

Тенденции использования безглютеновых видов муки в производстве продукции функционального назначения

Владимир Г. Попов

popovvg@tyuiu.ru

ID 0000-0002-5902-1768

Нурсафа Г. Хайруллина

hajrullinang@tyuiu.ru

ID 0000-0001-7290-3290

Хадия Н. Садыкова

sadykovahn@tyuiu.ru

1 Тюменский индустриальный университет, ул. Володарского, 38, г. Тюмень, 625000, Россия

Аннотация. Научная обзорная статья позволяет оценить актуальность научных исследований безглютеновых хлебобулочных и кондитерских изделий, произведенных на основе второстепенных видов муки и мучных смесей, современных источников нетрадиционных видов плодово-ягодного сырья, инновационных технологий, функциональных ингредиентов, предназначенных для поддержания здоровья населения, страдающего непереносимостью глютена. Большое внимание уделяется использованию в производстве хлеба муки из семян амаранта, которые обладают большей биологической ценностью по сравнению с традиционными видами муки. Добавление, наряду с амарантовой мукой в тесто муки из клубней чуфы, морковного, рябинового, тыквенного, яблочного и других порошков позволяет расширить рацион питания больных с симптомами непереносимости глютена. В частности, порошок из яблок способствуют профилактике сердечно-сосудистых заболеваний, избыточного веса, выведению тяжелых металлов из организма, препятствуют развитию атрофии скелетных мышц, а морковного порошка - ускорению восстановления после нервного срыва, длительного стресса, укрепляет сердечную мышцу, улучшает проходимость сосудов, повышает иммунитет, предотвращают развитие атеросклероза, гипертонии и др. показателей. Продолжают совершенствоваться технологии производства безглютеновых изделий на основе муки из семян амаранта в смеси с кукурузной или рисовой мукой, что значительно повышает пищевую ценность этих изделий и расширяет ассортимент доступных по цене безглютеновых продуктов питания отечественного производства. Другим примером являются круассаны, выпеченные на основе рисовой, гречневой, льняной, миндальной муки и муки Теффа. Анализ органолептических и физико-химических показателей показал, что они отвечают требованиям качества и высоким вкусо-ароматическим характеристикам. Безглютеновый хлеб на основе муки чиа, гречихи, льна, сои, амаранта, просо, тапиоки, сорго, гороха, киноа, рисовой и люпиновой муки содержит высокое количество пищевых волокон, положительно влияющих на количественный и качественный состав микрофлоры кишечника и способствует сохранению свежести хлебобулочных изделий. Несмотря на общность существующих подходов в производстве безглютеновых продуктов, ученые предлагают дополнять существующие рецепты второстепенными видами муки, плодово-ягодными и другими компонентами функционального назначения. Таким образом, проблематика использования безглютеновых видов муки в производстве продукции функционального назначения остается объектом повышенного научного внимания со стороны ученых, производителей и потребителей.

Ключевые слова: безглютеновая продукция, безглютеновая мука, амарантовая мука, рисовая мука, безглютеновая диета, глютен, целиакия

Trends in the use of gluten-free flours in the production of functional products

Vladimir G. Popov

popovvg@tyuiu.ru

ID 0000-0002-5902-1768

Nursafa G. Hajrullina

hajrullinang@tyuiu.ru

ID 0000-0001-7290-3290

Hadia N. Sadykova

sadykovahn@tyuiu.ru

1 Tyumen Industrial University, Voladarskiy Str., 38, Tyumen, 625000, Russia

Abstract. The scientific review article allows to evaluate the relevance of scientific research of gluten-free bakery and confectionery products produced on the basis of secondary types of flour and flour mixtures, modern sources of non-traditional types of fruit and berry raw materials, innovative technologies, functional ingredients, designed to maintain the health of the population suffering from gluten intolerance. Much attention is paid to the use of amaranth seed flour in bread production, which has a higher biological value compared to traditional types of flour. Adding, along with amaranth flour, chufa tuber flour, carrot, rowan, pumpkin, apple and other powders to the dough can expand the diet of patients with symptoms of gluten intolerance. In particular, the apple powder contribute to the prevention of cardiovascular disease, excess weight, removal of heavy metals from the body, prevent the development of atrophy of the skeletal muscles, and carrot powder - speed recovery from a nervous breakdown, prolonged stress, strengthen the heart muscle, improve blood vessels, enhance immunity, prevent the development of atherosclerosis, hypertension, etc. The technology of production of gluten-free products based on amaranth seed flour mixed with corn or rice flour continues to be improved, which significantly increases the nutritional value of these products and expands the range of affordable gluten-free food products of domestic production. Another example is croissants baked on the basis of rice, buckwheat, flaxseed, almond and Teff flour. The analysis of organoleptic and physicochemical parameters showed that they meet the requirements of quality and high taste and aroma characteristics. Gluten-free bread based on chia flour, buckwheat flour, flax, soybean, amaranth, millet, tapioca, sorghum, peas, quinoa, rice and lupine flours contain a high amount of dietary fiber, positively influencing the quantitative and qualitative composition of intestinal microflora and helping to preserve the freshness of baked products. Despite the commonality of existing approaches in the production of gluten-free products, scientists suggest supplementing the existing recipes with secondary types of flour, fruit and berry and other functional components. Thus, the problem of using gluten-free flours in the production of functional products remains the object of increased scientific attention on the part of scientists, manufacturers and consumers.

Keywords: gluten-free products, gluten-free flour, amaranth flour, rice flour, gluten-free diet, gluten, celiac disease

Для цитирования

Попов В.Г., Хайруллина Н.Г., Садыкова Х.Н. Тенденции использования безглютеновых видов муки в производстве продукции функционального назначения // Вестник ВГУИТ. 2021. Т. 83. № 1. С. 121–128. doi:10.20914/2310-1202-2021-1-121-128

For citation

Popov V.G., Hajrullina N.G., Sadykova H.N. Trends in the use of gluten-free flours in the production of functional products. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2021. vol. 83. no. 1. pp. 121–128. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2021-1-121-128

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

Введение

Актуальность представленного научного обзора заключается в получении современных теоретико-методологических знаний в производстве хлебобулочных и кондитерских изделий функционального назначения с использованием безглютеновых видов муки.

Цель исследования – изучение рецептурных ингредиентов и инновационных технологий, позволяющих расширить ассортимент безглютеновой продукции, полностью исключать содержание клейковины, что окажет благоприятное воздействие на организм людей, страдающих целиакией.

Несмотря на хорошую изученность, продолжают научные исследования по разработке новых рецептур продукции с использованием безглютеновых видов муки для расширения ассортимента готовой продукции и включение её в безглютеновую диету, обеспечивая больных целиакией жизненно необходимыми нутриентами, способствующих стабилизации тонкого кишечника желудочно-кишечного тракта, снижению материальных и психологических трудностей, с которыми они сталкиваются ежедневно.

В работе приведены результаты исследований по формированию показателей качества хлебобулочной и кондитерской продукции функционального назначения с использованием безглютеновых видов муки. Одним из путей улучшения состояния здоровья людей, страдающих непереносимостью белка глютена, является пожизненная безглютеновая диета, основанная на употреблении пищевых функциональных и специализированных продуктах. Анализ российского рынка безглютеновых продуктов промышленного производства показал, что значительный удельный вес занимает импортная хлебобулочная, мучная кондитерская продукция и макаронные изделия. Согласно прогнозам компании Marketsandmarkets.com, рынок безглютеновых продуктов к 2020 году возрастет на 10,4 % по сравнению с 2015 г. В России объем продаж безглютеновой продукции оценивается в 63,4 млн. долл., что значительно ниже уровня продаж в странах – лидерах потребления: в 36 раз меньше, чем в США, в 5 раз меньше, чем в Великобритании, но в 2 раза больше, чем в Швеции [26].

По мнению Vader L.W., de Ru A., van der Wal Y., Kooy Y.M., Benckhuijsen W., Mearin M.L., Drijfhout J.W., van Veelen P., Koning F. глютен представляет собой сложную смесь богатых глутамином и пролином глиадинов и глютеинов, которые ответственны за развитие целиакии. Вследствие аминокислотного состава глютеинов их специфические части довольно устойчивы

к протеолитическому расщеплению в желудочно-кишечном тракте человека. В результате этого в ЖКТ накапливаются специфические, богатые пролином пептиды, приводящие к нежелательным симптомам, таким как непереносимость различных пептидов, образующихся из глютена [31].

Проникновение глютена в организм становится причиной разрушения ворсинок-энтероцитов, от чего нарушается процесс всасывания питательных элементов, общее состояние человека ухудшается, возникают сбои в работе желудка [25].

Учеными и специалистами установлено, что единственным приемлемым средством для лечения целиакии является диета свободная от глютена, которой пациент должен придерживаться всю жизнь [2–3, 5, 21–23, 30–33]. Согласно Пищевому кодексу (Codex Alimentarius) свободным от глютена считается пищевой продукт, в котором концентрация глютена составляет менее чем 20 м.д. (миллионных долей).

По определению ВОЗ, под безглютеновой диетой подразумевают рацион, который полностью исключает пищу с содержанием клейковины. Строгая пожизненная безглютеновая диета является единственным эффективным и научным методом борьбы с целиакией и симптомами, связанными с данной патологией [3, 5].

Соблюдать безглютеновую диету, по мнению Бавыкиной И.А., Логиновой И.И., затруднительно особенно для малолетних пациентов и его родителей. Ребенок не осознает, чем чревато для него не соблюдение или нарушение диеты. Затруднения могут возникнуть не дома, а при посещении детского сада, школы, поскольку только специалисты могут ориентироваться в продуктах, содержащих глютен, но в указанных учреждениях могут готовить блюда с содержанием скрытого глютена. Зачастую семья имеет низкий доход и не может позволить приобретать безглютеновые продукты, цена которых выше аналогичной глютенной продукции в 3–5 и более раз. По этой причине в некоторых семьях больной ребенок подвержен психологическому прессингу [2].

Исследования Шепарда С. и Гибсона П. показали, что у пациентов с целиакией, соблюдающих безглютеновую диету, наблюдается снижение потребления крахмала, пищевых волокон, а у каждой десятой женщины, больной целиакией, – потребление тиамина, фолиевой кислоты, витамина А, магния, кальция и железа [30]. В результате анкетного опроса, проведенного Козубаевой Л.А., Кузьминой С.С., Вишняк М.Н., выяснилось, что болезнь целиакии довольно «молодая». Чаще болеют дети до 12 лет, каждый пятый больной целиакией – молодые люди от 21 до 35 лет [18].

Обсуждение

Для российского рынка безглютеновой продукции амарантовая мука и изделия на ее основе являются новыми, но достаточно ценными из-за особого химического состава, а именно отсутствия белковой фракции проламинов. Данное преимущество позволяет использовать изделия на основе амарантовой муки пациентам, которые нуждаются в безглютеновой диете. Амарантовая мука, отмечают Звягин А.А., Бавыкина И.А., Жаркова И.М., Мирошниченко Л.А., имеет большую биологическую ценность по сравнению с традиционными видами муки [17].

При изучении аминокислотного состава амарантовой муки Жаркова И.М., Мирошниченко Л.А., Звягин А.А., Бавыкина И.А. выявили, что она имеет более оптимальный состав, чем пшеничная, манная и рисовая мука [10]. А Шмалько Н.А., Чалова И.А., Моисеенко Н.А., Ромашко Н.Л., исследовав состав амарантовой муки трех видов (первого сорта, белковой полуобезжиренной, крупки), доказали их преимущества по сравнению с пшеничной и ржаной мукой [29].

Жаркова И.М., Сафонова Ю.А., Густинович В.Г. и Ильева Т.Л. разработали технологию производства безглютенового кекса с применением амарантовой муки, муки из клубней чуфы, морковного и яблочного порошков, а также смеси стевии и изомальта. Данными авторами предложены шесть вариантов рецептур безглютенового кекса [12]. Более того, возможность включения данных кексов в рацион питания больных с симптомами непереносимости глютена подтверждена с участием добровольцев.

Жаркова И.М., Мирошниченко Л.А. и Росляков Ю.Ф. доказали возможность применения сухих заквасок в технологии безглютенового хлеба из амарантовой муки. Для этого в качестве рецептурных компонентов использовали биологические сухие закваски О-Тентик и О-Тентик Дурум, которые позволяют улучшить качество хлеба из амарантовой муки. Исследования ученых подтвердили, что внесение сухих биологических заквасок сокращает продолжительность технологического цикла на 30 минут и позволяют приблизить запах хлеба на основе амарантовой муки к запаху, свойственному хлебу, приготовленному традиционным способом [11].

Жаркова И.М., Сафонова Ю.А., Густинович В.Г., Ильева Т.Л. обосновали, что введение в состав безглютеновых изделий амарантовой муки, муки из клубней чуфы и тонкодисперсных овощных и фруктовых порошков улучшает состав безглютеновых продуктов питания. Ученым удалось математически формализовать модель рецептурного состава безглютеновых

изделий, где в качестве целевой функции выступает величина отклонения количества незаменимых аминокислот в белке проектируемого продукта от идеального белка, а ограничения – желаемые значения содержания в готовом продукте белка, усвояемых углеводов, пищевых волокон и кальция [12].

Жарковой И.М., Густиновичем В.Г., Самохваловым А.А., Колеевой Т.Н., Тихоновой М.Ю., Слепокуровой Ю.И. запатентован способ производства безглютенового хлеба, включающий приготовление теста из бесклейкового сырья, содержащего амарантовую муку. С целью витаминизации и повышения биологической ценности использовали тонкодисперсные порошки из яблока и моркови. Яблочный порошок характеризуется высоким содержанием органических кислот, витаминов, минеральных веществ, пищевых волокон. Продукты с добавлением порошка из яблок способствуют профилактике сердечно-сосудистых заболеваний, избыточного веса, выведению тяжелых металлов из организма, препятствуют развитию атрофии скелетных мышц. Морковь содержит флавоноиды, витамины, макро- и микроэлементы и способствует ускорению восстановления после нервного срыва, длительного стресса, укреплению сердечной мышцы, улучшению проходимости сосудов, повышению иммунитета, предотвращению развития атеросклероза, гипертонии, катаракты, преждевременного старения [13].

Егоровой Е.Ю. и Резниченко И.Ю. разработан полуфабрикат безглютеновых кексов на основе муки из семян амаранта, которую вводили в тесто в виде однородной смеси с кукурузной или рисовой мукой, в пределах от 5,0 до 25,0 % от общего количества муки. Это позволяет значительно повысить пищевую ценность изделий и пополнить ассортимент доступных по цене безглютеновых продуктов питания отечественного производства [9].

Магомедов Г.О., Шевякова Т.А., Плотникова И.В., Чернышова, Мазина И.А., Мирошниченко Л.А., разработали бисквиты на основе амарантовой муки повышенной пищевой ценности, которая обладает хорошей антиоксидантной активностью. Разработанная технология перспективна и востребована на рынке кондитерских изделий [19].

Чугунова О.В., Лейберова Н.В. и Пастушкова Е.В. теоретически обосновали и экспериментально подтвердили технологию производства сахарного печенья и кекса на основе второстепенных видов муки, а именно рисовой и кукурузной с добавлением яблочного и рябинового порошка. Авторами в качестве прототипа был выбран способ производства безглютенового кондитерского изделия на основе крахмалсодержащего

теста, кроме того произведен расчет конкурентной цены на разработанные рецептуры мучных кондитерских изделий из безглютеновых видов муки. Полученные данные показали, что предложенная технология производства мучных кондитерских изделий из второстепенных видов муки является перспективной, и позволит обеспечить больных целиакией жизненно необходимыми нутриентами. [28].

Меркулова Е.Г., Извекова Е.В., Ладнова О.Л. и Меркулов А.И. предложили использовать при производстве безглютеновых вафель соевую, кукурузную и гречневую муку, которые дополняют друг друга по содержанию пищевых веществ. Для оценки пищевой ценности определяли перевариваемость и степень усвояемости белков *in vitro* разработанного изделия по методу Ансона. Авторы пришли к выводу, что применение безглютенового сырья и настоев листьев стевии при производстве вафельных листов способствует улучшению органолептических, физико-химических и микробиологических показателей качества и безопасности [21].

При производстве безглютеновых видов хлеба Хмелевская А.В. и Бурнацева А.А. использовали кукурузную муку и кукурузный крахмал из зерен белой кукурузы. Ученые выявили, что водопоглотительная способность муки из зерна белой кукурузы низкая, поскольку она содержит мало белковых веществ. Более того, в кукурузной муке из белого зерна содержание сахаров меньше, что является важным показателем, влияющим на процесс брожения в тесте [4]. Айрумян В.Ю. и Сокол Н.В. предложили использовать кукурузную, рисовую муку и мучку. Для создания технологии производства продуктов функционального назначения на основе перечисленных видов безглютеновой муки, авторы предложили вносить в тесто пектин в количестве 0,5 % к массе муки [1]. Резниченко И.Ю., Бородулин Д.М. и Пикулина Н.С. разработали модельные образцы круассанов, выпеченных на основе рисовой, гречневой, льняной, миндальной муки и муки Теффа. На основании оценки органолептических и физико-химических показателей они доказали, что круассаны отвечают требованиям качества и высоким вкусо-ароматическим характеристикам [24]. Черникова Д.А., Тимошенкова И.А., Москвичева Е.В. предложили при производстве мучных кондитерских и булочных изделий заменить пшеничную муку на безглютеновую смесь из тыквенной муки, крахмала, свекловичных пищевых волокон [27].

Л.В. Зайцевой, Т.А. Юдиной, Н.В. Рубановой, А.Ю. Юдиным, А.Н. Спириговым запатентован способ производства безглютенового хлеба, включающий приготовление теста из

бесклейковинного сырья, содержащего смесь муки чиа и рисовой муки, в тесто дополнительно вводят люпиновую муку в количестве 4–20 % от массы бесклейковинного сырья, а также – муку из гречихи, льна, сои, амаранта, просо, тапиоки, сорго, гороха, киноа. Мука из семян чиа содержит высокое количество пищевых волокон, положительно влияющих на количественный и качественный состав микрофлоры кишечника и способствует сохранению свежести хлебобулочных изделий [16].

Дубровской Н.О., Савкиной О.А., Кузнецовой Л.И., Парахиной О.И. запатентован способ производства безглютенового хлеба, предусматривающий замес теста с использованием заквашенного безглютенового полуфабриката, приготовленного из рисовой и соевой муки в соотношении 2:1, смеси мучной бесклейковинной (кукурузный крахмал, изолят соевого белка, соевый лецитин, цитрусовые волокна, сахар песок, соль и рябиновый порошок) [8].

Жарковой И.М., Мирошниченко Л.А., Росляковым Ю.Ф., Кликонос А.А. запатентован способ производства безглютенового хлеба на основе амарантовой муки, являющейся источником полноценного по аминокислотному составу белка, физиологически активных липидов (фитостеролов, токоферолов, сквалена), легкоусвояемых моно- и полисахаридов, значительного количества витаминов и минеральных веществ [14].

Дубровской Н.О., Кузнецовой Л.И., Парахиной О.И. и Савкиной О.А. запатентован способ производства безглютенового хлеба с использованием бесклейковинной смеси рисовой муки. Введение в бесклейковинную смесь цитрусовых волокон и рябинового порошка приводит к увеличению водопоглотительной способности теста за счет высокой влагоудерживающей способности цитрусовых волокон и высокой степени этерификации водорастворимого пектина рябинового порошка, что положительно скажется на формировании хлеба и на формировании выпуклой верхней корки. Кроме того, рябиновый порошок, содержащий значительное количество различных органических кислот, а также богатый витаминный и минеральный состав, и цитрусовые волокна позволяют получить безглютеновый хлеб с более выраженным и гармоничным вкусом и запахом, повышенным удельным объемом и пищевой ценностью [7].

Следует отметить, что разработкой технологий производства безглютенового хлеба и мучных кондитерских изделий для больных целиакией успешно занимаются ученые, представляющие различные научные школы, среди них Заворохина Н.В., Извекова Е.В., Кудинов П.И., Ладнова О.Л., Меркулов А.И., Меркулова Е.Г.,

Никитин И.А., Орлова Т.В., Поснова Г.В., Семенкина Н.Г., Чугунова О.В., Школьников М.В. [21–23]. Так, Заворохиной Н.В., Чугуновой О.В. были разработаны и апробированы различные варианты рецептов и технологий приготовления на основе рисовой, кукурузной, нутовой, соевой, льняной, амарантовой муки. В качестве компонента, способного заменить клейковину и выступить в качестве агента, увеличивающего эластичность и пластичность теста, использован кукурузный и картофельный крахмал [15].

Меренкова С.П., Потороко И.П., Чеканова Е.В. исследовали методологические подходы оценки потребительских свойств безглютеновых кондитерских изделий, выработанных на основе рисовой, льняной и конопляной муки для расширения линейки диетических безглютеновых продуктов питания, предназначенных для больных с целиакией и нарушением усвоения глютена. Авторам удалось доказать, что названные виды муки характеризуются низким содержанием эссенциальных нутриентов и высоким гликемическим индексом [20].

Заключение

Хлебобулочные изделия составляют рацион большинства населения мира, в зависимости от культуры потребления в каждом регионе сложились свои традиции его производства и потребления. Не зависимо от места проживания, в мире растет число людей, страдающих непереносимостью пшеничного белка. Поскольку целиакия предполагает пожизненную строгую диету, то ученые всего мира стремятся к тому, чтобы безглютеновые продукты отличались простой рецептурой, были доступными и позволяли разнообразить рацион больных целиакией жизненно необходимыми нутриентами. В статье представлены современные рецепты и инновационные технологии производства мучных и кондитерских изделий на основе безглютеновой муки и мучных смесей. Проведенный анализ научной литературы и патентной базы позволяет сформулировать вывод об актуальности научных исследований и перспективности производства безглютеновых продуктов, особенно производимых из второстепенных видов муки.

Литература

- 1 Айрумян В.Ю., Сокол Н.В. Использование безглютеновых видов муки в производстве мучных изделий // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: сборник тезисов по материалам Всероссийской (национальной) конференции. Краснодар, 2019. С. 217–218.
- 2 Бавыкина И.А., Логвинова И.И. Влияние длительной безглютеновой диеты на физическое развитие детей // Материалы XXIII съезда Физиологического общества им. И.П. Павлова с международным участием. Воронеж, 2017. С. 2569–2571.
- 3 Бельмер С.В. Современные принципы диетотерапии целиакии // Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2012. № 57(6). С. 97–100.
- 4 Бурнацева А.А., Хмелевская А.В. Технологические характеристики безглютеновых видов сырья из зерна белой кукурузы // Актуальные проблемы биологии и экологии: материалы международной научно-практической конференции. 2018. С. 131–136.
- 5 Губская Е.Ю. Нарушение безглютеновой диеты и внешнесекреторная недостаточность поджелудочной железы как две основные причины неудовлетворительных результатов лечения целиакии // Сучасна гастроентерологія. 2008. № 4. С. 57–60.
- 6 Домбровская Я.П., Аралова С.И. Разработка рецептов безглютеновых мучных кулинарных изделий повышенной пищевой ценности // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 141–147. doi: 10.20914/2310-1202-2016-4-141-147
- 7 Пат. № 2573327, RU, A21D 8/02, 2/36, 13/04. Способ производства безглютенового хлеба с использованием бесклейковинной смеси / Дубровская Н.О., Кузнецова Л.И., Парахина О.И., Савкина О.А. № 2014138401/13; Заявл. 24.09.2014; Оpubл. 20.01.2016, Бюл. № 2.
- 8 Пат. № 2662775, RU, A21D 13/04. Способ производства безглютенового хлеба с использованием заквашенного полуфабриката / Дубровская Н.О., Савкина О.А., Кузнецова Л.И., Парахина О.А. № 2016150133; Заявл. 20.12.2016; Оpubл. 30.07.2018, Бюл. № 22.
- 9 Егорова Е.Ю., Резниченко И.Ю. Разработка пищевого концентрата – полуфабриката безглютеновых кексов с амарантовой мукой // Техника и технология пищевых производств. 2018. Т.48. № 2. С. 36–45. doi: 10.21603/2074-9414-2018-2-36-45
- 10 Жаркова И.М., Мирошниченко Л.А., Звягин А.А., Бавыкина И.А. и др. Амарантовая мука: характеристика, сравнительный анализ, возможности применения // Вопросы питания. 2014. Т.83. № 1. С. 67–73.
- 11 Жаркова И.М., Мирошниченко Л.А., Росляков Ю.Ф. Исследование возможности применения традиционных сухих заквасок в технологии хлеба из амарантовой муки // Хлебопродукты. 2017. № 4. С. 44–46.
- 12 Жаркова И.М., Сафонова Ю.А., Густиневич В.Г., Ильева Т.Л. Разработка технологии и оценка эффективности нового продукта – функционального безглютенового кекса // Хранение и переработка сельхозсырья. 2020. № 1. С. 70–85. doi: 10.36107/spfr.2020.215

- 13 Пат. № 2718517, RU, A21D 13/04. Способ производства безглютенового хлеба / Жаркова И.М., Густинович В.Г., Самохвалов А.И., Колева Т.Н., Тихонова М.Ю., Слепокурова Ю.И. № 2019122617; Заявл. 18.07.2019; Опубл. 08.04.2020, Бюл. № 10.
- 14 Пат. № 2579257, RU, A21D 13/04. Способ производства безглютенового хлеба / Жаркова И.М., Мирошниченко Л.А., Росляков Ю.Ф., Кликонос А.А. № 2015102878/13; Заявл. 28.01.2015; Опубл. 10.04.2016, Бюл. № 10.
- 15 Заворохина Н.В., Чугунова О.В. Проблема целиакии в Российской Федерации и моделирование рецептур безглютеновых видов хлеба // *Современные технологии*. 2016. № 1(52). С. 47–53
- 16 Пат. № 2693092, RU, A21D 13/04, 13/066, 8/02. Способ производства безглютенового хлеба / Зайцева Л.В., Юдина Т.А., Рубан Н.В., Юдин А.Ю., Спириговы А.Н. № 2019108197; Заявл. 21.03.2019; Опубл. 01.07.2019, Бюл. № 19.
- 17 Звягин А.А., Бавыкина И.А., Жаркова И.М., Мирошниченко Л.А. Потенциальные возможности амарантовой муки, как продукта без глютена // *Вопросы питания*. 2015. № 13. № 2. С. 46–51.
- 18 Козубаева Л.А., Кузьмина С.С., Вишняк М.Н. Безглютеновое печенье из смеси рисовой и гречневой муки // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2010. № 7(69). С. 62–65.
- 19 Магомедов Г.О., Шевякова Т.А., Плотникова И.В., Чернышова, Мазина И.А., Мирошниченко Л.А., Сбивные безглютеновые мучные кондитерские изделия на основе амарантовой муки // *Наука технология*. 2014. № 6. С. 47–49.
- 20 Меренкова С.П., Потороко И.П., Чеканова Е.В. Методологические подходы оценки потребительских свойств безглютеновых мучных кондитерских изделий // *Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК-продукты здорового питания*. 2020. № 2. С. 8–16. doi: 10.24411/2311-6447-2020-10037
- 21 Меркулова Е.Г., Извекова Е.В., Ладнова О.Л., Меркулов А.И. Разработка технологии мучных кондитерских изделий для больных целиакией // *Вестник ОрелГИЭТ*. 2017. № 3(41) С. 129–138.
- 22 Никитин И.А., Семенкина Н.Г., Поснова Г.В. Разработка рецептур безглютеновых пряников с улучшенными потребительскими свойствами // *Хлебопродукты*. 2018. № 8. С. 34–37.
- 23 Орлова Т.В., Кудинов П.И., Работка рецептуры и технологии производства хлеба на основе безглютеновых мучных смесей // *Ползуновский вестник*. 2020. № 2. С. 50–57. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2020.02.010
- 24 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
- 25 Рецепты здоровья. Лечение заболеваний с помощью традиционных средств и методов, 2008–2019. URL: <https://nmedik.org/bezglutenovaya-dieta.html>
- 26 Kautto E., Rydén P.J., Ivarsson A., Olsson C. et al. What happens to food choices when a gluten-free diet is required? A prospective longitudinal population-based study among Swedish adolescent with coeliac disease and their peers // *Journal of nutritional science*. 2014. V. 3. doi:10.1017/jns.2013.24
- 27 Черникова Д.А., Тимошенкова И.А., Москвичева Е.В. Разработка технологии и рецептуры безглютеновых мучных кондитерских изделий с использованием вторичных продуктов переработки тыквы // *Материалы научной конференции с международным участием Неделя науки СПбПУ*. СПб, 2017. С. 95–98.
- 28 Чугунова О.В., Лейберова Н.В., Пастушкова Е.В. Технологические аспекты разработки безглютеновых мучных кондитерских изделий // *Современные проблемы науки и образования*. 2015. № 1–1. С. 186–192.
- 29 Шмалько Н.А., Чалова И.А., Моисеенко Н.А., Ромашко Н.Л. Особенности микроструктуры и химического состава продуктов переработки зерна амаранта // *Техника и технология пищевых производств*. 2011. № 1(20). С. 57–63.
- 30 Shepherd S.J., Gibson P.R. Nutritional inadequacies of the gluten-free diet in both recently-diagnosed and long-term patients with coeliac disease // *Journal of Human Nutrition and Dietetics*. 2013. V. 26. № 4. P. 349-358. doi: 10.1111/jhn.12018
- 31 Hoppe C., Trolle E., Gondolf U., Husby S. Gluten intake in 6–36-month-old Danish infants and children based on a national survey // *Journal of Nutritional Science*. 2013. V. 2. doi:10.1017/jns.2013.1
- 32 Rai S., Kaur A., Chopra C.S. Gluten-Free Products for Celiac Susceptible People // *Front. Nutr.* 2018. V. 5. P. 116. doi: 10.3389/fnut.2018.00116
- 33 Scherf K.A., Catassi C., Chirido F., Ciclitira P.J. et al. Recent Progress and Recommendations on Celiac Disease From the Working Group on Prolamin Analysis and Toxicity // *Front. Nutr.* 2020. V. 7. P. 29. doi: 10.3389/fnut.2020.00029


References

- 1 Ayrumyan V.Yu., Sokol N.V. The use of gluten-free types of flour in the production of flour products. Scientific support of the agro-industrial complex: a collection of abstracts based on the materials of the All-Russian (national) conference. Krasnodar, 2019. pp. 217–218. (in Russian).
- 2 Bavykina I.A., Logvinova I.I. The influence of a long-term gluten-free diet on the physical development of children. Proceedings of the XXIII Congress of the Physiological Society. I.P. Pavlova with international participation. Voronezh, 2017, pp. 2569–2571. (in Russian).
- 3 Belmer S.V. Modern principles of diet therapy for celiac disease. *Russian Bulletin of Perinatology and Pediatrics*. 2012. no. 57 (6). pp. 97-100. (in Russian).
- 4 Burnatseva A.A., Khmelevskaya A.V. Technological characteristics of gluten-free raw materials from white corn grain. Actual problems of biology and ecology: materials of the international scientific and practical conference. 2018. pp. 131–136. (in Russian).


- 5 Gubskaya E.Yu. Violation of a gluten-free diet and exocrine pancreatic insufficiency as two main reasons for unsatisfactory results in celiac disease treatment. Suchasna gastroenterology. 2008. no. 4. pp. 57-60. (in Russian).
- 6 Dombrovskaya Ya.P., Aralova S.I. Development of recipes for gluten-free flour culinary products of increased nutritional value. Proceedings of VSUET. 2016. no. 4. pp. 141-147. doi: 10.20914 / 2310-1202-2016-4-141-147 (in Russian).
- 7 Dubrovskaya N.O., Kuznetsova L.I., Parakhina O.I., Savkina O.A. Method of production of gluten-free bread using gluten-free mixture. Patent RF, no. 2573327, 2016.
- 8 Dubrovskaya N.O., Savkina O.A., Kuznetsova L.I., Parakhina O.A. Method of production of gluten-free bread using fermented semi-finished products. Patent RF, no. 2662775, 2018.
- 9 Egorova E.Yu., Reznichenko I.Yu. Development of a food concentrate – a semi-finished product of gluten-free muffins with amaranth flour. Technics and technology of food production. 2018. vol. 48. no. 2. pp. 36-45. doi: 10.21603/2074-9414-2018-2-36-45(in Russian).
- 10 Zharkova I.M., Miroshnichenko L.A., Zvyagin A.A., Bavykina I.A. et al. Amaranth flour: characteristics, comparative analysis, application possibilities. Nutrition issues. 2014. vol.83. no. 1. pp. 67-73. (in Russian).
- 11 Zharkova I.M., Miroshnichenko L.A., Roslyakov Yu.F. Investigation of the possibility of using traditional dry starter cultures in the technology of bread from amaranth flour. Khleboпродукты. 2017. no. 4. pp. 44-46. (in Russian).
- 12 Zharkova I.M., Safonova Yu.A., Gustinovich V.G., Ilieva T.L. Development of technology and assessment of the effectiveness of a new product - functional gluten-free cake. Storage and processing of agricultural raw materials. 2020. no. 1. pp. 70-85. doi: 10.36107/spfp.2020.215 (in Russian).
- 13 Zharkova I.M., Gustinovich V.G., Samokhvalov A.I., Koleva T.N. et al. Method of producing begluten bread. Patent RF, no. 2718517, 2019.
- 14 Zharkova I.M., Miroshnichenko L.A., Roslyakov Y.F., Klikonos A.A. Method of gluten-free bread production. Patent RF, no. 2579257, 2016.
- 15 Zavorokhina N.V., Chugunova O.V. The problem of celiac disease in the Russian Federation and modeling of gluten-free bread recipes. Modern Technologies. 2016. no. 1(52). pp. 47-53. (in Russian).
- 16 Zaitseva L.V., Yudina T.A., Ruban N.V., Yudin A.Y., Spiruygov A.N. Method of gluten-free bread production. Patent RF, no. 2693092, 2019.
- 17 Zvyagin A.A., Bavykina I.A., Zharkova I.M., Miroshnichenko L.A. Potential possibilities of amaranth flour as a gluten-free product. Nutrition issues. 2015. vol. 13. no. 2. pp. 46-51. (in Russian).
- 18 Kozubaeva L.A., Kuzmina S.S., Vishnyak M.N. Gluten-free cookies from a mixture of rice and buckwheat flour. Bulletin of the Altai State Agrarian University. 2010. no. 7 (69). pp. 62-65. (in Russian).
- 19 Magomedov G.O., Shevyakova T.A., Plotnikova I.V. et al. Whipped gluten-free flour confectionery products based on amaranth flour. Science Technology. 2014. no. 6. pp. 47-49. (in Russian).
- 20 Merenkova S.P., Potoroko I.P., Chekanova E.V. Methodological approaches to assessing the consumer properties of gluten-free flour confectionery products. Technologies of food and processing industry AIC-healthy food products. 2020. no. 2. pp. 8-16. doi: 10.24411/2311-6447-2020-10037 (in Russian).
- 21 Merkulova E.G., Izvekova E.V., Ladnova O.L., Merkulov A.I. Development of the technology of flour confectionery products for celiac patients. Bulletin of OrelGIET. 2017. no. 3 (41) pp. 129-138. (in Russian).
- 22 Nikitin I.A., Semenkina N.G., Posnova G.V. Development of recipes for gluten-free gingerbread with improved consumer properties. Khleboпродукты. 2018. no. 8. pp. 34-37. (in Russian).
- 23 Orlova T.V., Kudinov P.I., Development of recipes and technologies for the production of bread based on gluten-free flour mixtures. Polzunovsky Bulletin. 2020. no. 2. pp. 50-57. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2020.02.010 (in Russian).
- 24 Reznichenko I.Yu., Borodulin D.M., Pikulina N.S. Formulation development and quality assessment of gluten-free flour products. Polzunovskiy Vestnik. 2020. no. 2. pp. 82-86. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2020.02.016 (in Russian).
- 25 Recipes for health. Treatment of diseases using traditional means and methods, 2008-2019. Available at: <https://nmedik.org/bezglutenovaya-dieta.html> (in Russian).
- 26 Kautto E., Rydén P.J., Ivarsson A., Olsson C. et al. What happens to food choices when a gluten-free diet is required? A prospective longitudinal population-based study among Swedish adolescent with coeliac disease and their peers. Journal of nutritional science. 2014. vol. 3. doi:10.1017/jns.2013.24
- 27 Chernikova D.A., Timoshenkova I.A., Moskvicheva E.V. Development of technology and recipes for gluten-free flour confectionery products using secondary pumpkin processing products. Materials of a scientific conference with international participation SPbPU Science Week. SPb, 2017. pp. 95-98. (in Russian).
- 28 Chugunova O.V., Leiberova N.V., Pastushkova E.V. Technological aspects of the development of gluten-free flour confectionery products. Modern problems of science and education. 2015. no. 1-1. pp. 186-192. (in Russian).
- 29 Shmalko N.A., Chalova I.A., Moiseenko N.A., Romashko N.L. Features of the microstructure and chemical composition of amaranth grain processing products. Technics and technology of food production. 2011. no. 1 (20). pp. 57-63. (in Russian).
- 30 Shepherd S.J., Gibson P.R. Nutritional inadequacies of the gluten-free diet in both recently-diagnosed and long-term patients with coeliac disease. Journal of Human Nutrition and Dietetics. 2013. vol. 26. no. 4. pp. 349-358. doi: 10.1111/jhn.12018
- 31 Hoppe C., Trolle E., Gondolf U., Husby S. Gluten intake in 6-36-month-old Danish infants and children based on a national survey. Journal of Nutritional Science. 2013. vol. 2. doi:10.1017/jns.2013.1
- 32 Rai S., Kaur A., Chopra C.S. Gluten-Free Products for Celiac Susceptible People. Front. Nutr. 2018. vol. 5. pp. 116. doi: 10.3389/fnut.2018.00116
- 33 Scherf K.A., Catassi C., Chirido F., Ciclitira P.J. et al. Recent Progress and Recommendations on Celiac Disease From the Working Group on Prolamin Analysis and Toxicity. Front. Nutr. 2020. vol. 7. pp. 29. doi: 10.3389/fnut.2020.00029

Сведения об авторах

Владимир Г. Попов д.т.н., профессор, кафедра товароведения и технологии продуктов питания, Тюменский индустриальный университет, ул. Володарского, 38, г. Тюмень, 625000, Россия, popovvg@tyuiu.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-5902-1768>

Нурсафа Г. Хайруллина д.с.н., профессор, кафедра маркетинга и муниципального управления, Тюменский индустриальный университет, ул. Володарского, 38, г. Тюмень, 625000, Россия, hajrullinang@tyuiu.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-7290-3290>

Хадия Н. Садыкова к.с.н., доцент, кафедра экономики и организации производства, Тюменский индустриальный университет, ул. Володарского, 38, г. Тюмень, 625000, Россия, sadykovahn@tyuiu.ru

Вклад авторов


Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

Конфликт интересов


Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Vladimir G. Popov Dr. Sci. (Engin.), professor, commodity science and food technology department, Industrial University of Tyumen, Volodarski Str., 38, Tyumen, 625000, Russia, popovvg@tyuiu.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-5902-1768>

Nursafa G. Hajrullina Dr. Sci. (Social.), professor, marketing and municipal management department, Industrial University of Tyumen, Volodarski Str., 38, Tyumen, 625000, Russia, hajrullinang@tyuiu.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-7290-3290>

Hadia N. Sadykova Cand. Sci. (Social.), associate professor, economics and organization of production department, Industrial University of Tyumen, Volodarski Str., 38, Tyumen, 625000, Russia, sadykovahn@tyuiu.ru

Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 27/01/2010	После редакции 17/02/2021	Принята в печать 02/03/2021
Received 27/01/2010	Accepted in revised 17/02/2021	Accepted 02/03/2021