рецептуре (Протокола испытаний № 9497 и 9498 от 21.06.2022 г.)

Полученные экспериментальные данные из Таблицы 5 показывают, что фактические значения физико-химические и микробиологические показатели безглютеновых макаронных изделий из смеси гречневой муки и кукурузной муки и смеси кукурузной и рисовой муки соответствуют нормам требований действующего стандарта. Энергетическая ценность макаронных изделий из смеси гречневой и кукурузной муки составила — 308,19 ккал, из кукурузной и рисовой муки — 320,89 ккал.

Исследование особенностей способов получения макаронных изделий, не содержащих глютен, установление общих закономерностей протекания основных физико-химических процессов при их получении позволят научно обосновать технологию производства безглютеновых макаронных изделий. Совместное применение безглютеновой муки (гречневой, кукурузной, рисовой) с мукой сорговой или нутовой станет способствовать увеличению пищевой ценности безглютеновых макаронных продуктов.



Рисунок 2

Макаронные изделия из смеси гречневой муки и кукурузной муки



Рисунок 3

Макаронные изделия из смеси кукурузной и рисовой муки

⁴⁴ ГОСТ 32908-2014. (2019). *Изделия макаронные безглютеновые. Общие технические условия*. М.: Стандартинформ.

Таблица 5

Физико-химические и микробиологические показатели безглютеновых макаронных изделий из смеси гречневой муки и кукурузной муки и смеси кукурузной и рисовой муки

Наименование показателей, единица измерения	Норма НД. ГОСТ 32908-2014 ⁴⁵ , ТР ТС 015/2011 ⁴⁶	Макаронные изделия из смеси гречневой и кукурузной муки	Макаронные изделия из смеси кукурузной и рисовой муки
Влажность изделий, %, не более	13	6,47 ± 0,05	8,5 ± 0,05
Содержание белка, %	–	9,68 ± 0,05	7,91 ± 0,08
Содержание жира, %	–	1,22 ± 0,05	1,51 ± 0,05
Содержание углеводов, %	–	68,93 ± 1,18	73,51 ± 0,98
Содержание β-каротиноидов, мг/100 г	–	0,085 ± 0,002	0,081 ± 0,002
Кислотность изделий, град, не более	5	3,25 ± 0,03	4,24 ± 0,02
Содержание витамина А, мг/100 г	-	0,026 ± 0,002	0,019 ± 0,001
Токсичные элементы, мк/кг:			
– Свинец	0,5	0,00006 ± 0,000002	0,0017 ± 0,0001
– Кадмий	0,1	0,0014 ± 0,0001	0,0008 ± 0,0001
– Мышьяк	0,2	Не обнаружено	Не обнаружено
– Ртуть	0,02	Не обнаружено	Не обнаружено
Микробиологические показатели:			
– КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	5 · 10 ³	1 · 10 ³	4 · 10 ³
БГКП (колиформы) в 1,0 см ³ продукта	Не допускается	Не обнаружено	Не обнаружено
Содержание глютена мг/кг, не более	20	2,235	0,865
Сохранность формы, % не менее	80	85	82
Зола, нерастворимая в 10%-ном растворе HCl, не более	0,2	0,15 ± 0,02	0,13 ± 0,02
Металломагнитная примесь, мг на 1 кг продукта, не более	При размере отдельных частиц не более 0,3 мм в наибольшем линейном измерении	Не обнаружено	Не обнаружено
Наличие зараженности и загрязненности вредителями хлебных запасов	Не допускается	Не обнаружено	Не обнаружено
Для безглютеновых макаронных изделий, отправляемых в районы Крайнего Севера и труднодоступные районы, а также морским путем, – не более 11%.			

⁴⁵ Там же.

⁴⁶ ТР ТС 015/2011. (2011). Технический регламент Таможенного союза. <https://docs.cntd.ru/document/902320395>

В Казахстане есть возможность возделывания сельскохозяйственных культур, не содержащих глютен, как рис, кукуруза и гречиха. Рис возделываются в Кызылординской, Туркестанской и Алматинской областях и на 2020 год засеяно 230 тысяч гектаров, при средней урожайности 61,8 ц/га валовый сбор составил 551 тыс тонн, при внутреннем спросе 133 тыс. тонн. Из Казахстана 35-38 процентов из 551 тыс тонн риса экспортируется в качестве сырья.

Микробиологические показатели и показатели безопасности безглютеновых видов муки казахстанского происхождения соответствуют требованиям ТР ТС 021/2011⁴⁷. По содержанию жира и клетчатки отличаются все исследуемые виды муки из Казахстана по сравнению с пробами фирмы «Гарнец» на 0,3-1,0 % и могут быть использованы для производства безглютеновой продукции как самостоятельно, так и в сочетании с другими нетрадиционными видами муки. По результатам проведенных исследований разработана технология безглютеновой муки и макаронных изделий с использованием сырья Республики Казахстан.

ВЫВОДЫ

По результатам проведенных исследований изучены показатели качества и безопасности нетрадиционных видов муки из казахстанского сырья для производства безглютеновых макаронных изделий.

Установлено, что представленные образцы безглютеновых смесей из гречневой муки и кукурузной муки, смесей из кукурузной и рисовой муки, а также макаронных изделий из этих смесей, по физико-химическим и микробиологическим показателям соответствуют действующим нормативным документам и имеют хороший товарный вид. Результаты исследований имеют мультипликативный эффект: спрос на безглютеновые виды муки приведет к диверсификации растениеводства и к увеличению посевных площадей риса кукурузы,

проса, масличных и бобовых культур и возрождению новых перерабатывающих предприятий различной мощности.

Необходимо продолжить исследования и расширить ассортимент безглютеновых макаронных изделий с использованием амарантовой, нутовой, сорговой и других нетрадиционных видов муки.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Материалы подготовлены в рамках выполнения проекта «Разработка технологии безглютеновых макаронных изделий на основе отечественного сырья» в рамках научно-технической программы BR10764977 «Разработка современных технологий производства БАДов, ферментов, заквасок, крахмала, масел и др. в целях обеспечения развития пищевой промышленности» в рамках научно-технической программы BR10764977 «Разработка современных технологий производства БАДов, ферментов, заквасок, крахмала, масел и др. в целях обеспечения развития пищевой промышленности», бюджетной программы 267 «Повышение доступности знаний и научных исследований» подпрограмма 101 «Программно-целевое финансирование научных исследований и мероприятий» Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан на 2021–2023 годы.

АВТОРСКИЙ ВКЛАД

Абуова А. Б.: концептуализация; создание черновика рукописи; создание рукописи и её редактирование.

Муслимов Н. Ж.: администрирование проекта.

Кабылда А. И.: визуализация; проведение исследования.

⁴⁷ ТР ТС 021/2011. (2011). *О безопасности пищевой продукции*. <https://docs.cntd.ru/document/902320560>

ЛИТЕРАТУРА

- Абуова, А. Б., Байкенов, А. О., Кизатова, М. Е., Есимова, Ж. А., & Умирзакова, Г. А. (2021). Анализ альтернативных источников отечественного сырья для макаронного производства. *Новости науки Казахстана*, (4), 115–124.
- Бавыкина, И. А., Перцева, М. В., & Бавыкин, Д. В. (2018). Безглютеновая диета и целиакия при расстройствах аутистического спектра. *Медицина: Теория и практика*, 3(1), 17–18.
- Богбаева, Ж. Т., Полуботько, О. В., & Байкенов, А. О. (2018). Состояние и перспективы производства в Казахстане безглютеновой продукции. В *Передовые пищевые технологии: Состояние, тренды, точки роста: Материалы I научно-практической конференции* (с. 533–537). М.: Московский государственный университет пищевых производств.
- Гапонова, Л. В., Полежаева, Т. А., Гапонова, О. М., & Матвеева, Г. А. (2014). Безлактозные безглютеновые продукты на зернобобовой основе для питания людей с целиакией и лактазной недостаточностью. *Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология*, (5), 47–48.
- Гарькина, П. К., Шабурова, Г. В., Курочкин, А. А., & Лукьянова, Е. А. (2020). Оптимизация состава композитной смеси на основе безглютенового сырья. *Современная наука и инновации*, (4), 53–57. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2020.4.7>.
- Дмитриева, Ю. А., Захарова, И. Н., Радченко, Е. Р., Воробьева, А. С., Скоробогатова, Е. В., Полякова, Ж. В., Бочарова, Т. И., & Шулешко, О. В. (2021). Роль и место безглютеновой диеты в питании детей. *Практика педиатра*, (1), 17–25.
- Жаркова, И. М., Лавров, С. В., Самохвалов, А. А., Гребенщиков, А. В., & Мирошниченко, Л. А. (2019). Разработка функциональных пищевых продуктов для безглютенового и геродиетического питания, в том числе для профилактики остеопороза. *Хлебопродукты*, (12), 53–55. <https://doi.org/10.32462/0235-2508-2019-28-12-53-55>.
- Жаркова, И. М., Сафонова, Ю. А., Густинович, В. Г., & Ильева, Т. Л. (2020). Разработка технологии и оценка эффективности нового продукта — функционального безглютенового кекса. *Хранение и переработка сельхозсырья*, (1), 70–85. <https://doi.org/10.36107/spfr.2020.215>.
- Изгаев, А. И., & Исакова, Г. К. (2014). *Инновационные технологии макаронных изделий на основе зерновых и бобовых культур*. Алматы: АТУ.
- Кадникова, И. А., Сенотрусов, Д. Ю., & Каленик, Т. К. (2021). Исследование структурно-механических свойств безглютенового теста. *Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов*, (4), 43–46. <https://doi.org/10.33979/2219-8466-2021-69-4-43-46>.
- Кирдяшкин, В. В., Кандроков, Р. Х., Андреева, А. А., & Щебелев, В. И. (2020). Получение высокодисперсной гречневой муки для детского питания с применением инфракрасной обработки. *Хранение и переработка сельхозсырья*, (4), 43–54. <https://doi.org/10.36107/spfr.2020.357>.
- Коломникова, Я. П., Литвинова, Е. В., Анохина, С. И., & Текутьева, Ю. А. (2016). Использование нетрадиционного сырья при производстве безглютеновых мучных кулинарных изделий с целью повышения пищевой ценности. *Актуальная биотехнология*, (1), 45–48.
- Корнева, О. А., Дунец, Е. Г., Полозюк, Т. Д., & Федосеева, А. В. (2020). Оценка пищевой и биологической ценности пресного теста из безглютеновой мучной смеси. *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*, (1), 96–99. <https://doi.org/10.26297/0579-3009.2020.1.27>.
- Корнева, О. А., Дунец, Е. Г., Полозюк, Т. Д., Канская, Е. К., & Федосеева, А. В. (2019). Технология безглютеновых вафельных изделий на основе нетрадиционных видов растительного сырья. *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*, (5–6), 44–47. <https://doi.org/10.26297/0579-3009.2019.5-6.11>.
- Масалова, В. В., & Оботурова, Н. П. (2016). Перспективы использования безглютенового растительного сырья в производстве пищевых продуктов для диетического и профилактического питания. *Пищевая промышленность*, (3), 16–20.
- Никитин, И. А., Кулаков, В. Г., Коровина, Е. С., & Пыресева, А. И. (2016). Фрагментарное исследование рынка функциональных продуктов питания из безглютенового сырья. *Хлебопродукты*, (11), 29–31.
- Никонорова, Ю. Ю., Косых, Л. А., & Сыркина, Л. Ф. (2022). Исследование функциональных безглютеновых кексов из сорговой муки разных сортов. *Пищевая промышленность*, (1), 55–58. <https://doi.org/10.52653/PPI.2022.1.1.012>.
- Орлова, Т. В., & Кудинов, П. И. (2020). Разработка рецептуры и технологии производства хлеба на основе безглютеновых мучных смесей. *Ползуновский вестник*, (2), 50–57. <https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2020.02.010>.
- Плотникова, И. В., Магомедов, Г. О., Шевякова, Т. А., Тигранян, В. Ж., Мирзезалаева, Н. Н., & Плотников, В. Е. (2021). Безглютеновые масляные бисквиты для питания детей школьного возраста. *Хлебопродукты*, (2), 49–53. <https://doi.org/10.32462/0235-2508-2021-30-2-49-53>.
- Попов, В. Г., Хайруллина, Н. Г., & Садыкова, Х. Н. (2021). Тенденции использования безглютеновых видов муки в производстве продукции функционального назначения. *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*, 83(1), 121–128. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2021-1-121-128>.
- Рыбенко, М. В., Нигметова, Э. К., Ушакова, Ю. В., Белоглазова, К. Е., Рысмухамбетова, Г. Е., & Карпунина, Л. В. (2021). Рецептура творожного суфле для безглютенового питания. *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*, (4), 45–48. <https://doi.org/10.26297/0579-3009.2021.4.9>

- Рыжакова, А. В., & Головизнина, М. С. (2019). Использование альтернативных видов сырья при создании безглютеновой кондитерской продукции. *Пищевая промышленность. Наука и технологии*, 12(3), 42–48.
- Стрелкова, А. К., Красина, И. Б., Филиппова, Е. В., & Лысенко, А. В. (2021). Влияние сахарозаменителей и пищевых волокон на текстурные свойства безглютенового теста и печенья. *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*, (2–3), 45–49. <https://doi.org/10.26297/0579-3009.2021.2-3.11>.
- Терновской, Г. В., Филимонова, Т. А., Беньаш, С. Ю., & Хегай, Р. Л. (2017). Обогащение безглютенового хлеба полноценным белком. *Хлебопечение России*, (1), 18–19.
- Тиунов, В. М., Крюкова, Е. В., & Кокорева, Л. А. (2020). Разработка безглютенового рациона питания для детей с пищевой аллергией. *Пищевая промышленность*, (11), 67–69. <https://doi.org/10.24411/0235-2486-2020-10131>.
- Урубков, С. А., Хованская, С. С., & Смирнов, С. О. (2019). Содержание основных нутриентов в продуктах переработки безглютеновых зерновых культур при производстве продукции для детского питания. *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Пищевые и биотехнологии*, 7(4), 32–38.
- Фахртдинова, Л. Т., Садыгова, М. К., Кириллова, Т. В., & Сайдуллаева, Ю.Т. (2021). Разработка рецептуры заварного полуфабриката специализированного назначения на основе безглютенового сырья. *Хлебопродукты*, (3), 26–31. <https://doi.org/10.32462/0235-2508-2021-30-3-26-31>.
- Шаймерденова, Д. А., Махамбетова, А. А., Чаканова, Ж. М., Сарбасова, Г. Т., Исакова, Д. М., & Бекболатова, М. Б. (2020). Технологии производства безглютенового хлеба и национального мучного продукта теста для бешбармака. *Вестник Алматинского технологического университета*, (2), 82–90.
- Шаншарова, Д. А., Гривна, Л., & Сарсекова, А. К. (2020). Разработка рецептуры и технологии безглютенового печенья на основе природного растительного сырья. *Механика и технологии*, (3), 57–63.
- Шаршунов, В. А., Урбанчик, Е. Н., Масальцева, А. И., & Галдова, М. Н. (2019). Получение биологически активного сырья из зерна проса для производства безглютеновых хлебобулочных изделий. *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии*, (2), 275–279.
- Щеколдина, Т. В. (2019). Разработка технологии и оценка качества безглютенового сахарного печенья, обогащенного функциональным ингредиентом. *Промышленность и сельское хозяйство*, (10), 6–15.
- Юрчак, В. Г., & Рожно, А. В. (2017). Технологические свойства кукурузной муки, их влияние на качество полуфабрикатов и безглютеновых макаронных изделий. *Вестник Алматинского технологического университета*, (2), 13–19.
- Fry, L., Madden, A. M., & Fallaize, R. (2018). An investigation into the nutritional composition and cost of gluten free versus regular food products in the UK. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 31(1), 108–120. <https://doi.org/10.1111/jhn.12502>
- Giuberti G., Fortunati, P., Gallo, A., & Marti, A. (2017). Gluten free rice cookies with resistant starch ingredients from modified waxy rice starches: Nutritional aspects and textural characteristics. *Journal of Cereal Science*, (76), 157–164. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2017.06.008>
- Giuberti, G., & Gallo, A. (2018). Reducing the glycaemic index and increasing the slowly digestible starch content in gluten-free cereal-based foods: A review. *International Journal of Food Science & Technology*, 53(1), 50–60. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13552>
- Ushakova, Y. V., Rysmukhambetova, G. E., Ziruk, I. V., Belova, M. V., & Sadygova, M. K. (2021). Development criteria for gluten-free foods. In *Ensuring sustainable development in the context of agriculture, green energy, ecology and earth science: International scientific and practical conference* (pp. 3–6). IOP Publishing LTD.
- Woomer, J. S., & Adedeji, A. A. (2021). Current applications of gluten-free grains: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 61(1), 14–24. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1713724>

REFERENCES

- Abuova, A. B., Baikenov, A. O., Kizatova, M. E., Esimova, Zh. A., & Umirzakova, G. A. (2021). Analiz al'ternativnykh istochnikov otechestvennogo syr'ya dlya makaronnogo proizvodstva [Analysis of alternative sources of domestic raw materials for pasta production]. *Novosti nauki Kazakhstana [Kazakhstan Science News]*, (4), 115–124.
- Bavykina, I. A., Pertseva, M. V., & Bavykin, D. V. (2018). Bezglyutenovaya dieta i tseliakiya pri rasstroistvakh avtisticheskogo spectra [Gluten-free diet and celiac disease in autism spectrum disorders]. *Meditsina: Teoriya i praktika [Medicine: Theory and Practice]*, 3(1), 17–18.
- Botbaeva, Zh. T., Polubot'ko, O. V., & Baikenov, A. O. (2018). Sostoyanie i perspektivy proizvodstva v Kazakhstane bezglyutenovoi produktsii [The state and prospects of production of gluten-free products in Kazakhstan]. In *Peredovye pishchevye tekhnologii: Sostoyanie, trendy, tochki rosta: Materialy I nauchno-prakticheskoi konferentsii [Advanced food technologies: State, trends, growth points: Materials of the First scientific and practical conference]* (pp. 533–537). Moscow: Moskovskii gosudarstvennyi universitet pishchevykh proizvodstv.
- Dmitrieva, Yu. A., Zakharova, I. N., Radchenko, E. R., Vorob'eva, A. S., & Skorobogatova, E. V., Polyakova, Zh. V., Bocharova, T. I., & Shuleshko, O. V. (2021). Rol' i mesto bezglyutenovoi diety v pitanii detei [The role and place of a gluten-free diet in the nutrition of children]. *Praktika pediatria [Pediatrician's Practice]*, (1), 17–25.

- Fakhrtidinova, L. T., Sadygova, M. K., Kirillova, T. V., & Saidulaeva, Yu. T. (2021). Razrabotka retseptury zavarnogo polufabrikata spetsializirovannogo naznacheniya na osnove bezglyutenovogo syr'ya [Development of a recipe for a semi-finished custard for specialized purposes based on gluten-free raw materials]. *Khleboprodukty [Bread Products]*, (5), 26–31. <https://doi.org/10.32462/0235-2508-2021-30-3-26-31>
- Gaponova, L. V., Polezhaeva, T. A., Gaponova, O. M., & Matveeva, G. A. (2014). Bezlaktoznye bezglyutenovye produkty na zernobobovoi osnove dlya pitaniya lyudei s tseliakiei i laktaznoi nedostatochnost'yu [Lactose-free gluten-free products based on legumes for the nutrition of people with celiac disease and lactase deficiency]. *Ekspierimental'naya i klinicheskaya gastroenterologiya [Experimental and Clinical Gastroenterology]*, (5), 47–48.
- Gar'kina, P. K., Shaburova, G. V., Kurochkin, A. A., & Luk'yanova, E. A. (2020). Optimizatsiya sostava kompozitnoi smesi na osnove bezglyutenovogo syr'ya [Optimization of the composition of a composite mixture based on gluten-free raw materials]. *Sovremennaya nauka i innovatsii [Modern Science and Innovation]*, (4), 53–57. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2020.4.7>
- Iztaev, A. I., & Iskakova, G. K. (2014). *Innovatsionnye tekhnologii makaronnykh izdelii na osnove zernovykh i bobovykh kul'tur [Innovative technologies of pasta based on cereals and legumes]*. Almaty: ATU.
- Kadnikova, I. A., Senotrusov, D. Yu., & Kalenik, T. K. (2021). Issledovanie strukturno-mekhanicheskikh svoystv bezglyutenovogo testa [Investigation of structural and mechanical properties of gluten-free dough]. *Tekhnologiya i tovarovedenie innovatsionnykh pishchevykh produktov [Technology and commodity science of innovative food products]*, (4), 43–46. <https://doi.org/10.33979/2219-8466-2021-69-4-43-46>
- Kirdyashkin, V. V., Kandrov, R. Kh., Andreeva, A. A., & Shchebelev, V. I. (2020). Poluchenie vysokodispersnoi grechnevoi muki dlya detskogo pitaniya s primeneniem infrakrasnoi obrabotki [Obtaining highly dispersed buckwheat flour for baby food using infrared processing]. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya [Storage and Processing of Farm Products]*, (4), 43–54. <https://doi.org/10.36107/spfp.2020.357>
- Kolomnikova, Ya. P., Litvinova, E. V., Anokhina, S. I., & Tekut'eva, Yu. A. (2016). Ispol'zovanie netraditsionnogo syr'ya pri proizvodstve bezglyutenovykh muchnykh kulinarnykh izdelii s tsel'yu povysheniya pishchevoi tsennosti [The use of non-traditional raw materials in the production of gluten-free flour culinary products in order to increase nutritional value]. *Aktual'naya biotekhnologiya [Current Biotechnology]*, (1), 45–48.
- Korneva, O. A., Dunets, E. G., Polozyuk, T. D., & Fedoseeva, A. V. (2020). Otsenka pishchevoi i biologicheskoi tsennosti presnogo testa iz bezglyutenovoi muchnoi smesi [Assessment of the nutritional and biological value of unleavened dough from gluten-free flour mixture]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Pishchevaya tekhnologiya [News of Higher Educational Institutions. Food Technology]*, (1), 96–99. <https://doi.org/10.26297/0579-3009.2020.1.27>
- Korneva, O. A., Dunets, E. G., Polozyuk, T. D., Kanskaya, E. K., & Fedoseeva, A. V. (2019). Tekhnologiya bezglyutenovykh vafel'nykh izdelii na osnove netraditsionnykh vidov rastitel'nogo syr'ya [Technology of gluten-free waffle products based on non-traditional types of vegetable raw materials]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Pishchevaya tekhnologiya [News of Higher Educational Institutions. Food Technology]*, (5–6), 44–47. <https://doi.org/10.26297/0579-3009.2019.5-6.11>
- Masalova, V. V., & Oboturova, N. P. (2016). Perspektivy ispol'zovaniya bezglyutenovogo rastitel'nogo syr'ya v proizvodstve pishchevykh produktov dlya dieticheskogo i profilakticheskogo pitaniya [Prospects for the use of gluten-free plant raw materials in the production of food products for dietary and preventive nutrition]. *Pishchevaya promyshlennost' [Food Industry]*, (3), 16–20.
- Nikitin, I. A., Kulakov, V. G., Korovina, E. S., & Pyreseva, A. I. (2016). Fragmentarnoe issledovanie rynka funktsional'nykh produktov pitaniya iz bezglyutenovogo syr'ya [Fragmentary market research of functional food products from gluten-free raw materials]. *Khleboprodukty [Bread Products]*, (11), 29–31.
- Nikonorova, Yu. Yu., Kosykh, L. A., & Syrkina, L. F. (2022). Issledovanie funktsional'nykh bezglyutenovykh keksov iz sorgovoi muki raznykh sortov [Research of functional gluten-free cupcakes from sorghum flour of different varieties]. *Pishchevaya promyshlennost' [Food Industry]*, (1), 55–58. <https://doi.org/10.52653/PPI.2022.1.1.012>
- Orlova, T. V., & Kudinov, P. I. (2020). Razrabotka retseptury i tekhnologii proizvodstva khleba na osnove bezglyutenovykh muchnykh smesei [Development of a recipe and technology for the production of bread based on gluten-free flour mixtures]. *Polzunovskii vestnik [Polzunovsky Bulletin]*, (2), 50–57. <https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2020.02.010>
- Plotnikova, I. V., Magomedov, G. O., Shevyakova, T. A., Tigranyan, V. Zh., Mirzebalaeva, N. N., & Plotnikov, V. E. (2021). Bezglyutenovye maslyanye biskvity dlya pitaniya detei shkol'nogo vozrasta [Gluten-free butter biscuits for school-age children]. *Khleboprodukty [Bread Products]*, (2), 49–53. <https://doi.org/10.32462/0235-2508-2021-30-2-49-53>
- Popov, V. G., Khairullina, N. G., & Sadykova, Kh. N. (2021). Tendentsii ispol'zovaniya bezglyutenovykh vidov muki v proizvodstve produktsii funktsional'nogo naznacheniya [Trends in the use of gluten-free types of flour in the production of functional products]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologii [Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies]*, 83(1), 121–128. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2021-1-121-128>
- Rybenko, M. V., Nigmatova, E. K., Ushakova, Yu. V., Beloglazova, K. E., Rysmukhambetova, G. E., & Karpunina, L. V. (2021). Retseptura tvorozhnogo sufle dlya bezglyutenovogo pitaniya [Recipe of cottage cheese souffle for gluten-free food]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Pishchevaya tekhnologiya [News of Higher Educational Institutions. Food Technology]*, (4), 45–48. <https://doi.org/10.26297/0579-3009.2021.4.9>

- Ryzhakova, A. V., & Goloviznina, M. S. (2019). Ispol'zovanie al'ternativnykh vidov syr'ya pri sozdanii bezglyutenovoi konditerskoi produktsii [The use of alternative raw materials in the creation of gluten-free confectionery products]. *Pishchevaya promyshlennost'. Nauka i tekhnologii* [Food Industry. Science and Technology], 12(3), 42–48.
- Shaimerdenova, D. A., Makhambetova, A. A., Chakanova, Zh. M., Sarbasova, G. T., Iskakova, D. M., & Bekbolatova, M. B. (2020). Tekhnologii proizvodstva bezglyutenovogo khleba i natsional'nogo muchnogo produkta testa dlya beshbarmaka [Technologies for the production of gluten-free bread and the national flour product dough for beshbarmak]. *Vestnik Almatinskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Almaty Technological University], (2), 82–90.
- Shansharova, D. A., Grivna, L., & Sarsekova, A. K. (2020). Razrabotka retseptury i tekhnologii bezglyutenovogo pechen'ya na osnove prirodnogo rastitel'nogo syr'ya [Development of the recipe and technology of gluten-free cookies based on natural vegetable raw materials]. *Mekhanika i tekhnologii* [Mechanics and Technology], (3), 57–63.
- Sharshunov, V. A., Urbanchik, E. N., Masal'tseva, A. I., & Gal'dova, M. N. (2019). Poluchenie biologicheskii aktivnogo syr'ya iz zerna prosa dlya proizvodstva bezglyutenovykh khlebobulochnykh izdelii [Obtaining biologically active raw materials from millet grain for the production of gluten-free bakery products]. *Vestnik Belorusskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy], (2), 275–279.
- Shchekoldina, T. V. (2019). Razrabotka tekhnologii i otsenka kachestva bezglyutenovogo sakharnogo pechen'ya, obogashchennogo funktsional'nym ingredientom [Technology development and quality assessment of gluten-free sugar cookies enriched with a functional ingredient]. *Promyshlennost' i sel'skoe khozyaistvo* [Industry and Agriculture], (10), 6–15.
- Strelkova, A. K., Krasina, I. B., Filippova, E. V., & Lysenko, A. V. (2021). Vliyanie sakharozamenitelei i pishchevykh volokon na teksturnye svoystva bezglyutenovogo testa i pechen'ya [The effect of sweeteners and dietary fibers on the textural properties of gluten-free dough and cookies]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Pishchevaya tekhnologiya* [News of Higher Educational Institutions. Food Technology], (2–3), 45–49. <https://doi.org/10.26297/0579-3009.2021.2-3.11>
- Ternovskoi, G. V., Filimonova, T. A., Benyash, S. Yu., & Khegai, R. L. (2017). Obogashchenie bezglyutenovogo khleba polnotsennym belkom [Fortification of gluten-free bread with high-grade protein]. *Khlebopechenie Rossii* [Bakery of Russia], (1), 18–19.
- Tiunov, V. M., Kryukova, E. V., & Kokoreva, L. A. (2020). Razrabotka bezglyutenovogo ratsiona pitaniya dlya detei s pishchevoi allergiei [Development of a gluten-free diet for children with food allergies]. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food Industry], (11), 67–69. <https://doi.org/10.24411/0235-2486-2020-10131>
- Urubkov, S. A., Khovanskaya, S. S., & Smirnov, S. O. (2019). Soderzhanie osnovnykh nutrientov v produktakh pererabotki bezglyutenovykh zernovykh kul'tur pri proizvodstve produktsii dlya detskogo pitaniya [The content of the main nutrients in gluten-free grain processing products in the production of baby food products]. *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Pishchevye i biotekhnologii* [Bulletin of the South Ural State University. Food and Biotechnology], 7(4), 32–38.
- Yurchak, V. G., & Rozhno, A. V. (2017). Tekhnologicheskie svoystva kukuruznoi muki, ikh vliyanie na kachestvo polufabrikatov i bezglyutenovykh makaronnykh izdelii [Technological properties of corn flour, their impact on the quality of semi-finished products and gluten-free pasta]. *Vestnik Almatinskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Almaty Technological University], (2), 13–19.
- Zharkova, I. M., Lavrov, S. V., Samokhvalov, A. A., Grebenshchikov, A. V., & Miroshnichenko, L. A. (2019). Razrabotka funktsional'nykh pishchevykh produktov dlya bezglyutenovogo i gerodieticheskogo pitaniya, v tom chisle dlya profilaktiki osteoporoza [Development of functional food products for gluten-free and gerodietic nutrition, including for the prevention of osteoporosis]. *Khleboprodukty* [Bread Products], (12), 53–55. <https://doi.org/10.32462/0235-2508-2019-28-12-53-55>
- Zharkova, I. M., Safonova, Yu. A., Gustinovich, V. G., & Il'eva, T. L. (2020). Razrabotka tekhnologii i otsenka effektivnosti novogo produkta — funktsional'nogo bezglyutenovogo keksa [Technology development and evaluation of the effectiveness of a new product — a functional gluten-free cupcake]. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya* [Storage and Processing of Farm Products], (1), 70–85. <https://doi.org/10.36107/spfp.2020.215>
- Fry, L., Madden, A. M., & Fallaize, R. (2018). An investigation into the nutritional composition and cost of gluten free versus regular food products in the UK. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 31(1), 108–120. <https://doi.org/10.1111/jhn.12502>
- Giuberti G., Fortunati, P., Gallo, A., & Marti, A. (2017). Gluten free rice cookies with resistant starch ingredients from modified waxy rice starches: Nutritional aspects and textural characteristics. *Journal of Cereal Science*, (76), 157–164. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2017.06.008>
- Giuberti, G., & Gallo, A. (2018). Reducing the glycaemic index and increasing the slowly digestible starch content in gluten-free cereal-based foods: A review. *International Journal of Food Science & Technology*, 53(1), 50–60. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13552>
- Ushakova, Y. V., Rysmukhambetova, G. E., Ziruk, I. V., Belova, M. V., & Sadygova, M. K. (2021). Development criteria for gluten-free foods. In *Ensuring sustainable development in the context of agriculture, green energy, ecology and earth science: International scientific and practical conference* (pp. 3–6). IOP Publishing LTD.
- Woomer, J. S., & Adedeji, A. A. (2021). Current applications of gluten-free grains: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 61(1), 14–24. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1713724>