

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ АМАРАНТОВОЙ И КУНЖУТНОЙ МУКИ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ МУЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Резниченко И.Ю., д-р техн. наук

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский государственный университет» (Кемерово)

Егорова, Е.Ю., д-р техн. наук

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» (Барнаул)

Реферат. Статья посвящена вопросам разработки рецептур полуфабрикатов мучных кондитерских и кулинарных изделий специализированного назначения, не содержащих глютен. Представлены результаты исследования влияния комбинаций кукурузной и кунжутной, кукурузной и амарантовой, рисовой и амарантовой муки на качество мучных кондитерских и кулинарных изделий. Разработаны рецептуры, определены показатели качества. Показано, что использование амарантовой и кунжутной муки позволяет значительно повысить пищевую ценность изделий и пополнить ассортимент доступных по цене безглютеновых продуктов питания отечественного производства.

Ключевые слова: целиакия, полуфабрикаты мучных кондитерских изделий, безглютеновые кексы, безглютеновые оладьи, амарантовая мука, кунжутная мука

Summary: The article is devoted to the development of recipes for semi-finished confectionery and culinary special purpose products that do not contain gluten. The results of the study of the effect of combinations of corn and sesame, corn and amaranth, rice and amaranth flour on the quality of flour confectionery and culinary products are presented. Formulations are developed, quality indicators are defined. It is shown that the use of amaranth and sesame flour can significantly increase the nutritional value of products and supplement the range of affordable gluten-free food products of domestic production.

Key words: celiac, semi-finished flour confectionery products, gluten-free fruitcakes, gluten-free pancakes, amaranth flour, sesame flour

Введение. Основные задачи реализации государственных программ в области здорового питания и развития пищевой и перерабатывающей промышленности РФ предусматривают необходимость разработки и внедрения новых промышленных технологий, позволяющих обеспечить российский потребительский рынок продуктами специализированного назначения отечественного производства [1, 2]. Актуальность создания новых рецептур и технологий продуктов специализированного назначения обусловлена их востребованностью и, вместе с тем, ограниченным ассортиментом. В значительной степени это относится к безглютеновым продуктам питания.

Целиакия (глютенчувствительная целиакия/ энтеропатия) - хроническое заболевание, связанное с необратимым нарушением структуры слизистой оболочки тонкой кишки и её атрофией, нарушением функции всасывания, аллергическими и системными аутоиммунными проявлениями. Основным способом лечения считается соблюдение строгой аглютеновой диеты. Содержание глютена в продуктах, разрешенных аглютеновой диетой (Gluten-Free Foods), согласно требованиям ФАО/ВОЗ комиссии Кодекс Алиментариус, обозначенных в CODEX STAN 118–1979 и Техническом регламенте ТР ТС 027/2012 [3], ограничено 20 мг/кг.

За рубежом сегодня достаточно популярно соблюдение аглютенной диеты населением, не имеющим клинически подтвержденного диагноза, с целью профилактики целиакии и сопровождающих это заболевание симптомов. В связи с этим ассортимент безглютеновых продуктов, представленный на потребительском рынке в странах Европы и Америки, включает готовый хлеб, пиццу, разнообразные мучные кондитерские (кексы, бисквиты, печенье и другие) и кулинарные (блинчики, оладьи) изделия, сухие смеси для их получения в домашних условиях, макаронные изделия и другие продукты [4, 5].

В России безглютеновая продукция представлена отечественными марками «Гранец», «ВНИИК» и «Мак Мастер». В основном это безглютеновая мука и мучные смеси для выпечки безглютенового хлеба. Как следствие, реализуемый в России разнообразный ассортимент продуктов, не содержащих глютен, преимущественно, зарубежных производителей: Glutano (Германия), Polenta, Dr. Schar, Reishrot, Cerealtvit, NUTRI FREE, Farmo (Италия), Valio (Финляндия), Gullon (Испания), Bezgluten и Balviten (Польша), Finax (Швеция), Moilas (Финляндия) и других.

Для получения безглютеновых продуктов используют природное растительное безглютеновое сырье. В качестве основных видов безглютеновой муки обычно применяют кукурузную, рисовую, несколько реже гречневую муку. Замена пшеничной муки на безглютеновые виды муки сказывается на ухудшении технологических свойств теста, готовая продукция характеризуется невысокой пищевой ценностью и повышенной скоростью очерствения. В настоящее время при разработке новых продуктов более целесообразным считается комбинирование двух-трех видов безглютеновой муки, либо направленное повышение пищевой ценности безглютеновых продуктов включением в рецептуры белоксодержащих продуктов переработки безглютенового сырья [6-9].

В качестве перспективных безглютеновых видов мучного сырья рассматриваются мука из семян амаранта (*Amaránthus*) и мука из семян кунжута (*Sésamum indicum L.*). Оба вида муки ценятся за высокое содержание ряда незаменимых в сбалансированном питании компонентов. По сравнению с рисовой и кукурузной мукой амарантовая и кунжутная мука отличаются значительно более высоким содержанием белка, более сбалансированного по составу незаменимых аминокислот и не содержащего глютенную фракцию.

Таким образом, узкий ассортимент отечественных продуктов специализированного назначения, высокие цены на товары зарубежного производства и, как правило, низкая пищевая ценность реализуемых безглютеновых продуктов определяют актуальность работы над новыми технологиями и рецептурами мучных кондитерских и кулинарных изделий, адаптированных для больных целиакией. Разработка безглютеновых продуктов в виде полуфабрикатов (пищевых концентратов – готовых мучных смесей) является одним из решений, перспективных для активного внедрения в производство и способствующих реализации задачи непрерывного снабжения населения свежей мучной продукцией, обладающей стабильно высоким качеством и повышенной пищевой ценностью. Это является несомненным преимуществом полуфабрикатов по сравнению с готовыми безглютеновыми продуктами. К тому же, особенности организации производства полуфабрикатов мучных изделий дают возможность достаточно свободного моделирования рецептур и создания новых композиционных смесей, в том числе подобранных с учетом специализированной направленности продуктов [9].

Одними из популярных и востребованных полуфабрикатов мучных изделий являются кексы, оладьи и блины, которые выпекают не только в домашних условиях, но и производят в промышленных масштабах. Разработка аналогов этой продукции – полуфабрикатов безглютеновых изделий, имеющих повышенную пищевую ценность, является актуальной задачей. На основании выше сказанного, целью исследования стала разработка полуфабрикатов безглютеновых кексов с амарантовой мукой, безглютеновых оладий с амарантовой и кунжутной мукой.

Объекты и методы исследований. Объекты исследований:

- мука рисовая, кукурузная, амарантовая, кунжутная;
- образцы кексов, приготовленные на основе традиционной безглютеновой муки – кукурузной (рецептура № 1) и рисовой (рецептура № 2), образцы кексов, приготовленные на основе смесей кукурузной / амарантовой муки и смесей рисовой / амарантовой муки;
- пищевые концентраты – смеси для выпечки кексов безбелковые торговой марки «МакМастер» («Кекс Ванильный», «Кекс Лимонный»);
- пищевые концентраты – образцы безглютеновых кексов с амарантовой мукой, приготовленные по разработанным рецептурам;
- образцы оладий, приготовленных по рецептурам с заменой пшеничной муки на амарантовую и кунжутную.

При выполнении работы использовали рисовую и кукурузную муку производства ООО ТД «ЭНДАКСИ» (г. Владимир) и полуобезжиренную муку из семян амаранта и кунжута производства ООО «Специалист» (г. Бийск) (рис.1).



Рис. 1. Кунжутная (слева) и амарантовая (справа) мука

Анализ показателей качества кексов, оладий, приготовленных по разным вариантам рецептур, проводили в 3–4-кратной повторности. Качество кексов исследовали в соответствии с требованиями ГОСТ 15052–2014, предъявляемыми к кексам на химических разрыхлителях, с применением стандартных органолептических и физико-химических методов исследований, принятых в кондитерской отрасли. Качество оладий определяли в соответствии с ГОСТ Р 50366. Пропеченность и пористость (вид в изломе), запах и вкус оладий оценивали по 5-балльной шкале, высоту оладий измеряли в миллиметрах. Дегустационную оценку кексов определяли по 5-балльной шкале.

Обработку экспериментальных данных осуществляли в формате прикладной компьютерной программы Microsoft Excel XP 2010. Расчет пищевой и энергетической ценности разработанных полуфабрикатов безглютеновых кексов и оладий проводили в соответствии с отраслевой методикой.

Обсуждение результатов. Мука из семян амаранта (*Amaranthus*) ценится за высокое содержание ряда незаменимых в сбалансированном питании компонентов, от рисовой и кукурузной муки она отличается значительно более низким содержанием усвояемых углеводов и характерной структурой, обуславливающей ее водопоглотительную способность. Вместе с тем, полная замена рисовой или кукурузной муки на амарантовую технологически не возможна, так как высокое содержание безглютеновых белков не позволяет получать тесто нужной консистенции и полностью пропеченные мучные кондитерские изделия.

Для производства безглютеновых продуктов наиболее важным в химическом составе и пищевой ценности амарантовой муки является то, что она не только позволяет повысить пищевую ценность мучных изделий за счет наличия в своем составе пищевых волокон, значительного количества витаминов группы В и минеральных веществ, а также легкоусвояемого белка, не включающего глютенную фракцию [10–14]. Это обстоятельство подтверждает необходимость проведения исследований, направленных на определение технологически оптимальных соотношений рисовой и амарантовой муки, кукурузной и амарантовой муки для получения полуфабрикатов безглютеновых кексов.

При проведении исследований контрольные образцы кексов из безглютеновых видов муки готовили по рецептурам, приведенные в табл. 1.

Таблица 1 – Базовые рецептуры безглютеновых кексов

Наименование сырья	Массовая доля СВ, %	Расход сырья на 100 кг готовой продукции, кг			
		Рецептура № 1		Рецептура № 2	
		в натуре	в СВ	в натуре	в СВ
Мука кукурузная	87,70	43,38	38,04	–	–
Мука рисовая	87,40	–	–	43,38	37,91
Сахар-песок	99,85	27,67	27,62	27,67	27,62
Маргарин столовый	77,00	26,08	20,08	26,08	20,08
Яйца куриные	27,00	21,94	5,92	21,94	5,92
Соль поваренная пищевая	96,50	0,08	0,08	0,08	0,08
Аммоний углекислый	–	0,75	–	0,75	–
ИТОГО:		100,00	91,93	119,90	91,61

Амарантовую муку в тесто вводили в виде однородной смеси с кукурузной или рисовой мукой в пределах от 5,0 % до 25,0 % от массы основного вида муки, с «шагом» варьирования 2,5 %. Выпекали кексы при температуре 175 ± 2 °С в течение 25–30 минут.

Влияние амарантовой муки на органолептические показатели образцов кексов представлено на рис. 2.

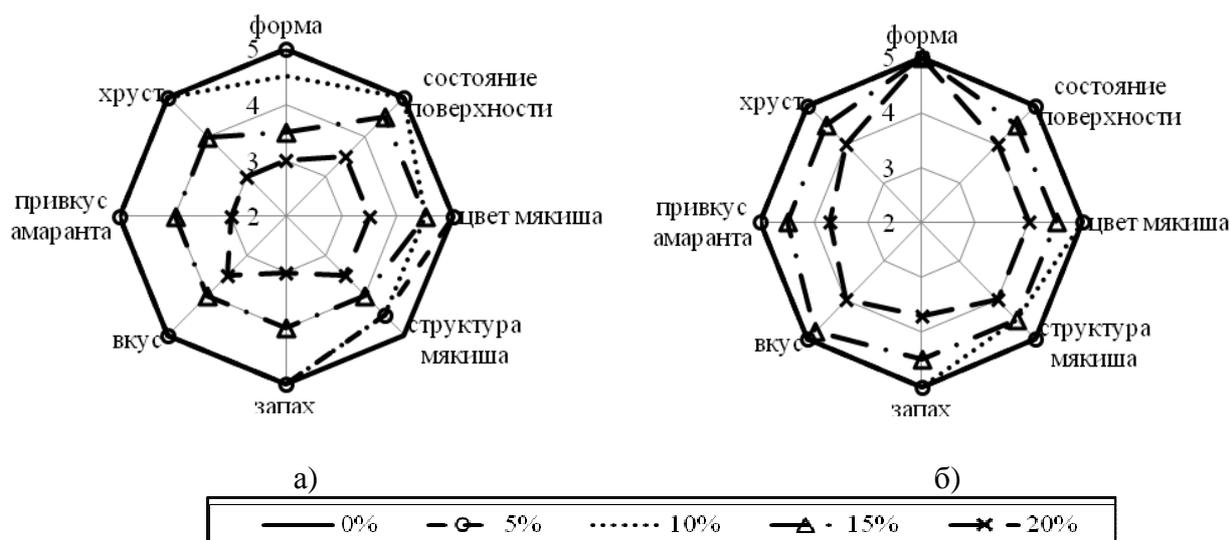


Рис. 2. Зависимость показателей качества от дозировки амарантовой муки: а) кексы на основе кукурузной муки; б) кексы на основе рисовой муки

Установлено, что кексы на основе кукурузной муки сохраняли равномерную развитую мелкую пористость, разрыхленную структуру, не имели видимых отклонений по ка-

честву (пустот и признаков непромеса) при замене на амарантовую муку до 20,0 % от рецептурного количества муки и кексы на основе рисовой муки – во всем изученном интервале дозировки амарантовой муки (до 25,0 % включительно). Отмечено, что кексы на основе кукурузной муки «поднимались» хуже.

С увеличением дозировки амарантовой муки от 15,0 % и выше – цвет кексов приобретал более темный оттенок (кексы из одной кукурузной муки имели умеренно желтый цвет мякиша, кексы из одной рисовой муки – светло-кремовый цвет), пористость мякиша становилась несколько менее развитой и уплотненной, корковый слой – более толстым и подсушенным. При дозировке амарантовой муки 15–17,5 % кексы приобретали её характерный привкус и слабо выраженный хруст от сохраняющихся в амарантовой муке оболочек семян амаранта. Вкус кукурузной и рисовой муки ослабевал, в мякише изделий становились заметны темные включения частиц амарантовой муки.

Результаты физико-химических испытаний показали, что увеличение в тесте доли амарантовой муки сопровождалось почти линейным снижением влажности и щелочности кексов. Наблюдаемая динамика (снижение влажности с 13,8 % до 11,2 %; снижение щелочности от 0,3 до 0,1 град.) оцениваемых физико-химических показателей связана с более низкой влажностью амарантовой муки и наличием в её составе остаточного количества масла, свободные жирные кислоты которого частично компенсируют щелочную реакцию предусмотренного рецептурой разрыхлителя. Определенное влияние на значение щелочности могут оказывать и белковые компоненты амарантовой муки. С повышением дозировки амарантовой муки изделия становились более плотными, что обусловлено ухудшением разрыхленности мякиша изделий (плотность увеличивалась с 0,43 до 0,58 г/см³).

По результатам исследований оптимальными соотношениями кукурузной и амарантовой муки для получения безглютеновых кексов можно считать 10,0-12,5 %: 90,0-87,5 %, рисовой и амарантовой муки – 15,0-17,5 %: 85,0-82,5 %. В связи с тем, что данные соотношения являются пороговыми (прежде всего, по результатам органолептической оценки), за основу при составлении рецептов полуфабрикатов безглютеновых кексов были взяты экспериментальные рецепты на основе кукурузной муки с добавлением амарантовой муки в количестве 10 % и на основе рисовой муки с добавлением амарантовой муки в количестве 15 %.

Расчет пищевой ценности разработанных полуфабрикатов кексов (табл. 2) показал, что по сравнению с безбелковыми смесями для выпечки кексов торговой марки «МакМастер», в кукурузно-амарантовом (рецептура № 1) и рисово-амарантовом кексах (рецептура № 2) улучшается соотношение основных пищевых веществ. Повышается содержание легкоусвояемых безглютеновых белков и пищевых волокон, снижается общее количество жиров, представленных в аналогах – безбелковых смесях для выпечки кексов ТМ «МакМастер» – «сухим растительным жиром». Кроме того, с введением амарантовой муки в химическом составе новых кексов появляются эссенциальные жирные кислоты.

Таблица 2 – Химический состав полуфабрикатов безглютеновых кексов

Наименование компонента	Содержание компонента в 100 г полуфабриката		
	по рецептуре № 1	по рецептуре № 2	«Ванильный», «Лимонный» (ТМ «Мак Мастер»)
Белки, г	7,88	8,43	0,5
Жиры, г	4,87	3,58	20,0
Углеводы, г	70,30	68,00	61,0
Пищевые волокна, г	1,22	3,40	0,0

При разработке смесей для оладий амарантовую и кунжутную муку вводили в тесто в виде смеси с кукурузной мукой в дозировках, предусмотренных экспериментальными рецептурами, в пределах от 2,5 % до 20 % от массы основного вида муки (табл. 3).

Таблица 3 – Рецептуры оладий

Сырье	Расход сырья, г	
	С амарантовой мукой	С кунжутной мукой
Мука кукурузная	80,0–100,0	80,0–100,0
Мука амарантовая	0–20,0	–
Мука кунжутная	–	0–20,0
Кефир	85,0	85,0
Яйцо куриное	30,0	30,0
Сода пищевая	0,6	0,6
Соль поваренная	2,0	2,0
Сахар-песок	10,0	10,0

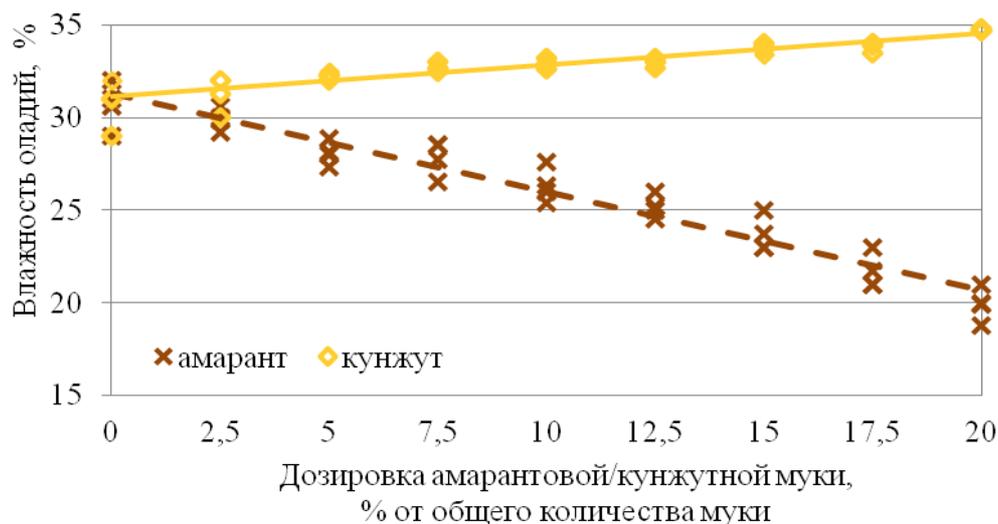
По результатам органолептической оценки, при дозировке амарантовой муки до 10,0 % и кунжутной муки – до 12,5 % включительно оладьи хорошо пропекались и сохраняли развитую пористость, поры были мелкие и тонкостенные, у оладий с кунжутной мукой – более эластичные.

Вместе с тем, увеличение дозировки амарантовой и кунжутной муки приводило к загущению теста и повышению его вязкости. У выпеченных изделий становился более выраженным запах соответствующего вида муки – амарантовой или кунжутной. Оладьи с амарантовой мукой хуже «поднимались» и пропекались, приобретали сероватый оттенок и слабо выраженный, но характерный привкус амарантовой муки. Оладьи с кунжутной мукой становились более светлыми по сравнению с оладьями на одной кукурузной муке, хорошо пропекались (но пористость на изломе становилась неравномерной) и приобретали специфический запах кунжутного масла.

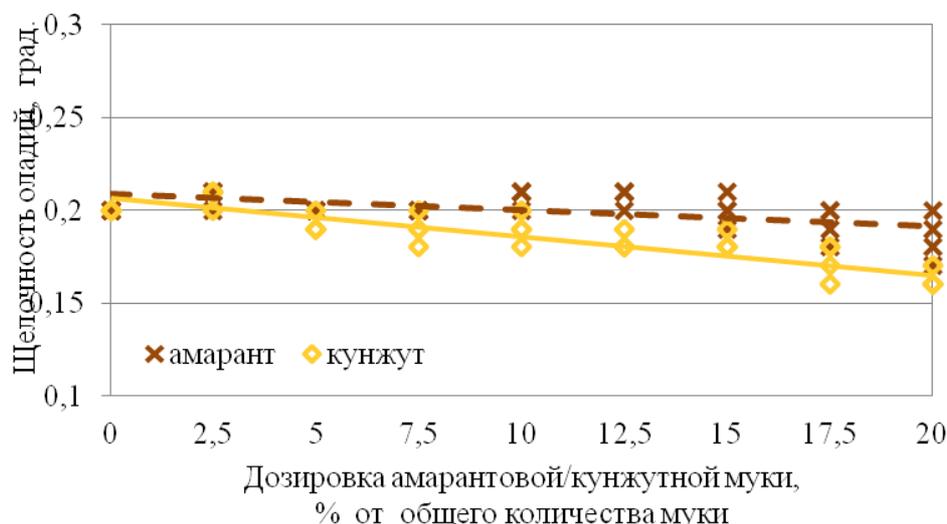
При дозировках амарантовой муки более 15 % и кунжутной муки более 12,5 % у оладий появлялся выраженный привкус, свойственный соответствующему виду добавленной муки. По результатам органолептической оценки лучшими вариантами можно считать кукурузные оладьи с добавлением 10 % амарантовой муки или 7,5 % кунжутной муки.

Анализ физико-химических показателей качества оладий установил, что при внесении в тесто амарантовой муки влажность выпеченных оладий снижалась. При использовании кунжутной муки значение влажности оладий находилось в прямой корреляционной связи с дозировкой кунжутной муки (рис. 3). Вероятно, замена части кукурузной муки на кунжутную способствует не только улучшению подъема изделий, но и лучшему удерживанию влаги в тесте при выпечке.

На щелочность оладий, значение которой обусловлено преимущественно использованием разрыхлителя, внесение амарантовой и кунжутной муки влияло незначительно (рис. 3): разброс значений показателя по вариантам рецептов от контрольного варианта и щелочности, обусловленной только разрыхлителем (0,20–0,21 град.), не превышал 0,01–0,04 град. Несколько более выраженное влияние выявлено при внесении в тесто кунжутной муки (снижение щелочности оладий до 0,16 град.), что может быть связано с более высоким содержанием в кунжутной муке липидов и в том числе свободных жирных кислот [15]. С учетом того, что дозировка в качестве разрыхлителя пищевой соды в рецептуре обычного теста для оладий может достигать 1,0–1,5 г на 100 г муки, влияние муки из рассматриваемых маслических культур на щелочность получаемых оладий может быть полностью нивелировано.



а)



б)

Рис. 3. Влияние дозировки амарантовой и кунжутной муки на влажность (а) и щелочность (б) оладий

Расчёт пищевой ценности оладий предлагаемых рецептур показывает, что при использовании амарантовой и кунжутной муки в оладьях увеличивается содержание белка (от 6,7 г/100 г оладий у контроля до 6,8–7,2 г/100 г оладий с добавлением амарантовой и кунжутной муки), увеличивается доля ценных с позиций сбалансированного рациона растительных жиров (от 13,5 г/100 г оладий у контроля до 13,7–15,3 г/100 г оладий с добавлением амарантовой и кунжутной муки). Отмечается закономерное снижение содержания усвояемых углеводов (с 42,8 г/100 г оладий у контроля до 36,0–33,6 г/100 г оладий по вариантам оладий экспериментальных рецептур) и повышение минеральной ценности в основном, в результате увеличения доли калия (до 8 % по сравнению с контролем), кальция (на 6–65 % по сравнению с контролем), магния (на 4–68 % по сравнению с контролем) и фосфора (до 20 % по сравнению с контролем), вносимых в тесто с мукой рассматриваемых маслических культур; более выраженное изменение минеральной ценности выявлено при использовании кунжутной муки.

Выводы. В результате выполненных исследований установлены оптимальные дозировки амарантовой муки в рецептурах безглютеновых кексов и оптимальные дозировки кунжутной и амарантовой муки в рецептурах безглютеновых оладий. На основе предложенных рецептов разработаны полуфабрикаты – многокомпонентные сухие смеси для выпечки безглютеновых кексов и оладий. Показано, что использование амарантовой и кунжутной муки при разработке полуфабрикатов безглютеновых кексов и оладий позволяет значительно повысить пищевую ценность этих изделий и пополнить ассортимент доступных по цене безглютеновых продуктов питания отечественного производства.

Литература

1. Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации до 2020 года: Распоряжение Правительства РФ от 17.04.2012 № 559-р [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902343994>.
2. Резниченко, И.Ю. Теоретические аспекты разработки и классификации кондитерских изделий специализированного назначения / И.Ю. Резниченко, Е.Ю. Егорова // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – № 3. – С. 133–138.
3. ТР ТС 027/2012 «О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического лечебного и диетического профилактического питания».– Режим доступа: http://www.tsouz.ru/eek/RSEEEK/RSEEEK/SEEK5/Documents/P_34.pdf.
4. Резниченко, И.Ю. Современные требования к качеству и безопасности безглютеновой продукции в Великобритании. Информационное обеспечение потребителей / И.Ю. Резниченко, Ю.А. Алешина // Ползуновский вестник. – 2011. – № 3/2. – С. 219–222.
5. Haines, M.L. Systematic review: The evidence base for long-term management of coeliac disease / M.L. Haines, R.P. Anderson, P.R. Gibson // *Alimentary Pharmacology & Therapeutics*. – 2008. – № 28. – P. 1042.
6. Мысаков, Д.С. Разработка рецептуры и товароведная оценка безглютенового бисквитного полуфабриката: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук: 05.18.15 / Д.С. Мысаков. – Екатеринбург, 2016. – 19 с.
7. Домбровская, Я.П. Обогащение сухих смесей для производства безглютеновых кексов / Я.П. Домбровская, А.В. Сурмина, Д.А. Закалюжный // Вестник ВГУИТ. – 2017. – Т. 79. – № 1 (71). – С. 130–133.
8. Болдина, А.А. Разработка технологий хлеба и безглютеновых мучных кондитерских изделий, обогащенных рисовой мукой: Дисс. ... канд. техн. наук: 05.18.01. – Краснодар, 2015. – 204 с.
9. Сибиль, А.В. Разработка технологии смесей для полуфабрикатов мучных изделий / А.В. Сибиль, И.Ю. Резниченко, И.А. Бакин // Ползуновский вестник. – 2012. – № 2/2. – С. 153–157.
10. Zharkova, I.M. Potencial'nye vozmozhnosti amarantovoj muki kak bezglyutenovogo produkta / I.M. Zharkova, A.A. Vzyagin, I.A. Byvakina i dr. // *Voprosy pitaniya*. – 2014. – Т. 83. – № 1.– S. 67–73.
11. Ogrodowska, D. Amaranth seeds and products – the source of bioactive compounds / D. Ogrodowska, R. Zadernowski, S. Czaplicki, D. Derewiaka, B. Wronowska // *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*. – 2014. – № 64 (3). – P. 165–170.
12. Piecyk, M. The content and characterization of nutrients in amaranth products / M. Piecyk, E. Worobiej, M. Rebiś, Z. Rebiś // *Bromat. Chem. Toksykol.* – 2009. – № 42. – P. 147–153.
13. Zvyagin, A.A. Potencial'nye vozmozhnosti amarantovoj muki kak bezglyutenovogo produkta / A.A. Zvyagin, I.A. Bavykina, I.M. Zharkova, L.A. Miroshnichenko // *Voprosy detskoj dietologii*. – 2015. – Т. 13. – № 2. – S. 46–51.
14. Matveeva, I.V. Amarantovaya muka v kachestve syr'ya dlya proizvodstva bezglyutenovykh mучnykh konditerskih izdelij / I.V. Matveeva, V.V. Nesterenko // *Hleboprodukty*. – 2012. – № 11. – S. 48–50.
15. Bochkarev, M.S. Study areas food use oil cake of from non-traditional oilseeds / M.S. Bochkarev, E.Ju. Egorova, I.Ju. Reznichenko, V.M. Poznjakovskij // *Foods and Raw materials*. – 2016. – V. 4. – №. 1. – P. 4–12.