УДК 664.683.9:641.05

Научно-практическое обоснование и разработка технологии безглютенового заварного пирожного для людей с непереносимостью лактозы

Канд. техн. наук **Н. Г. ИВАНОВА**[1], **А. С. СОЛНЦЕВА**

Московский государственный университет технологий и управления имени К. Г. Разумовского (Первый казачий университет)

[1]E-mail: n.ivanova@mgutm.ru

Возросшая за последнее время популярность безглютеновых продуктов питания объясняется повышением осведомленности потребителей о расстройствах, связанных с глютеном, и рекомендациями придерживаться диеты в связи с состоянием здоровья или образом жизни. Состояние глютеновой непереносимости часто сочетается с лактазной и сопровождается ухудшением усвоения большинства микронутриентов, что обусловливается развитием атрофии слизистой оболочки тонкой кишки, вызванной воспалительными процессами. Целью проведенной работы стала разработка технологии безглютенового заварного пирожного с использованием альтернативных источников сырья, адаптированных для лиц с непереносимостью лактозы. В рецептуру нового безглютенового полуфабриката были включены мука из семян тыквы, рисовая и кукурузная в соотношении 30:35:35%, соответственно. Дополнительно была произведена замена масла сливочного в составе полуфабриката на масло подсолнечное как безлактозная альтернатива и дополнительный источник полиненасыщенных жирных кислот, недостаток в которых испытывает большинство населения. Заварной крем изготавливали по стандартной технологии с заменой муки пшеничной на муку рисовую и молока питьевого на напиток растительный миндальный. Добавление 10 % по массе пюре облепихи было направлено на увеличение содержания в креме бета-каротина и витамина С, что будет способствовать лучшему усвоению железа из растительных источников. Для получения консистенции, пригодной к использованию крема в качестве начинки для заварного пирожного, по результатам исследований была установлена оптимальная дозировка пектина в количестве 1 %. Новый вид заварного пирожного характеризуется хорошими органолептическими и физико-химическими показателями качества, имеет повышенную пищевую ценность и может быть рекомендовано для включения в рацион питания людей, придерживающихся безглютеновой и безлактозной диеты, улучшения усвоения железа людям с целиакией, а также для восполнения дефицита в указанных нутриентах.

Ключевые слова: целиакия, лактазная недостаточность, безглютеновые изделия, безглютеновые мучные смеси, облепиха, миндальное молоко.

Информация о статье:

Поступила в редакцию 17.06.2024, одобрена после рецензирования 18.07.2024, принята к печати 24.07.2024

DOI: 10.17586/1606-4313-2024-23-3-70-77

Язык статьи — русский

Для цитирования:

Иванова Н. Г., *Солнцева А. С.* Научно-практическое обоснование и разработка технологии безглютенового заварного пирожного для людей с непереносимостью лактозы. // Вестник Международной академии холода. 2024. № 3. С. 70–77. DOI: 10.17586/1606-4313-2024-23-3-70-77

Scientific and practical rationales and development of gluten-free custom cake technology for people with lactose intolerance

Ph. D. **N. G. IVANOVA**[1], **A. S. SOLNTSEVA**

K. G. Razumovsky Moscow State University of technologies and management (the First Cossack University)

[1]E-mail: n.ivanova@mgutm.ru

Recent increase in popularity of gluten-free foods is due to increased consumer awareness of gluten-related disorders and dietary recommendations for health or lifestyle reasons. Gluten intolerance is often combined with lactase one and is accompanied by a deterioration in the absorption of most micronutrients, which is caused by the development of atrophy of the small intestinal mucosa, resulted from inflammatory processes. The purpose of the work was to develop a technology for gluten-free custard cake using alternative sources of raw materials, adapted for people with lactose intolerance. The recipe for the new gluten-free semi-finished product included pumpkin seed, rice, and corn flour in a ratio of 30:35:35%,

respectively. Additionally, butter in the semi-finished product was replaced with sunflower oil as a lactose-free alternative and an additional source of polyunsaturated fatty acids, which the majority of the population lacks. The custard was made using standard technology, replacing wheat flour with rice flour and drinking milk with a vegetable almond drink. The addition of 10 % by weight of sea buckthorn puree was aimed at increasing the content of beta-carotene and vitamin C in the cream, which contribute to better absorption of iron from plant sources. To obtain a consistency suitable for using cream as a filling for custard cake, based on research results, the optimal dosage of pectin was established in the amount of 1 %. A new type of custard cake is characterized by good organoleptic and physicochemical quality indicators, has increased nutritional value, and can be recommended for inclusion in the diet of people following a gluten-free and lactose-free diet, improving the absorption of iron in people with celiac disease, as well as for replenishing deficiencies in these nutrients.

Keywords: celiac disease, lactase deficiency, gluten-free products, gluten-free flour mixtures, sea buckthorn, almond milk.

Article info:
Received 16/06/2024, approved after reviewing 18/07/2024, accepted 24/07/2024
DOI: 10.17586/1606-4313-2024-23-3-70-77
Article in Russian
For citation:
Ivanova N. G., Solntseva A. S. Scientific and practical rationales and development of gluten-free custom cake technology for people with lactose intolerance. *Journal of International Academy of Refrigeration.* 2024. No 3. p. 70-77. DOI: 10.17586/1606-4313-2024-23-3-70-77

Введение

Несмотря на то, что аутоиммунная природа развития целиакии наблюдается в среднем у 1,0–2,0% населения в мире [1], безглютеновые продукты приобретают значительную популярность, превратившись из нишевого диетического выбора в массовое явление. Всплеск популярности вызван повышением осведомленности о расстройствах, связанных с глютеном, таких как целиакия и нецелиакическая чувствительность к глютену и рекомендациями придерживаться безглютеновой диеты по другим различным причинам, связанным со здоровьем или образом жизни [2].

Лактазная недостаточность в настоящее время широко распространена в России и демонстрирует значительные региональные и этнические различия [3], что подчеркивает необходимость внимания к ней со стороны системы здравоохранения и пищевой промышленности.

Состояния глютеновой и лактазной непереносимости часто сочетаются, поскольку в случае врожденной целиакии развивается атрофия слизистой оболочки тонкой кишки [1], в результате которой нарушается переваривание и всасывание всех нутриентов, что приводит к дисахаридазной (лактазная, сахаразная) недостаточности, несколько реже — нарушению всасывания моносахаридов [4, 5].

Безглютеновые продукты питания характеризуются пониженной биологической ценностью, высоким гликемическим индексом [6], обусловленными использованием в их составе углеводсодержащего сырья, вызывая дефицит в организме белка и микронутриентов, который можно минимизировать при проектировании путем использования в качестве функциональных ингредиентов продуктов переработки масличных, ореховых и бобовых культур [7]–[10].

Таким образом, создается потребность в разработке продуктов питания, не только отвечающих меняющемуся ландшафту диетических предпочтений, но и отвечающих на практические проблемы, с которыми сталкиваются люди с особыми потребностями в рационе, в частности, ассортимент безглютеновых кондитерских изделий, адаптированных для людей с непереносимостью лактозы, который остается ограниченным.

Целью проведенной работы стала разработка технологии безглютенового заварного пирожного с использованием альтернативных источников сырья, адаптированных для лиц с непереносимостью лактозы.

В ходе исследования решали следующие задачи:

− научно обосновать выбор ингредиентов для безглютенового заварного пирожного для людей с непереносимостью лактозы;

− исследовать влияние мучной безглютеновой смеси на качество заварного теста и полуфабриката;

− разработать заварной крем для безглютенового безлактозного заварного пирожного;

− разработать технологию, проект технической документации безглютенового заварного пирожного для людей с непереносимостью лактозы и определить его пищевую ценность.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования выступали заварные пирожные с заварным кремом, изготовленные из сырья, не содержащего глютен и лактозу.

При проведении исследований применяли следующее сырье, соответствующее требованиям нормативной документации: мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта (ГОСТ 26574–2017), мука из семян тыквы (ТУ 9146-002-66129238-2016), мука рисовая (ГОСТ 53495–2009), мука кукурузная (ГОСТ 14176–2022), соль поваренная пищевая (ГОСТ Р 51574–2018), сахар белый (ГОСТ 33222–2015), масло сливочное (ГОСТ 32261–2013), молоко питьевое (ГОСТ 31450–2013), масло подсолнечное (ГОСТ 1129–2013), яйца куриные пищевые (ГОСТ 31654–2012), напиток растительный миндальный (ГОСТ 28188–2014), пюре облепихи (ГОСТ 32898–2014), пектин (ГОСТ 51806–2001), вода питьевая (СанПиН 2.1.3684–21).

Исследования проводили в исследовательских лабораториях кафедры Биотехнологии продуктов питания из растительного и животного сырья МГУТУ им. К. Г. Разумовского (ПКУ).

Таблица 1

Состав мучной смеси для приготовления заварного полуфабриката контрольного и опытных образцов

Table 1

Flour mixture composition for making reference and experimental samples of custard semi-finished product

Наименование	Массовая доля муки в составе мучной смеси, %			
	Контрольный образец	Опыт № 1	Опыт № 2	Опыт № 3
Мука пшеничная высшего сорта	100	—	—	—
Мука из семян тыквы	—	20	30	40
Мука рисовая	—	40	35	30
Мука кукурузная	—	40	35	30

Таблица 2

Сравнительный анализ химического состава различных видов муки

Table 2

Comparison of chemical composition for various types of flour

Наименование соединений и элементов	Мука пшеничная [15]	Мука из семян тыквы [14]	Мука рисовая [16]	Мука кукурузная [12]
Вода, г	14	5.2	11.9	14
Белки, г	10,8	28	6	7,2
Жиры, г	1,3	7	1,4	1,5
Углеводы, г	69,9	47	80,2	72,1
Моно- и дисахариды, г	1	1,4	0,7	1,3
Крахмал, декстрины, г	67,9	1,47	79,1	70,6
Клетчатка, г	3,5	6	2,4	4,4
Железо, мг	1,2	8,82	0,35	2,7
Магний, мг	16	592	35	30
Калий, мг	122	809	76	147
Кальций, мг	18	46	10	20
Фосфор, мг	86	1233	98	109
Тиамин, мг	0,17	0,273	0,138	0,35
Пантотеновая кислота, мг	0,3	0,75	0,819	0,24
Фолиевая кислота, мкг	27,1	58	4	30

Заварной полуфабрикат изготавливали по стандартной технологии с заменой муки пшеничной высшего сорта на мучную безглютеновой смесь, состав которой приведен в табл. 1.

Дополнительно была произведена замена масла сливочного в составе полуфабриката на масло подсолнечное, как безлактозная альтернатива и дополнительный источник полиненасыщенных жирных кислот, недостаток в которых испытывает большинство населения.

Заварной крем изготавливался по стандартной технологии с заменой муки пшеничной высшего сорта на муку рисовую и молока питьевого на напиток растительный миндальный.

В качестве контрольного образца заварного полуфабриката и заварного крема при проведении исследований использовалась рецептура пирожного с заварным кремом [11].

Качество теста для заварного полуфабриката оценивали по показателям внешнего вида, консистенции, цвета, вкуса и запаха, и массовой доли влаги.

Качество заварного полуфабриката оценивали по показателям внешнего вида (форма, поверхность), вила в разрезе, цвета, вкуса, запаха, и влажности.

Качество заварного крема оценивали по органолептическим показателям (внешний вид, поверхность, консистенция, цвет, вкус и запах).

Результаты исследования и их обсуждение

Классическая рецептура заварного полуфабриката содержит пшеничную муку, которая не рекомендуется в диете людей с непереносимостью глютена. Для обеспечения безопасности и доступности продукта для этой группы потребителей, необходимо заменить пшеничную муку на безглютеновые варианты. В качестве альтернативы при проведении исследований рассмотрены мука из семян тыквы, кукурузная и рисовая, которые обладают уникальными свойствами, позволяющими создать продукт с желаемой текстурой, вкусом и улучшенной пищевой ценностью.

Рисовая и кукурузная мука являются, в основном, источником легкоусвояемых углеводов, обеспечивающих организм энергией [12, 13]

Мука из семян тыквы отличается высоким содержанием белка, включающего все незаменимые аминокислоты, что делает ее полноценным источником протеина, пищевых волокон, ненасыщенных жиров, магния, фосфора, марганца, меди, железа, цинка, а также витаминов Е и группы В [14].

В табл. 2 приведен сравнительный анализ химического состава различных видов муки, применяемых в исследовании.

Проведенный анализ свойств безглютеновых аналогов пшеничной муки (см. табл. 1) позволяет сделать вы-

Таблица 3

Влияние мучной безглютеновой смеси на показатели качества заварного теста

Table 3

The effect of flour gluten-free mixture on the quality indicators of custard dough

Наименование показателя	Значение показателя			
	контрольный образец	опыт № 1	опыт № 2	опыт № 3
Консистенция и внешний вид	однородная вязкая, без посторонних включений	неоднородная, вязкая, с вкраплениями муки из семян тыквы		
Цвет	светло-желтый	желтовато-зеленый		светло-зеленый
Вкус и запах	свойственный заварному тесту	выраженный кукурузный запах, присутствует привкус рисовой муки	легкий ореховый запах и привкус	сильно выраженный запах и привкус тыквенных семян
Массовая доля влаги, %	54,0	57,5	57,0	50,0

Таблица 4

Влияние мучной безглютеновой смеси на показатели качества заварных полуфабрикатов

Table 4

The effect of flour gluten-free mixture on the quality indicators of custard semi-finished products

Наименование показателя	Значение показателя			
	контрольный образец	опыт № 1	опыт № 2	опыт № 3
Внешний вид: форма	правильная округлая	правильная, немного перекошена	правильная округлая	немного сплющена
Поверхность	шероховатая с незначительными трещинами			шероховатая с надрывами
Вид в разрезе	равномерный по толщине стенок, без следов непромеса		равномерный по толщине стенок, с вкраплениями кукурузной муки	полуфабрикат равномерный по толщине, хорошо пропеченный, с ярко выраженными вкраплениями тыквенных семян
Цвет	пшенично-желтый	желтовато-зеленый		зеленовато-желтый
Вкус	пшеничный мучной	с выраженным привкусом кукурузной муки	сбалансированный, с ореховым и легким привкусом кукурузной муки	с выраженным привкусом тыквенных семян
Запах	яично-мучной	яично-кукурузный	с легким запахом кукурузной муки	с выраженным запахом тыквенных семян
Влажность, %	24,9	23,5	22,3	22,0

вод о перспективности использования муки из семян тыквы, кукурузной и рисовой для разработки безглютенового заварного полуфабриката, комбинация которых будет обеспечивать баланс между структурой, текстурой и вкусом, что важно для создания качественного продукта.

При проведении исследований готовили три опытных образца заварного полуфабриката при различном соотношении безглютеновых видов муки в составе мучной смеси (см. табл. 1). Во всех образцах масло сливочное в рецептуре было заменено полностью на подсолнечное. Результаты оценки качества образцов заварного теста приведены в табл. 3.

Как видно из полученных данных при оценке органолептических и физико-химических показателей качества опыт заварного теста № 2 демонстрировал наилучшие показатели по сравнению с опытами № 1 и № 3.

Результаты оценки качества опытных образцов выпеченных заварных полуфабрикатов приведены в табл. 4 и на рис. 1.

Рис. 1. Внешний вид выпеченного заварного полуфабриката на основе мучной безглютеновой смеси в сравнении с контрольным образцом

Fig. 1. Baked custard semi-finished products compared to the reference sample

Как видно из сравнительной оценки показателей качества, замена пшеничной муки на мучную безглютеновую смесь оказала незначительное влияние на массовую долю влаги готовых изделий. Опыт № 1 имел сплющенную форму, желтовато-зеленый цвет, что может быть непривычно для потребителя, а в полости присутствовали вкрапления кукурузной муки, что свидетельствовало о неоднородности теста. Вкус и запах имели выраженный привкус и запах кукурузы, что может негативно сказаться на вкусовых качествах. Исследуемый опыт № 3 имел надрывы на поверхности, зеленовато-желтый цвет мякиша, а вкус и запах имели выраженный привкус и запах муки из семян тыквы, что может быть неприемлемо для потребителя, ожидающего традиционный вкус заварного полуфабриката. Влажность опытных образцов была несколько ниже контрольного, но находилась в диапазоне значений, рекомендуемых нормативной документацией на заварные полуфабрикаты. Исходя из анализа полученных данных, можно заключить, что опыт № 2 обладал наилучшими органолептическими и физико-химическими показателями качества. Он был наиболее близок к контрольному образцу и приобретал оригинальные вкусовые показатели. Опыты № 1 и № 3 имели существенные недостатки, связанные с внешним видом, вкусом, запахом и однородностью теста, что делало их менее предпочтительными по сравнению с опытом № 2.

По результатам проведенных исследований для разработки безглютенового пирожного был выбран опыт № 2, приготовленный с использованием смеси муки из семян тыквы, кукурузной и рисовой в соотношении 30:35:35%, соответственно.

Рецептура классического заварного крема включает коровье молоко, содержащее лактозу. Лактазная недостаточность имеет генетическую природу и находит широкое проявление среди взрослого населения [5]. Замена коровьего молока на альтернативный растительный напиток — миндальное молоко — будет способствовать расширению целевой аудитории потребителей. Кроме того, миндальное молоко содержит большое количество витаминов и минеральных веществ, включая кальций и витамин D, положительно влияющие на состояние опорно-двигательного аппарата и общее состояние здоровья человека.

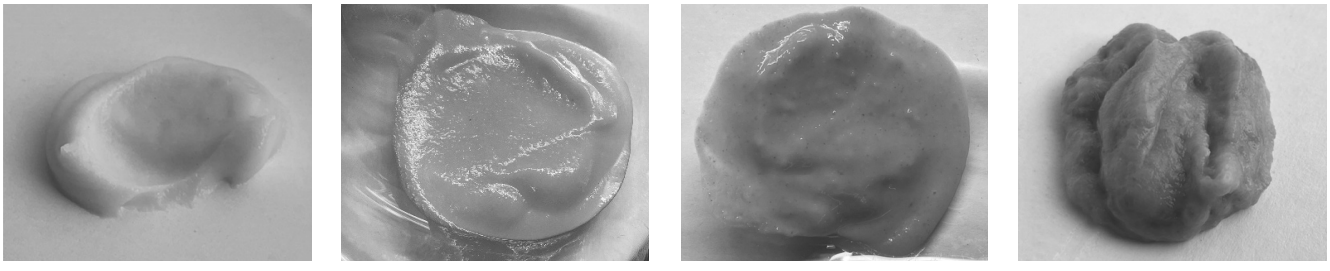
Для приготовления опытного образца заварного крема была проведена замена муки пшеничной на муку рисовую в соотношениях 1:1, 1:1.25 и 1:1.5 соответственно. Контрольным был образец заварного крема, изготовленный на пшеничной муке. Результаты приведены на рис. 2.

Оптимальным количеством по итогам проведенных исследований, обеспечивающим кремообразную текстуру и стабильность без комкования, стала рекомендация замены 1 части пшеничной муки на 1,25 части рисовой, которая придавала гладкую шелковистую структуру крему, однако его консистенция становилась более жидкой в сравнении с контрольным образцом (образец крема № 1, рис. 2).

Люди, страдающие непереносимостью глютена, подвержены повышенному риску возникновения дефицита железа из-за нарушения всасывания питательных веществ, вызванного повреждением и воспалением кишечника [17]. Частота проявления железодефицитной анемии, сопровождающей непереносимость глютена, в мире может достигать 15,9% [18]. Одним из способов снизить риск дефицита железа у людей с целиакией, является включение в рацион дополнительных источников железа или повышение степени его усвоения, например, за счет витаминов. Добавление в заварной крем пюре облепихи было направлено на увеличение содержания в изделии бета-каротина и витамина С, что будет способствовать лучшему усвоению железа из растительных источников. Этот синергетический эффект подчеркивает потенциальную пользу для здоровья крема, обогащенного облепихой, в поддержке метаболизма железа и общего состояния здоровья для лиц, имеющих непереносимость глютена.

Дозировка облепихового пюре 10 % к массе крема была выбрана на основе органолептической оценки и предположительного полного покрытия суточной потребности взрослого человека в аскорбиновой кислоте. Для сохранения максимального количества витамина С в облепиховом пюре, его добавление в крем происходило на завершающем этапе, когда температура крема опускалась ниже 60 °С, поскольку при более высоких температурах витамин С начинает разрушаться. Однако, внесение в состав облепихового пюре еще больше снижало вязкость заварного крема, что не давало возможности его применения в качестве начинки (образец крема № 2, рис. 2).

С целью получения консистенции, пригодной для использования заварного крема в качестве начинки для заварного пирожного, было принято решение добавить в облепиховое пюре пектин. По результатам исследований была установлена оптимальная дозировка пектина в количестве 1 % к общей массе, которая позволила создать



контрольный образец (на пшеничной муке) | образец крема № 1 (на рисовой муке) | образец крема № 2 (на рисовой муке с добавлением пюре облепихи) | разработанный образец крема

Рис. 2. Сравнение внешнего вида заварного крема с контрольным образцом

Fig. 2. Custard samples compared to the reference sample

Таблица 5

Органолептические показатели качества разработанного образца заварного крема в сравнении с контрольным

Table 5

Organoleptic quality indicators for the new type of custard compared to the reference sample

Наименование показателя	Значение показателя	
	Контрольный образец крема	Разработанный образец крема
Внешний вид	гладкий однородный крем без посторонних включений	гладкий однородный крем с небольшими вкраплениями протертых ягод облепихи
Поверхность	гладкая, без следов непромеса	гладкая, с вкраплениями ягод облепихи
Консистенция	однородная эмульсия, в меру густая, без следов непромеса	однородная эмульсия, в меру густая, с вкраплениями ягод облепихи
Цвет	светло-бежевый	светло-оранжевый
Вкус	свойственный со сливочным привкусом	свойственный, с выраженным вкусом ягод облепихи
Запах	сливочный запах, сливочного масла и молока	с легким ароматом ягод облепихи

Таблица 6

Сравнение пищевой ценности безглютенового заварного пирожного с заварным кремом «Осеннее» с контролем

Table 6

Nutritive value of gluten-free custard cake with the custard «Osenneye» compared to the reference sample

Химический состав	Норма физиологической потребности	Контрольный образец	Удовлетворение суточной потребности, %	Пирожное «Осеннее»	Удовлетворение суточной потребности, %
Энергетическая ценность, ккал	1800	387	21,5	322	17,9
Белки, г	63	5,3	8,5	11,0	17,5
Жиры, г	60	21,4	35,7	20,4	34,0
в т. ч. ПНЖК	20	0,9	4,5	11,1	55,7
Углеводы, г	252	43,2	17,2	23,6	9,4
Пищевые волокна	18	0,5	2,9	1,6	8,8
Железо, мг	18	0,95	5,3	2,1	11,7
Магний, мг	420	7,77	1,9	46,24	11,0
Кальций, мг	1000	40,75	4,1	51,16	5,1
Витамин В1, мг	1,14	0,05	4,4	0,07	6,1
Витамин В9, мг	400	6,57	1,6	7,65	1,9
Витамин С, мг	100	0,1	0,1	33,04	33,0

более густую вязкую структуру крема, не вытекающую из полуфабриката при наполнении пирожного (рис. 2).

В табл. 5 представлены органолептические показатели качества разработанного образца заварного крема в сравнении с контрольным.

Разработанный заварной крем характеризуется приятным светло-оранжевым цветом, уникальным вкусом и ароматом. Использование миндального молока и рисовой муки в составе позволяет получить крем без глютена и лактозы, что делает его доступным для людей с непереносимостью глютена и лактозы.

По результатам проведенной работы была разработана рецептура безглютенового заварного пирожного «Осеннее», внешний вид которого представлен на рис. 3, и составлен проект технических условий на новый вид изделия.

Для разработанного изделия расчетным путем была определена пищевая ценность. Степень покрытия суточной потребности при употреблении 100 г пирожного определялась для женщин в возрасте 30–44 лет, группа физической активности 1 (МР № 2.3.1.0253–2021). Данная целевая категория была определена из данных популяционных исследований, показавших, что среди женщин

Рис. 3. Безглютеновое заварное пирожное с заварным кремом «Осеннее» для людей с непереносимостью лактозы

Fig. 3. Gluten-free custard cake with the custard «Osenneye» for the people with lactose intolerance

целиакия встречается вдвое чаще, чем у мужчин [19, 20] с преимущественной манифестацией в возрасте 30–60 лет [21, 22]. Результаты приведены в табл. 6.

Для полученного изделия была определена пищевая ценность (табл. 6), которая показала, что разработанное пирожное «Осеннее» отличается от контрольного повышенным количеством белка — в 2 раза, в 3,2 раза — пищевых волокон, сниженным примерно в 1,8 раз количеством углеводов. При этом энергетическая ценность продукта снижается в 1,2 раза. Употребление 100 г пирожного «Осеннее» покрывает до больше половины суточной потребности женщины в возрасте 30–44 года в полиненасыщенных жирных кислотах семейства омега-3, более трети — в аскорбиновой кислоте, в железе и калии — более 11 %.

Заключение

Разработанное пирожное может быть рекомендовано для включения в рацион питания людей, придерживающихся безглютеновой и безлактозной диеты, для улучшения усвоения железа людям с целиакией из-за нарушения всасывания питательных веществ, вызванного повреждением и воспалением кишечника, а также для восполнения дефицита в указанных нутриентах.

Литература

1. *Дмитриева Ю. А., Захарова И. Н., Османов И. М. и др.* Целиакия: история и современность // Педиатрия. Приложение к журналу Consilium Medicum. 2022. №. 4. С. 357–361.
2. *Корсакова А. И., Климов В. А.* Развитие рынка безглютеновых хлебопекарных продуктов // Дельта науки. 2019. № 2. С. 60–63.
3. *Kovalenko E., Vergasova E., Shoshina O. et al.* Lactase Deficiency in Russia: Multiethnic Genetic Study. 2022. preprint. DOI: 10.21203/rs. 3. rs–1859111/v1
4. *Шептулин А. А., Кардашева С. С., Курбатова А. А., Ивашкин В. Т.* Диетотерапия при синдроме раздраженного кишечника: спорные и нерешенные вопросы // Вопросы детской диетологии. 2020. Т. 18. № 4. С. 29–35. DOI: 10.20953/1727-5784-2020-4-29-35.
5. *Басюл О. В., Кириллова А. И., Конасов К. С. и др.* Особенности генетического профиля метаболизма лактозы при целиакии // Гастроэнтерология Санкт-Петербурга. 2020. № 3–4. С. 23.
6. *Урубков С. А., Хованская С. С., Смирнов С. О.* Сравнительный анализ гликемического индекса амаранта и других продуктов без глютена // Техника и технология пищевых производств. 2019. Т. 49. № 4. С. 629–634. DOI: 10.21603/2074-9414-2019-4-629-634.
7. Патент РФ № 2019102766, 31.01.2019 / Иванова Н. Г., Никитин И. А., Тефикова С. Н. Способ производства заварных безглютеновых пряников. Патент России № 2706543. 2019. Бюл. № 32.
8. *Никитин И. А., Иванова Н. Г., Старостина Е. С., Черных В. Я.* Технология мучных кондитерских изделий для людей с нарушением метаболизма глютена // Хлебопродукты. 2019. № 3. С. 53–56. DOI: 10.32462/0235-2508-2019-28-3-53-56.
9. *Козубаева Л. А., Кузьмина С. С.* Современные тенденции формирования ассортимента безглютеновых мучных кондитерских изделий // Ползуновский вестник. 2022. Т. 1. №. 4. С. 57–67.
10. *Скорбина Е. А., Трубина И. А., Сычева О. В., Лаптев С. М.* Оптимизация состава безглютеновой смеси для хлебопечения // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК — продукты здорового питания. 2022. №. 3. С. 193–199.
11. Рецептуры на торты, пирожные, кексы и рулеты. Ч. III. Под ред.: Богатая Л. М. М.: Пищевая промышленность, 1978.
12. *Айрумян В. Ю. Сокол Н. В., Ольховатов Е. А.* Химический состав продуктов переработки зерна риса и кукурузы для повышения пищевой и биологической ценности хлебобулочных изделий // Ползуновский вестник. 2020. № 3. С. 3–10. DOI: 10.25712/ASTU. 2072–8921.2020.03.001.

References

1. Dmitrieva Yu. A., Zakharova I. N., Osmanov I. M., et al. Celiac disease: history and modernity. *Pediatrics. Supplement to the journal Consilium Medicum.* 2022. No. 4. pp. 357–361. (in Russian)
2. Korsakova A. I., Klimov V. A. Development of the market for gluten-free baking products. *Delta of Science.* 2019. No. 2. P. 60–63. (in Russian)
3. Kovalenko E., Vergasova E., Shoshina O. et al. Lactase Deficiency in Russia: Multiethnic Genetic Study. 2022. preprint. DOI: 10.21203/rs. 3. rs–1859111/v1.
4. Sheptulin A. A., Kardasheva S. S., Kurbatova A. A., Ivashkin V. T. Diet therapy for irritable bowel syndrome: controversial and unresolved issues. *Issues of pediatric dietology.* 2020. vol. 18. No. 4. pp. 29–35. DOI: 10.20953/1727-5784-2020-4-29-35. (in Russian)
5. Basyul O. V., Kirillova A. I., Konasov K. S. et al. Features of the genetic profile of lactose metabolism in celiac disease. *Gastroenterology of St. Petersburg.* 2020. No. 3–4. P. 23. (in Russian)
6. Urubkov S. A., Khovanskaya S. S., Smirnov S. O. Comparative analysis of the glycemic index of amaranth and other gluten-free products. Equipment and technology of food production. 2019. vol. 49. No. 4. P. 629–634. DOI: 10.21603/2074-9414-2019-4-629-634. (in Russian)
7. RF Patent No. 2019102766, 01/31/2019 Ivanova N. G., Nikitin I. A., Tefikova S. N. Method for producing custard gluten-free gingerbreads. Russian Patent No. 2706543. 2019. Bull. No. 32. (in Russian)
8. Nikitin I. A., Ivanova N. G., Starostina E. S., Chernykh V. Ya. Technology of flour confectionery products for people with impaired gluten metabolism. *Bread products.* 2019. No. 3. P. 53–56. DOI: 10.32462/0235-2508-2019-28-3-53-56. (in Russian)
9. Kozubaeva L. A., Kuzmina S. S. Modern trends in the formation of an assortment of gluten-free flour confectionery products. *Polzunovsky Bulletin.* 2022. vol. 1. No. 4. pp. 57–67. (in Russian)
10. Skorbina E. A., Trubina I. A., Sycheva O. V., Laptev S. M. Optimization of the composition of a gluten-free mixture for baking. *Technologies of the food and processing industry of the agro-industrial complex — healthy nutrition products.* 2022. No. 3. pp. 193–199. (in Russian)
11. Recipes for cakes, pastries, muffins and rolls. part III. Moscow: Food Industry, 1978. (in Russian)
12. Ayrumyan V. Yu. Sokol N. V., Olkhovatov E. A. Chemical composition of rice and corn grain processing products to increase the nutritional and biological value of bakery products. *Polzunovsky Bulletin.* 2020. No. 3. P. 3–10. DOI: 10.25712/ASTU. 2072–8921.2020.03.001. (in Russian)

13. *Матасова К. Д., Николаева В. А., Сорокопудов И. А., Белова М. В.* К вопросу использования гречневой муки в производстве мучных кондитерских изделий для лечебно-профилактического питания // Сурский вестник. 2023. № 1 (21). С. 55–60. DOI: 10.36461/2619-1202-2023-01-010.
14. *Гаджиева А. М., Мурадов Ш. Н.* Использование муки из семян тыквы как натуральной пищевой добавки // Теория и практика современной науки. 2022. № 4 (82). С. 167–170.
15. *Скурихин И. М., Тутельян В. А.* Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания: Справочник. М.: Дели принт. 2015. 276 с.
16. *Рензяева Т. В., Назимова Г. И., Марков А. С.* Технология кондитерских изделий: учебное пособие для вузов. 6-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань. 2022. 156 с.
17. *Богданов А. Н., Волошин С. В., Кулибаба Т. Г.* Гематологические манифестации при целиакии // Университетский терапевтический вестник. 2022. № 4 (2). С. 22–30.
18. *Губская Е. Ю., Кузьминец А. А., Наумова О. А. и др.* Исследование железодефицитных состояний у больных глютензависимыми заболеваниями, находящихся на аглиадиновой диете // Гастроэнтерология. 2020. Т. 54, № 1. С. 30–37. DOI: 10.22141/2308–2097.54.1.2020.199139.
19. *King J. A., Jeong J., Underwood F. E., et al.* Incidence of Celiac Disease Is Increasing Over Time: A Systematic Review and Meta-analysis. // Am J Gastroenterol. 2020 Apr; 115 (4):507–525. Doi: 10.14309/ajg. 0000000000000523.
20. *Jansson-Knodell C. L., Hujoel I. A., West C. P., Taneja V., Prokop L. J., Rubio-Tapia A., Murray J. A.* Sex Difference in Celiac Disease in Undiagnosed Populations: A Systematic Review and Meta-analysis. // Clin Gastroenterol Hepatol. 2019 Sep: 17 (10):1954–1968. e13. DOI: 10.1016/j. cgh. 2018.11.013.
21. *Bessonov A. A., Kryukova N. A., Mukharaeva E. M., Skvortsov V. V.* Gluten enteropathy in practice of the general doctor. // Experimental and Clinical Gastroenterology. 2019:167 (7):4–9. DOI: 10.31146/1682–8658-ecg–167-7-4-9.
22. *Орешко Л. С., Семенова Е. А., Орешко А. Ю.* Функциональное состояние органов пищеварения у больных целиакией, ассоциированной с дисплазией соединительной ткани // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2021. № 4 (188). С. 96–105. DOI: 10.31146/1682–8658-ecg–188-4-96-105.

Сведения об авторах

Иванова Наталья Геннадьевна
К. т. н., доцент, доцент кафедры Биотехнологии продуктов питания из растительного и животного сырья, Московский государственный университет технологий и управления им. К. Г. Разумовского (Первый казачий университет), 109004, Москва, ул. Земляной Вал, 73. n.ivanova@mgutm.ru. ORCID 0000-0003-3878-6355

Солнцева Александра Сергеевна
Студент кафедры Биотехнологии продуктов питания из растительного и животного сырья, Московский государственный университет технологий и управления им. К. Г. Разумовского (Первый казачий университет), 109004, Москва, ул. Земляной Вал, 73. solntceva1410@mail.ru. ORCID 0009-0004-7810-2370.

13. Matasova K. D., Nikolaeva V. A., Sorokopudov I. A., Belova M. V. On the issue of using buckwheat flour in the production of flour confectionery products for therapeutic and prophylactic nutrition. *Sursky Bulletin.* 2023. No. 1 (21). pp. 55–60. DOI: 10.36461/2619-1202-2023-01-010. (in Russian)
14. Gadzhieva A. M., Muradov Sh. N. The use of pumpkin seed flour as a natural food additive. *Theory and practice of modern science.* 2022. No. 4 (82). pp. 167–170. (in Russian)
15. Skurikhin I. M., Tutelyan V. A. Tables of the chemical composition and calorie content of Russian food products: Directory. M.: Delhi print. 2015. 276 p. (in Russian)
16. Renzyaeva T. V., Nazimova G. I., Markov A. S. Technology of confectionery products: textbook for universities. 6th ed., erased. St. Petersburg: Lan. 2022. 156 p. ISBN 978-5-507-44338-3. (in Russian)
17. Bogdanov A. N., Voloshin S. V., Kulibaba T. G. Hematological manifestations in celiac disease. *University Therapeutic Bulletin.* 2022. No. 4 (2). pp. 22–30. (in Russian)
18. Gubskaya E. Yu., Kuzminets A. A., Naumova O. A. et al. Study of iron deficiency in patients with gluten-dependent diseases on an agliadine diet. *Gastroenterology.* 2020. vol. 54, No. 1. P. 30–37. DOI: 10.22141/2308–2097.54.1.2020.199139. (in Russian)
19. King J. A., Jeong J., Underwood F. E., et al. Incidence of Celiac Disease Is Increasing Over Time: A Systematic Review and Meta-analysis. *Am J Gastroenterol.* 2020 Apr; 115 (4):507–525. DOI: 10.14309/ajg. 0000000000000523.
20. Jansson-Knodell C. L., Hujoel I. A., West C. P., Taneja V., Prokop L. J., Rubio-Tapia A., Murray J. A. Sex Difference in Celiac Disease in Undiagnosed Populations: A Systematic Review and Meta-analysis. *Clin Gastroenterol Hepatol.* 2019 Sep: 17 (10):1954–1968. e13. DOI: 10.1016/j. cgh. 2018.11.013.
21. Bessonov A. A., Kryukova N. A., Mukharaeva E. M., Skvortsov V. V. Gluten enteropathy in practice of the general doctor. *Experimental and Clinical Gastroenterology.* 2019: 167 (7):4–9. DOI: 10.31146/1682–8658-ecg–167-7-4-9.
22. Oreshko L. S., Semenova E. A., Oreshko A. Yu. Functional state of the digestive organs in patients with celiac disease associated with connective tissue dysplasia. *Experimental and clinical gastroenterology.* 2021. No. 4 (188). pp. 96–105. DOI 10.31146/1682–8658-ecg–188-4-96-105. (in Russian)

Information about authors

Ivanova Natalia G.
Ph. D., Associate professor, Associate professor at the department of Biotechnology of Food Products from Plant and Animal Raw Materials, K. G. Razumovsky Moscow State University of technologies and management (The First Cossack University), 73, Zemlyanoi Val st., Moscow, Russia, 109004. n.ivanova@mgutm.ru. ORCID 0000-0003-3878-6355

Solntseva Aleksandra S.
Student at the department of Biotechnology of Food Products from Plant and Animal Raw Materials. K. G. Razumovsky Moscow State University of technologies and management (The First Cossack University), 73, Zemlyanoi Val st., Moscow, Russia, 109004. solntceva1410@mail.ru. ORCID 0009-0004-7810-2370.

Статья доступна по лицензии Creative Commons «Attribution-NonCommercial»