



Научная статья

05.18.01 – Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства (технические науки)  
УДК 664.681

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.007

 EDN: LFMEJT

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ФОРМИРОВАНИЯ АССОРТИМЕНТА БЕЗГЛЮТЕНОВЫХ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Людмила Алексеевна Козубаева <sup>1</sup>, Светлана Сергеевна Кузьмина <sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, Барнаул, Россия

<sup>1</sup> cosubaeva@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-5131-4654>

<sup>2</sup> svetlana.politeh@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0302-867X>

**Аннотация.** Питание людей, больных целиакией, ограничено непременным требованием отсутствия в рационе глютенсодержащих продуктов, в том числе традиционных мучных кондитерских изделий. Однако маркетинговые исследования свидетельствуют об интересе потребителей к этой группе сладких продуктов. При этом о заболевании целиакией и аглютеновых продуктах имеют представление только около 30 % опрошенных. В статье обобщены современные тенденции формирования ассортимента безглютеновых мучных кондитерских изделий, которые базируются на использовании разнообразных видов муки, не имеющих в составе глютена – клейковинобразующих белков (рисового, кукурузного, гречневое, льняного, конопляного и других), а также на приготовлении двух- и многокомпонентных смесей из них. Помимо аглутеновой муки в рецептуре изделий могут присутствовать высокобелковые соевые изоляты и концентраты, изоляты белков гороха, люпина, казеинаты, концентраты сывороточных белков и др., гидроколлоиды (ксантан, гуаровая камедь, различные виды натуральных и модифицированных крахмалов), а также эмульгаторы, разрыхлители, вкусовые ингредиенты. В качестве обогащающих добавок в рецептуре используются плодово-ягодные и овощные порошки. Расширение сегмента мучных кондитерских изделий без глютена направлено на поиск компромисса между качеством, физиологической ценностью и потребительским предпочтением. Мука из семян и орехов способствует повышению пищевой ценности за счет широкого спектра минеральных веществ и витаминов. Обладая высокой антиоксидантной и физиологической активностью, мука кедрового ореха повышает потребительскую привлекательность готового продукта. Замена 30 % гречневой муки на киноа позволяет нивелировать выраженный вкус муки и получить печенье с приятным ароматом лесных орехов. Безглютеновые изделия представлены разными видами печенья, кексами, вафлями, бисквитным полуфабрикатом, композитными смесями для производства кексов.

**Ключевые слова:** маркетинговые исследования, безглютеновые изделия, целиакия, ассортимент, рецептура, аглутеновая мука, обогащающие добавки.

---

**Для цитирования:** Козубаева Л. А., Кузьмина С. С. Современные тенденции формирования ассортимента безглютеновых мучных кондитерских изделий // Ползуновский вестник. 2022. № 4. т. 1. С. 57-67. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.007. EDN: <https://elibrary.ru/LFMEJT>.

---

## MODERN TRENDS IN THE FORMATION OF AN ASSORTMENT OF GLUTEN-FREE FLOUR CONFECTIONERY PRODUCTS

Lyudmila A. Kozubaeva <sup>1</sup>, Svetlana S. Kuzmina <sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Polzunov Altai State Technical University, Barnaul, Russia

<sup>1</sup> cosubaeva@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-5131-4654>

<sup>2</sup> svetlana.politeh@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0302-867X>

**Abstract.** *The nutrition of people with celiac disease is limited by the indispensable requirement of the absence of gluten-containing products in the diet, including traditional flour confectionery. However, marketing research indicates that consumers are interested in this group of sweet products. At the same time, only about 30% of respondents have an idea about celiac disease and gluten-free products. The article summarizes the current trends in the formation of an assortment of gluten-free flour confectionery products, which are based on the use of various types of flour that do not contain gluten - gluten-forming proteins (rice, corn, buckwheat, flax, hemp and others), as well as on the preparation of two- and multicomponent mixtures of them. In addition to gluten-free flour, the product formulation may contain high-protein soy isolates and concentrates, isolates of pea proteins, lupine, caseinates, hydrocolloids (xanthan, guar gum), various types of natural and modified starches, as well as emulsifiers, baking powder, flavor components. Fruit and berry and vegetable powders are used as enriching additives in the formulation. The expansion of the gluten-free flour confectionery segment is aimed at finding a compromise between quality, physiological value and consumer preference. Flour from seeds and nuts contributes to an increase in nutritional value due to a wide range of minerals and vitamins. Possessing high antioxidant and physiological activity, pine nut flour increases the consumer attractiveness of the finished product. Replacing part of buckwheat flour with quinoa allows you to level out the pronounced taste of flour and get cookies with a pleasant aroma of hazelnuts. Gluten-free products are represented by different types of cookies, cupcakes, waffles, semi-finished biscuit, composite mixes for the production of cupcakes.*

**Keywords:** marketing research, gluten-free products, assortment, recipe, gluten-free flour, fortifiers.

**For citation:** Kozubaeva, L.A. & Kuzmina, S.S. (2022). Modern trends in the formation of an assortment of gluten-free flour confectionery products. *Polzunovskiy vestnik*, 4(1). 57-67. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.007. EDN: <https://elibrary.ru/LFMEJT>.

### ВВЕДЕНИЕ

В большинстве городов Восточной и Западной Сибири до сих пор нет объективного представления о точном числе пациентов с типичной и атипичной целиакией, не сформировано отлаженной системы терапевтической, нутритивной и социальной поддержки таким больным, включая отсутствие организации специальной системы обучения приемам самостоятельного приготовления блюд без глютена. Несмотря на достаточно хорошую изученность прогрессивной медициной основных и сопутствующих симптомов этого заболевания и возможность его диагностики на ранних стадиях, большинство семей с пациентами, у которых выявлена непереносимость глютена, всю доступную им информацию об условиях организации жизни с целиакией получают из

социальных сетей. Ассортимент продуктов, необходимых для соблюдения аглютенной диеты, в большинстве населенных пунктов крайне ограничен или попросту отсутствует [1].

Если исходить из схожести проблем больных целиакией в поддержании диеты в России и за рубежом, можно опираться на мнения зарубежных исследователей, анализирующих удовлетворенность потребителей в безглютеновых продуктах [2–3].

Научными исследованиями доказано, что единственным приемлемым способом лечения целиакии является присутствие в рационе только безглютеновых продуктов, в том числе и мучных кондитерских изделий, на протяжении всей жизни [4].

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ФОРМИРОВАНИЯ АССОРТИМЕНТА БЕЗГЛЮТЕНОВЫХ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

#### **Маркетинговые исследования потребительского предпочтения**

Разработанные маркетинговые программы позволяют проанализировать потребительские предпочтения и ассортимент безглютеновых продуктов питания, представленный на рынке Алтайского края (город Барнаул, 2021 год) [5].

Изучение потребительской мотивации при выборе изделий без глютена проводили, используя метод закрытого анкетирования, для которого при формировании выборки ориентировались на привлечение широкого круга возрастных групп, с разным экономическим положением, родом занятия, стилем жизни. Основная доля покупателей, участво-

вавших в опросе, находилась в возрастной категории от 19–59 лет и составила 81 %. Респонденты в возрасте до 18 лет сформировали группу, составляющую 12 %, и опрашиваемые в возрасте старше 60 лет – 7 %.

В ходе проведенных исследований на вопрос о частоте покупки мучных кондитерских изделий 50 % респондентов ответили, что приобретают такую продукцию несколько раз в месяц, 37 % – несколько раз в неделю, 11 % покупателей – ежедневно и 2 % никогда не покупают такие изделия. Эти результаты свидетельствуют о достаточно высоком потребительском интересе к мучным кондитерским изделиям.

Результаты маркетингового исследования потребительского спроса представлены на рисунке 1.

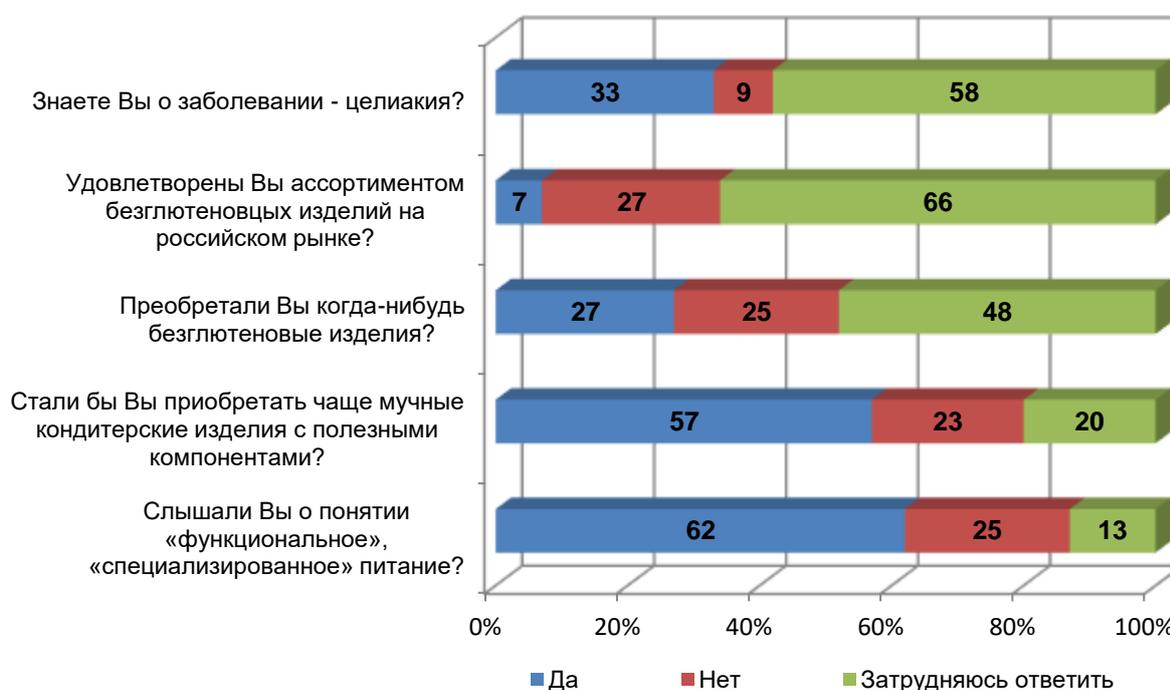


Рисунок 1 – Результаты маркетингового исследования потребительского спроса

Figure 1 - Results of marketing research of consumer demand

С целью определения круга респондентов, владеющих информацией в рассматриваемой области исследования, одним из вопросов анкетирования являлся: «Знаете Вы о заболевании – целиакия?». Подтверждающий ответ дали только 33 % опрашиваемых, при этом 9 % не знали о заболевании целиакия, а 58 % «затруднились ответить».

Ответы на следующие вопросы анкеты о приобретении и ассортименте безглютеновых продуктов согласуются с предыдущими результатами опроса. Только 27 % опрошенных приобретали когда-либо и всего 7 % участников анкетирования удовлетворены ассортиментом аглютеновых изделий на российском рынке. Большинство респондентов «затруднились ответить» на поставленные вопросы,

вероятно, имея слабое представление об изучаемой тематике.

На сегодняшний день безглютеновая продукция может входить в рацион не только как составляющая специальной диеты, но и как повседневный продукт потребления. Одним из важных аспектов здорового питания является «полноценность» продукта с точки зрения содержания в нем эссенциальных нутриентов.

Выяснилось, что 57 % респондентов слышали о понятии «функциональное», «специализированное» питание и готовы приобретать чаще мучные кондитерские изделия с полезными компонентами [5].

Анализ представленных результатов показал, что рынок недостаточно информирован, большая часть покупателей не имеет представления о безглютеновых специализированных изделиях, о продуктах, полезных

для здоровья. Разработка нового вида продукта и совершенствование уже существующего ассортимента, несомненно, позволят удовлетворить потребительский спрос в изделях специализированной группы.

**Тенденции формирования ассортимента безглютеновых мучных кондитерских изделий**

Современные тенденции формирования ассортимента безглютеновых мучных кондитерских изделий базируются на разработках рецептур обогащенных изделий плодово-ягодными и овощными добавками, мукой из семян и орехов; на составлении композитных смесей из одного или комбинации нескольких видов безглютенового сырья с добавлением нетрадиционных добавок (рисунок 2) [6–7].

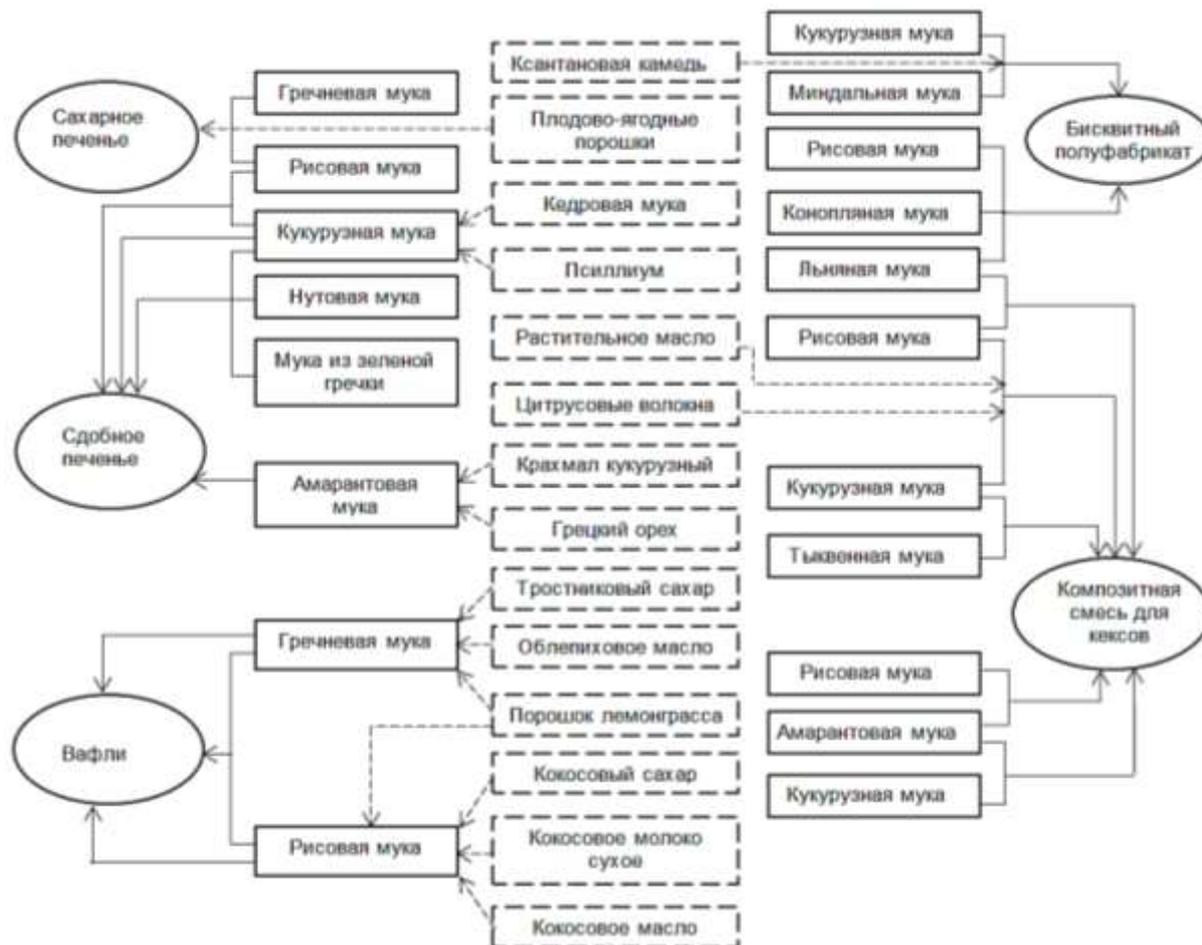


Рисунок 2 – Современные тенденции формирования ассортимента безглютеновых мучных кондитерских изделий

Figure 2 - Modern trends in the formation of an assortment of gluten-free flour confectionery products

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ФОРМИРОВАНИЯ АССОРТИМЕНТА БЕЗГЛЮТЕНОВЫХ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Разработка новых рецептур безглютеновых продуктов и моделирование уже существующих ведется довольно активно. В широкой ассортиментной линейке мучных кондитерских изделий безглютеновые выделяются своей маркировкой в виде символа «перечеркнутый колосок» и/или надписи «gluten-free» или «не содержит глютена».

Обязательным требованием при производстве мучных кондитерских изделий является использование сырья, не содержащего белок клейковины (глютен и глиадин), характерного для муки злаковых культур, традиционно являющейся базой в рецептуре этой группы изделий.

Помимо аглютеновой муки в рецептуре изделий могут присутствовать высокобелковые ингредиенты (соевые изоляты и концентраты, изоляты белков гороха, люпина, казеинаты, концентраты сывороточных белков и др.), гидроколлоиды (ксантан, гуаровая камедь, различные виды натуральных и модифицированных крахмалов), а также эмульгаторы, разрыхлители, вкусовые ингредиенты [8–9].

Предназначенные для специализированного питания людей безглютеновые продукты в основном производят на основе гречневой, рисовой, кукурузной муки, а также их смеси в разной комбинации.

Мучные кондитерские изделия относятся к одной из самых востребованных групп продуктов питания, в которой, несомненно, преобладает печенье разного вида. Основными потребителями печенья являются дети и подростки, для которых важным мотивирующим фактором при выборе продукта выступают потребительские характеристики. Современные тенденции расширения ассортимента печенья направлены на поиск компромисса между качеством, физиологической ценностью и потребительским предпочтением.

Гречневая мука из-за своего выраженного вкуса и аромата редко используется при производстве мучных кондитерских изделий, несмотря на высокую биологическую ценность по сравнению с рисовой и кукурузной мукой. При разработке рецептуры безглютенового печенья с целью повышения его привлекательности часть гречневой муки заменяли квиноа, семена которой предварительно измельчали до порошкообразного состояния. Проведенная математическая обработка органолептической оценки изделия установила, что замена 30 % гречневой муки на квиноа позволяет нивелировать выраженный вкус муки и получить печенье с приятным ароматом лесных орехов [10].

Поиск оптимальных соотношений рисовой и гречневой муки в рецептуре сахарного печенья позволяет создать продукт с высокими потребительскими свойствами. Комбинация рисовой и гречневой муки в процентных соотношениях 50 : 50 и 60 : 40 оказывает положительное влияние на вкус и аромат печенья, смягчая крупяной вкус и запах гречневой муки. На фоне хороших органолептических характеристик полученное безглютеновое печенье обладало показателями качества на уровне регламентируемых стандартом [11].

Применение плодово-ягодных порошков в технологии сахарного печенья привело к повышению пищевой ценности печенья и позволило сформировать новые потребительские свойства продукта. Присутствие 4,0 % рябинового порошка и 6,5 % яблочного порошка в рецептуре печенья повысило содержания незаменимых аминокислот, пищевых волокон и клетчатки [12].

Использование высококрахмального сырья при производстве безглютеновых изделий служит основной причиной низкой пищевой ценности продукта. Увеличение доли биологически активных компонентов является одним из важных аспектов при разработке рецептуры аглютеновых изделий.

Разработка новых видов аглютеновых изделий, реализуемых в качестве специализированной пищевой продукции в рационе питания для людей, больных целиакией, подтверждает целесообразность использования муки нутовой и из зеленой гречки в технологии песочного печенья. Использование высокобелкового сырья в комбинации с основной аглютеновой мукой (рисовой и кукурузной) позволяет повысить биологическую ценность мучных кондитерских изделий без потери их потребительских свойств. По комплексу сенсорных и физико-химических свойств был установлен состав мучной смеси, состоящий из нутовой / кукурузной / муки из зеленой гречки в соотношении 20 / 30 / 50, а также смесь из нутовой / рисовой / кукурузной / муки из зеленой гречки в пропорциях 20 / 20 / 20 / 40. По сумме незаменимых аминокислот обе мучные смеси превышают норму, установленную FAO / ВОЗ, и обладают более сбалансированным аминокислотным составом. Печенье, приготовленное на основе разработанных мучных смесей, обладало высокими потребительскими характеристиками и получило максимальное количество баллов при дегустации [13].

Применение принципов пищевой комбинаторики способствовало разработке печенья

на основе 30 % амарантовой муки и 24 % кукурузного крахмала. Присутствие грецкого ореха в количестве 2,0 % повысило потребительские характеристики печенья. Полученный продукт имел высокую биологическую ценность (80,99 %), оптимальное соотношение белок / жир и биологическую эффективность, выражающуюся в соотношении содержания ненасыщенных : мононенасыщенных : полиненасыщенных жирных кислот = 4 : 8 : 1 [14].

Применение муки из семян и орехов позволяет нивелировать недостатки пищевой ценности за счет широкого спектра минеральных веществ и витаминов, содержащихся в добавке.

Исследования, направленные на расширение ассортимента безглютеновых мучных кондитерских изделий, рассматривают муку кедрового ореха как перспективный сырьевой компонент вследствие значимой доли витаминов и ненасыщенных жирных кислот. Обладая высокой антиоксидантной и физиологической активностью, мука кедрового ореха повышает потребительскую привлекательность готового продукта. Приготовление сдобного безглютенового печенья на основе смеси кукурузной и кедровой муки (10–15 %) позволяет получить изделие правильной формы с четким рисунком на поверхности, с кремовым цветом печенья в изломе и достаточно выраженным гармоничным ореховым вкусом и запахом [15].

Участие в образовании структуры безглютенового теста пищевых волокон – псиллиума является технологически обоснованным решением, позволяющим добавке поглощать и удерживать при замесе кондитерского теста жидкую фазу, образуя клейковиноподобный каркас. Растворимые волокна гидрофильной оболочки псиллиума обладают наибольшей эффективностью в отношении коррекции метаболических нарушений и рекомендуются к применению в технологии безглютеновых изделий. Результаты разработки рецептуры сдобного печенья с псиллиумом подтвердили обоснованность применения добавки на фоне улучшения органолептических характеристик изделий и их физико-химических показателей. Для производства печенья рекомендовано вносить псиллиум в количестве, не превышающем 1,0 % к массе муки [16].

Нетрадиционные виды сырья, применяемые при производстве мучных кондитерских изделий, придают им диетическую и лечебно-профилактическую направленность. Однако непривычный, зачастую неприятный вкус или послевкусие применяемого сырья приводит к

получению изделия с негармоничными, раздражающими органолептическими характеристиками, отталкивающими потребителя, несмотря на всю полезность и функциональность предлагаемого продукта. Создать печенье и кексы, отвечающие всем требованиям потребителя – задача, решаемая, в основном, за счет применения растительных компонентов, в том числе цедры лимона, цукатов и яблочного порошка. Используя принцип совместности сырья и обогащающих добавок, разработана технология функциональных продуктов социального значения, рекомендуемых для питания людей с целиакией [17].

В иерархии мучных кондитерских изделий кексы занимают одно из значимых мест, благодаря присутствию в рецептуре значительного количества сдобящих компонентов и разнообразных наполнителей. Широкая вариация формы, внешней отделки, вкуса и аромата являются главной составляющей потребительской привлекательности кексов.

Используя методологический подход оценки потребительских свойств мучных кондитерских изделий, устанавливают сочетание разных видов безглютеновой муки и долю их присутствия в рецептуре. Комбинирование рисовой и льняной муки (50 / 50), рисовой, льняной и конопляной муки (50 / 40 / 10) позволило получить кексы с наиболее сбалансированным профилем вкуса и аромата, что подтверждает дескрипторно-профильный анализ изделий. Полученные кексы имели высокие показатели качества, максимально соответствующие аналогу, приготовленному из пшеничной муки. Присутствие льняной и конопляной муки в смеси способствовало повышению содержания в кексах полиненасыщенных жирных кислот ( $\omega$ -3 и  $\omega$ -6), а их соотношение соответствовало нормам сбалансированного питания [18].

При проектировании рецептур нового изделия необходимо учитывать соотношение рецептурных компонентов, позволяющее задать ограничения по белковому составу и получить продукт со сбалансированной пищевой ценностью и функционального значения, предназначенного для систематического употребления в составе пищевых рационов людей с глютеновой непереносимостью и сахарным диабетом 2 типа. Использование специального программного обеспечения позволило спроектировать, отработать и максимально сгенерировать потребительский профиль безглютенового кекса, объединяя и гармонизируя вкусо-ароматические свойства амарантовой муки, муки из клубней чумы, морковного и яблочного порошков, а также

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ФОРМИРОВАНИЯ АССОРТИМЕНТА БЕЗГЛЮТЕНОВЫХ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

смеси стевиозида и изомальта. Комплексная оценка безопасности разработанных кексов, предъявляемая к безглютеновым продуктам, показала содержание глиаина менее 2,5 мг/кг, что является допустимым значением для людей, страдающих любой формой непереносимости глютена [19].

Вафли, как разновидность тонкого сухого печенья с оттиском на поверхности, выходят за привычные границы этого понятия. На сегодняшний день существует широкий ассортимент вафель – бельгийские, скандинавские, американские, гонконгские (*bubble waffle*), тонкие вафли для мороженого и традиционные вафли с начинкой, приготовленные из пшеничной муки.

Технологическое решение сочетания безглютенового сырья и нетрадиционных органических масел позволило получить вафли, обладающие улучшенным жирнокислотным и аминокислотным составом. Приготовление вафель осуществляли на основе двух рецептур, включающих гречневую муку, тростниковый сахар, облепиховое масло и порошок лемонграсса (композиция 1) и рисовую муку, кокосовый сахар, сухое кокосовое молоко, кокосовое масло и порошок лемонграсса (композиция 2). Полученные вафли обладали высокими органолептическими характеристиками и показателями безопасности, соответствующими нормативным требованиям. Лучший аминокислотный состав присутствовал в вафлях, приготовленных на основе гречневой муки, в то время как контент незаменимых аминокислот в композиции 2 увеличился незначительно. Присутствие нетрадиционных органических масел в рецептурах вафель улучшило состав жирных кислот и повысило потребительские свойства изделий [20].

Моделирование рецептур вафель, предусматривающее подбор оптимальных соотношений рисовой и гречневой муки, формирует новые потребительские свойства готовых изделий. Приготовление вафель с учетом подобранного соотношения двух видов муки способствовало получению теста с хорошими реологическими характеристиками и готового продукта высокого качества с традиционными потребительскими предпочтениями [21].

Бисквитный полуфабрикат, как основа для приготовления безглютеновых тортов и пирожных, должен сочетать в себе высокие органолептические характеристики и иметь сбалансированный пищевой состав.

Разработка бисквита на основе комбинации 40 % рисовой, 30 % льняной и 30 % конопляной муки позволяет решить вопрос не

только расширения ассортимента безглютеновых изделий, но и получить продукт с наибольшей биологической ценностью (аминокислотный скор составляет 48,7–97 %), с высоким содержанием незаменимых полиненасыщенных жирных кислот, а соотношение  $\omega$ -6 :  $\omega$ -3 жирных кислот составляет 5:1–7:1. Бисквит, приготовленный на основе этой смеси, обладал привлекательным внешним видом, правильной формой с выраженным подъемом, плотным, эластичным с равномерной пористостью мякишем, ореховым привкусом льняной муки и слабым привкусом конопляной муки [22].

Перспективным сырьевым компонентом, выступающим источником растительного белка, несомненно, является мука бобовых культур. На основании проведенных исследований с помощью эмпирических методов и математического моделирования установлено оптимальное соотношение используемых видов аглютеновой муки, позволяющее получить бисквитный полуфабрикат с наиболее сбалансированными потребительскими характеристиками: 68 % рисовой муки, 19 % кукурузной муки и 13 % соевой муки [23].

Рассматривая комбинацию кукурузной и миндальной муки для производства бисквитного полуфабриката, было установлено их соотношение, позволяющее получить продукт с наилучшими органолептическими показателями. В рецептуру бисквита миндальную муку вносили в равных долях с кукурузной мукой. Полученная мучная смесь позволяет получить с ореховым вкусом и запахом полуфабрикат, имеющий повышенную пищевую ценность [24].

Мука для этой группы продуктов является ключевым компонентом и от её состава напрямую зависит структура кондитерского теста. При формировании теста клейковинобразующие белки, к которым относится глютен, выполняют связующую, текстурирующую, влагоудерживающую функции.

Конструирование безглютеновых продуктов невозможно без применения добавок, эмульгирующих свойства клейковины при формировании структурно-механических свойств как полуфабриката, так и готового изделия. Применение полисахарида микробного происхождения ксантановой камеди в количестве 0,5 % к массе смеси безглютеновых видов муки в качестве функционального загустителя-стабилизатора оказало положительное влияние на плотность и эффективную вязкость бисквитного теста и качество готового полуфабриката [23].

Одним из приоритетных направлений формирования ассортимента безглютеновых мучных кондитерских изделий является разработка сухих композитных смесей, используемых для приготовления изделия потребителем.

Подбор оптимального соотношения муки разных видов позволяет удовлетворить предпочтения более широкого круга потребителей. Разработка композитной смеси для кексов, сочетающая кукурузную и рисовую (1:1), кукурузную и тыквенную (1:1), льняную и рисовую (1:2,3) виды муки, позволила получить изделие с высокими органолептическими характеристиками и показателями качества не ниже стандартных. Химический состав, использованной в смеси муки, положительно сказался на пищевой ценности кексов. Комбинирование кукурузной и рисовой муки способствовало повышению содержания Na и Mg, комбинация кукурузной и тыквенной муки, льняной и рисовой муки способствовала значительному повышению доли Na, K, Ca, Mg, Fe по сравнению с пшеничной мукой [25].

Присутствие кукурузной или рисовой муки в смеси сухих рецептурных компонентов в комбинации с жидким растительным маслом способствовало разработке безглютенового сдобного печенья, более обогащенного полиненасыщенными жирными кислотами, пищевыми волокнами, витаминами и минеральными веществами. Внесение в состав смеси сухих компонентов цитрусовых волокон в количестве 1,0 % к массе муки способствовало стабилизации консистенции теста и структуры печенья. Запаривание смеси сухих компонентов оказало положительное влияние на формирование вкуса и качества готового печенья [26–27].

Мука из семян амаранта является перспективным сырьевым компонентом, направленным решить сразу несколько задач – обогатить продукт легкоусвояемым белком, содержание которого составляет 41,4 %, и повысить содержание микронутриентов: витаминов (С, Е, группы В) и минеральных веществ (K, Ca, Fe, Mg) [28].

При использовании амаранта в рецептуре кондитерских изделий следует иметь в виду, что специфический вкус и аромат амарантовой муки отразится на вкусе и аромате готового продукта. Комбинирование амарантовой муки с рисовой или кукурузной мукой дает возможность установить оптимальное их соотношение для производства пищевого концентрата – полуфабриката (*смеси для выпечки*), а также готовых безглютеновых кексов с амарантовой мукой, составляющее: 15,0–17,5 % / 85,0–82,5 % (амарантовая / ри-

совая) и 10,0–12,5 % / 90–87,5 % (амарантовая / кукурузная). Применение этих комбинаций как основы в технологии кексов приводит к получению изделия стандартного качества с улучшенным соотношением основных пищевых веществ по сравнению с реализуемыми аналогами [29–30].

## ВЫВОДЫ

Обобщая представленные данные, можно сказать, что современные тенденции расширения ассортимента мучных кондитерских изделий, соответствующие требованиям питания как здоровых потребителей, так людей с целиакией, базируются на моделировании новых и на совершенствовании уже существующих безглютеновых продуктов. Особое значение имеют разработки продуктов отечественного производства, призванные удовлетворить потребительский спрос в изделиях специализированной группы.

Формирование ассортимента безглютеновых изделий, несомненно, происходит за счет применения новых видов муки, содержащей более сбалансированные по аминокислотному составу белки, и обогащающих добавок, применяемых в качестве источника пищевых волокон, витаминов и минеральных веществ. Использование безглютенового сырья в рецептуре мучных кондитерских изделий зачастую приводит к ухудшению реологических, технологических и потребительских свойств готового продукта и требует поиска новых технологических решений в реализации процесса производства.

Таким образом, использование нетрадиционных безглютеновых видов муки для получения мучных кондитерских изделий (печенья, пряников, кексов, вафель, бисквитных полуфабрикатов), а также сухих готовых смесей с высокими органолептическими, физико-химическими показателями качества и микробиологическими показателями безопасности на сегодняшний день сохраняет свою актуальность и требует проведения дальнейших тщательных научных исследований и аналитических обоснований.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чикун, В.В., Ильенкова, Н.А. Целиакия: современный взгляд на проблему // Сибирский медицинский портал. URL : <http://krsk.sibnovosti.ru/health/119999-tseliakiya-sovremenny-vzglyad-na-problemu>. (дата обращения: 04.07.2022).
2. Уолстед, Л. Безглютеновая диета в третьем тысячелетии: правила, риски и возможности // Болезни. – 2015. – Т. 3 (3). – С. 136–149.

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ФОРМИРОВАНИЯ АССОРТИМЕНТА БЕЗГЛЮТЕНОВЫХ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

3. Резонер, Дж. Токсичная правда О безглютеновой пище и целиакии. – URL : <https://healthygut.com/the-toxic-truth-about-gluten-free-food-and-celiac-disease/>. (дата обращения: 03.07.2022).
4. Recent Progress and Recommendations on Celiac Disease From the Working Group on Prolamin Analysis and Toxicity / K.A. Scherf [et al.] // *Frontiers in Nutrition*. – 2020. – Vol. 7. – P. 29. doi: 10.3389/fnut.2020.00029.
5. Маркетинговые исследования предпочтений при выборе специализированных продуктов питания / Л.А. Козубаева [и др.] // *Современные направления технологического развития и повышения эффективности промышленного производства в экономике Алтайского края: материалы Всероссийской научно-практической конференции*. – Барнаул : АлтГТУ, 2021. – С. 226–229.
6. Обзор разработок изделий из бисквитного теста специального назначения / С.Д. Божко [и др.] // *Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК-продукты здорового питания*. – 2019. – № 3. – С. 43–52. DOI 10.24411/2311-6447-2019-10006.
7. Роберт, Э.К., Уайлдман, Ричард, С. Бруно *Справочники по нутрицевтикам и функциональным продуктам питания*. – Л.–Н.Я.: CRC Press, 2019. – 542 с.
8. Барсукова, Н.В., Решетников, Д.А., Красильников, В.Н. *Пищевая инженерия: технологии безглютеновых мучных изделий* // *Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств»*. – 2011. – № 1.
9. Rai, S., Kaur, A., Chopra, C.S. *Gluten-Free Products for Celiac Susceptible People* // *Frontiers in Nutrition*. – 2018. – Vol. 5. – P. 116. doi: 10.3389/fnut.2018.00116.
10. Расширение ассортимента безглютеновых мучных кондитерских изделий на основе гречневой муки и киноа / Щеколдина [и др.] // *Научный журнал КубГАУ*. – 2016. – № 121 (07). – С. 1054–1064. DOI: 10.21515/1990-4665-121-065.
11. 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.
12. Применение дескрипторно-профильного метода в разработке безглютеновых мучных кондитерских изделий / О.В. Чугунова [и др.] // *Ползуновский вестник*. – 2012. – № 2–2. – С. 103–107.
13. Санжаровская, Н.С., Храпко, О.П., Коломиец, В.И. *Разработка безглютенового печенья с улучшенными потребительскими свойствами* // *Ползуновский вестник*. – 2021. – № 3. – С. 61–67. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.03.008.
14. Никитина, М.А., Никитин, И.А., Кулаков, В.Г. *Применение метода имитационного моделирования при разработке рецептуры безглютенового печенья* // *Cloud of Science*. – 2017. – Т. 4. – № 3. – С. 376–383.
15. Применение кедровой муки в технологии безглютенового печенья / С.С. Кузьмина [и др.] // *Современные направления технологического развития и повышения эффективности промышленного производства в экономике Алтайского края: материалы Всероссийской научно-практической конференции*. – Барнаул : АлтГТУ, 2021. – С. 221–225.
16. Калинина, Е.В., Кузьмина, С.С. *Обоснование применения псиллиума в рецептуре безглютенового печенья* // *Наука и молодежь: материалы XVIII всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых*. – Барнаул : АлтГТУ, 2021. – С. 204–206.
17. Чугунова, О.В., Лейберова, Н.В. *Разработка ассортимента мучных кондитерских изделий функционального назначения* // *Известия УрГЭУ*. – 2011. – № 3 (35). – С. 152–157.
18. Меренкова, С.П., Потороко, И.Ю., 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.
19. Разработка технологии и оценка эффективности нового продукта – функционального безглютенового кекса / И.М. Жаркова [и др.] // *Хранение и переработка сельхозсырья*. – 2020. – № 1. – С. 70–85. doi: 10.36107/spfr.2020.215.
20. Tkachenko, A., Syrokhman, I., Skrypnyk, V., Birta, G., Burgu, Y. *Development of wafers with fillings made from organic raw materials with improved consumer properties* // *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. – 2020. – 4/11 (106). – С. 39–45. DOI: 10.15587/1729-4061.2020.209695.
21. Резниченко, И.Ю., Иванец, Г.Е., Алешина, Ю.А. *Обоснование рецептуры и товароведная оценка вафель специализированного назначения* // *Техника и технология пищевых производств*. – 2013. – № 1. – С. 138–142.
22. Обоснование применения композиций безглютеновых видов муки в технологии специализированных мучных кондитерских изделий / С.П. Меренкова [и др.] // *Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии»*. – 2019. – Т. 7. – № 1. – С. 12–20. DOI: 10.14529/food190102.
23. Мысаков, Д.С., Гращенко, Д.В., Чугунова, О.В. *Перспективы применения полисахарида микробного происхождения ксантановая камедь в производстве безглютеновых продуктов* // *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии*. – 2016. – Т. 4. – № 4. – С. 26–35. DOI: 10.14529/food160403.
24. Щетинин, М.П., Ходырева, З.Р. *Формирование рецептурного состава бисквитного безглютенового полуфабриката* // *Хранение и переработка сельхозсырья*. – 2019. – № 1. – С. 106–113.
25. Ушакова, Ю.В., Паськова, Е.М., Рысмухамбетова, Г.Е. *Совершенствование технологии кексов адаптированных для глютеновой энтеропатии* // *Новые технологии*. – 2019. – Вып. 3(49). – С. 86–99. DOI: 10.24411/2072-0920-2019-10308.
26. Рензяева, Т.В., Тубольцева, А.С., Артюшина, С.И. *Разработка рецептуры и технологии безглютенового печенья на основе природного растительного сырья* // *Техника и технология пищевых производств*. – 2015. – Т. 39. – № 4. – С. 87–92.

27. Рензязева, Т.В., Бакирова, М.Е. Печенье из рисовой муки для специализированного питания // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК-продукты здорового питания. – 2017. – № 1. – С. 49–55.

28. Особенности микроструктуры и химического состава продуктов переработки зерна амаранта / Н.А. Шмалько [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2011. – № 1. – С. 57–63.

29. Егорова, Е.Ю., Козубаева, Л.А. Безглютеновые кексы с амарантовой мукой // Ползуновский вестник. – 2018. – № 1. – С. 22–26. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2018.01.005.

30. 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: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-2-36-45>.

### Информация об авторах

Л. А. Козубаева – кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология хранения и переработки зерна» Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова.

С. С. Кузьмина – кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология хранения и переработки зерна» Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова.

### REFERENCES

1. Chikunov, V.V. & Ilyenkova, N.A. Celiac disease: a modern view of the problem. Siberian Medical Portal. Retrieved from <http://krsk.sibnovosti.ru/health/119999-tseliakiya-sovremennyy-vzglyad-na-problemu>. (In Russ.).

2. Walstead, L. (2015). A gluten-free diet in the third millennium: rules, risks, and opportunities. *Diseases*, 3(3), 136-149. (In English).

3. Reasoner, J. The Toxic Truth About Gluten-Free Food and Celiac Disease. Retrieved from <https://healthygut.com/the-toxic-truth-about-gluten-free-food-and-celiac-disease>. (In English).

4. Scherf, K.A., Catassi, C., Chirido, F., Ciclitira, P.J. [et al.] (2020). Recent progress and recommendations on celiac disease from the working group on prolamin analysis and toxicity. *Frontiers in Nutrition*, (7), 29. (In English). doi: 10.3389/fnut.2020.00029.

5. Marketing research of preferences when choosing specialized food products / L.A. Kozubaeva [et al.]. Modern directions of technological development and increasing the efficiency of industrial production in the economy of the Altai Territory: materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference. Barnaul: AltSTU, 2021. 226-229.

6. An overview of the development of biscuit special purpose products. S.D. Bozhko [et al.]. (2019). *Technologies of the food and processing industry of the agro-industrial complex-healthy nutrition products*,

(3), 43-52. (In Russ.). doi: 10.24411/2311-6447-2019-10006.

7. Robert, E.C. Wildman & Richard, S. Bruno (2019). *Handbook of Nutraceuticals and Functional Foods*. L.N. Y. : CRC Press. (In English).

8. Barsukova, N.V., Reshetnikov, D.A. & Krasilnikov, V.N. (2011). Food engineering: technologies of gluten-free flour products. *Scientific Journal of NIU ITMO. The series «Processes and devices of food production»*. (1).

9. Rai, S., Kaur, A. & Chopra, C.S. (2018). Gluten-Free Products for Celiac Susceptible People. *Frontiers in Nutrition*, (5), 116. (In English). doi: 10.3389/fnut.2018.00116.

10. Shchekoldina, T.V., Vershinina, O.L., Kudinov, P.I. & Chernihovets, E.A. (2016). Expanding the range of gluten-free flour confectionery products based on buckwheat and quinoa. *Scientific Journal of KubGAU*, 121(07), 1054-1064. (In Russ.). DOI: 10.21515/1990-4665-121-065.

11. Kozubaeva, L.A., Kuzmina, S.S. & Vishnyak, M.N. (2010). Gluten-free cookies from a mixture of rice and buckwheat flour. *Bulletin of the Altai State Agrarian University*, 7 (69), 62-65. (In Russ.).

12. Chugunova, O.V., Leiberova, N.V., Poznyakovskiy, V.M. & Golub, O.V. (2012). Application of the descriptor-profile method in the development of gluten-free flour confectionery products. *Polzunovskiy vestnik*. (2-2). 103-107. (In Russ.).

13. Sanzharovskaya, N.S., Hrapko, O.P. & Kolomiets, V.I. (2021). Development of glutenfree cookies with improved consumer properties. *Polzunovskiy vestnik*, (3), 61-67. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.03.008.

14. Nikitina, M.A., Nikitin, I.A. & Kulakov, V.G (2017). Applying simulation method in formulation of gluten-free cookies. *Cloud of Science*. 4 (3), 376-383. (In Russ.).

15. Kuzmina, S.S., Kalinina, E.V., Kozubaeva, L.A. & Kozak, A.S. (2021). The use of cedar flour in gluten-free cookie technology. *Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference «Modern directions of technological development and increasing the efficiency of industrial production in the economy of the Altai Territory»*. Barnaul: ASTU. (In Russ.).

16. Kalinina, E.V. & Kuzmina, S.S. Justification of the use of psyllium in the recipe of gluten-free cookies // Science and Youth: materials of the XVIII All-Russian Scientific and Technical Conference of students, postgraduates and young scientists. Barnaul: ASTU, 2021. 204-206. (In Russ.).

17. Chugunova, O.V. & Leiberova, N.V. (2011). Development of the range of flour confectionery products for functional purposes. *USUE News*. 3(35). 152-157. (In Russ.).

18. Merenkova, S.P., Potoroko, I.Yu. & Chekanova, E.V. (2020). Methodological approaches to assessing consumer properties of gluten-free flour products. *Technologies of the food and processing industry of the agro-industrial complex - healthy food products*, (2), 8-16. (In Russ.). DOI 10.24411/2311-6447-2020-10037.

19. Zharkova, I.M., Safonova, Yu.A., Gusti-

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ФОРМИРОВАНИЯ АССОРТИМЕНТА БЕЗГЛЮТЕНОВЫХ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

novich, V.G. & Ileva, T.L. (2020). Development of technology and evaluation of the effectiveness of a new product - a functional gluten-free cupcake. *Storage and processing of agricultural raw materials*.(1). 70-85. (In Russ.). doi: 10.36107/spfp.2020.215.

20. Tkachenko, A., Syrokhman, I., Skrypnyk, V., Birta, G. & Burgu, Y. (2020). Development of wafers with fillings made from organic raw materials with improved consumer properties. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 4/11 (106). 39-45. (In Russ.). DOI: 10.15587/1729-4061.2020.209695.

21. Reznichenko, I.Ju., Ivanec, G.E., Aleshina Ju.A. (2013). The recipe explanation and merchandising valuation of special purpose waffles. *Technique and technology of food production*. (1). 138-142. (In Russ.).

22. Merenkova, S.P., Bogan, V.I., Arapova, D.A. & Fomina, T.Yu. (2019). Grounds for the use of gluten-free types of flour in the technology of specialized bakery confectionery products. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 7(1), 12-20. (In Russ.). DOI: 10.14529/food190102.

23. Mysakov, D.S., Grashchenkov, D.V. & Chugunova, O.V. (2016). Prospects for the use of xanthan gum polysaccharide of microbial origin in gluten-free goods production. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 4 (4), 26-35. (In Russ.). DOI: 10.14529/food160403.

24. Schetinina, M.P. & Khodyreva, Z.R. (2019). Formation of the formulation of the biscuit gluten-free semi-finished product. *Storage and processing of agricultural raw materials*, (1), 106-113. (In Russ.).

25. Ushakova, Yu.V., Paskova, E.M. & Rysmukhambetova, G.E. (2019). Improvement of cupcake technologies adapted for gluten enteropathy. *Novye tehnologii (Majkop)*. 3(49), 86-99 (In Russ.). DOI: 10.24411/2072-0920-2019-10308.

26. Renzyaeva, T.V., Tuboltseva, A.S. &

Artyushina, S.I. (2015). Development of the formulation and technology of gluten-free cookies based on natural vegetable raw materials. *Technique and technology of food production*, 39 (4), 87-92. (In Russ.).

27. Renzyaeva, T.V. & Bakirova, M.E. (2017). Rice flour cookies for specialized nutrition. *Technologies of the food and processing industry of the agro-industrial complex-healthy food products*. (1). 49-55. (In Russ.).

28. Shmalko, N.A., Chalova, I.A., Moiseenko, N.A. & Romashko, N.L. (2011). Features of microstructure and chemical composition of amaranth grain processing products. *Technique and technology of food production*. (1). 57-63. (In Russ.).

29. Egorova, E.Yu. & Kozubaeva, L.A. (2018). Gluten-free-new cupcakes with amaranth flour. *Polzunovsky vestnik*. (1). 22-26. (In Russ.). DOI:10.25712/ASTU.2072-8921.2018.01.005.

30. Egorova, E.Ju. & Reznichenko, I.Ju. (2018). Development of food concentrate – semi-finished product with amaranth flour for gluten-free cupcakes. *Food Processing: Techniques and Technology*. 48 (2), 36-45 (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-2-36-45>.

### Information about the authors

L. A. Kozubaeva - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Grain Storage and Processing Technology, Polzunov Altai State Technical University.

S. S. Kuzmina - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Grain Storage and Processing Technology, Polzunov Altai State Technical University.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

*The authors declare that there is no conflict of interest.*

*Статья поступила в редакцию 10.08.2022; одобрена после рецензирования 24.09.2022; принята к публикации 03.10.2022.*

*The article was received by the editorial board on 10 Aug 2022; approved after editing on 24 Sep 2022; accepted for publication on 03 Oct 2022.*