



Научная статья
4.3.3 – Пищевые системы (технические науки)
УДК 664.681.9

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2025.03.015



ТЕХНОЛОГИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО КЕКСА ДЛЯ ЛЮДЕЙ С ПИЩЕВОЙ АЛЛЕРГИЕЙ НА КУРИНЫЙ БЕЛОК

Мария Сергеевна Киреева ¹, Елена Владимировна Трухина ²,
Евгения Алексеевна Харитоновна ³

^{1, 2, 3} Санкт-Петербургский Политехнический университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург, Россия

¹ kireeva_ms@spbstu.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4929-5930>

² 0946713@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7381-3457>

³ zenaharitonova832@gmail.com

Аннотация. Проведенные исследования связаны с подбором технологического решения, направленного на исключение яичных продуктов и заменой их растительными компонентами, в технологии кексовых изделий. Для обоснования предложенной технологической схемы изучено влияние суспензии из семян льна в различных соотношениях на формирование потребительских свойств кексов. Опытным путем разработана технология приготовления кексов, включающая полную замену яичных продуктов на суспензию льняной муки с водой в соотношениях 1:2 и 1:3. Учитывая физико-химические изменения полисахаридного комплекса льна при тепловой обработке, отработаны базовые режимы и технологические параметры выпечки изделий с использованием пароконвекционного аппарата.

Для обоснования разработанной технологии проведен сравнительный анализ пищевой и энергетической ценности, физико-химических, органолептических показателей качества опытных образцов в сравнении с контрольным образцом кексов.

Установлено, что использование водной суспензии из семян льна в соотношении 1:3 положительно влияет на формирование показателей качества готовых изделий и позволяет полностью исключить из рецептуры кексов яичные продукты – аллергенные структурообразующие компоненты. Кроме того, студнеобразующие свойства льняной суспензии позволили исключить из рецептуры маргарин, что снизило энергетическую ценность изделий на 14,4 % относительно контрольного образца. Использование семян льна привело к повышению содержания пищевых волокон в 6 раз, что обеспечивает 24 % от рекомендуемой нормы суточного потребления их в одной порции кекса, массой 100 грамм.

В результате физико-химического анализа готовой продукции сделан вывод, что подготовленные семена льна в виде суспензии в соотношении 1:3 являются хорошим структурообразователем за счет своего белково-полисахаридного комплекса. Установлено, что опытный образец № 2 по своим характеристикам соответствует требованиям ГОСТ 15052-2014 и практически не уступает контрольному образцу. Разработанная продукция позволит расширить ассортиментный перечень специализированных продуктов питания без использования куриного белка.

Ключевые слова: технология, кекс с семенем льна, специализированный продукт, полисахаридный комплекс, белково-полисахаридный комплекс, структурообразователь, семена льна, аллергия на куриный белок.

Для цитирования: Киреева М. С., Трухина Е. В., Харитоновна Е. А. Технология специализированного кекса для людей с пищевой аллергией на куриный белок // Ползуновский вестник. 2025. № 3, С. 92–97. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2025.03.015. EDN: <https://elibrary.ru/CSXYQA>.

Original article

TECHNOLOGY OF A SPECIALISED MUFFIN FOR PEOPLE WITH A FOOD ALLERGY TO CHICKEN PROTEIN

Maria S. Kireeva ¹, Elena V. Trukhina ², Evgenia A. Haritonova ³

^{1, 2, 3} Peter The Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia

¹ kireeva_ms@spbstu.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4929-5930>

² 0946713@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7381-3457>

³ zenaharitonova832@gmail.com

Abstract. The conducted research is related to the selection of a technological solution aimed at eliminating egg products and replacing them with vegetable components in the technology of cupcake products. To substantiate the proposed technological scheme, the effect of flax seed suspension in various proportions on the formation of consumer properties of cupcakes was studied. A technology for making cupcakes has been experimentally developed, including the complete replacement of egg products with a suspension of flaxseed flour with water in the ratios of 1:2 and 1:3. Taking into account the physico-chemical changes in the polysaccharide complex of flax during heat treatment, the basic modes and technological parameters of baking products using a steam convector have been worked out.

© Киреева М. С., Трухина Е. В., Харитоновна Е. А., 2025

ТЕХНОЛОГИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО КЕКСА ДЛЯ ЛЮДЕЙ С ПИЩЕВОЙ АЛЛЕРГИЕЙ НА КУРИНЫЙ БЕЛОК

To substantiate the developed technology, a comparative analysis of the nutritional and energy values, physico-chemical, organoleptic quality indicators of the prototypes in comparison with the control sample of cupcakes was carried out.

It has been established that the use of an aqueous suspension of flax seeds in a ratio of 1:3 has a positive effect on the formation of quality indicators of finished products and makes it possible to completely exclude egg products, allergenic structure-forming components, from the cupcake formulation. In addition, the jelly-forming properties of the flax slurry made it possible to exclude margarine from the formulation, which reduced the energy value of the products by 14.4 % relative to the control sample. The use of flax seeds has led to a 6-fold increase in dietary fiber content, which provides 24 % of the recommended daily intake in one serving of a cupcake weighing 100 grams.

As a result of the physico-chemical analysis of the finished product, it was concluded that prepared flax seeds in the form of a suspension in a ratio of 1:3 are a good structurizer due to their protein-polysaccharide complex. It has been established that prototype No. 2 meets the requirements of GOST 15052-2014 in its characteristics and is practically not inferior to the control sample. The developed products will allow to expand the assortment list of specialized food products without using chicken protein.

Keywords: technology, cupcake with flax seed, specialized product, polysaccharide complex, protein-polysaccharide complex, structure educator, flax seeds, allergic to chicken protein.

For citation: Kireeva, M.S., Trukhina, E.V. & Haritonova, E.A. (2025). Technology of a specialised muffin for people with a food allergy to chicken protein. *Polzunovskiy vestnik*, (3), 92-97. (In Russ). doi: 10/25712/ASTU.2072-8921.2025.03.015. EDN: <https://elibrary.ru/CSXYQA>.

ВВЕДЕНИЕ

В наши дни особенно популярна концепция питания «free from» – продукты «без глютена», «без добавленного сахара», «без лактозы», «без общепринятых аллергенов», продукты с пониженным содержанием соли и жира [1].

Данные эпидемиологических исследований показывают, что не менее 2 % взрослых и 6 % детей страдают различными проявлениями пищевой аллергии (ПА) [2].

Белок яйца считается одним из самых распространенных аллергенов у детей и взрослых. Согласно общепринятой практике, людям, страдающим ПА к куриному яйцу, рекомендуют придерживаться строгой исключительной диеты [3]. Диета предполагает полный отказ от продуктов, в состав которых включены куриные яйца.

Учитывая, что мучные кондитерские изделия весьма популярны в рационе питания разных категорий потребителей, перспективным направлением является разработка специализированных продуктов питания, свободных от определенных ингредиентов, присутствие которых в пище не рекомендовано по медицинским показаниям (аллергены, некоторые типы белков, олигосахариды, глютен и т. д.).

Производство мучных кондитерских изделий в разрезе основных категорий, занимает 42,2 % от общего объема производства, уступая шоколаду и сахаристым кондитерским изделиям [4]. Геополитические факторы в 2022–2023 г. сыграли на пользу отрасли (рисунок 1). По оценкам Busines Stat, в 2023 г. увеличилось производство всех видов кондитерских изделий в России на 2,3 % и составило 4 млн. т. [5].

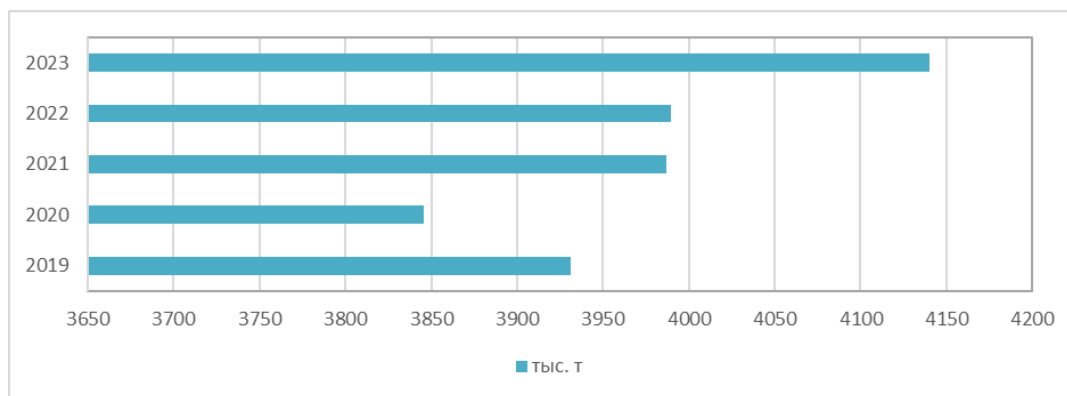


Рисунок 1 – Динамика производства кондитерских изделий с 2019 г. по 2023 г. [5]

Figure 1 – Dynamics of confectionery production from 2019 to 2023

Кексы занимают особое место среди мучных кондитерских изделий. Их доля составляет около 7–12 %, то есть практически 1/10 от всего объема производства [6]. Особенностью технологии кекса является введение в масляную смесь взбитых яиц и муки в три этапа. Данная группа кондитерских изделий не доступна потребителям, страдающим ПА на белок куриного яйца. Яичные продукты в мучных кондитерских изделиях выполняют важную структурообразующую функцию. Поэтому технология изготовления продукции без яиц требует введения эффективного альтернативного компонента, придающего готовому продукту рыхлую и воздушную текстуру.

Согласно научным исследованиям, в качестве такого компонента могут быть рассмотрены семена льна *Linum usitatissimum* L.

Семена льна являются источником альфа-линолевой кислоты, высококачественного протеина, фенольных соединений, пищевых волокон и минеральных веществ [7–9]. Входящий в состав семян льна белково-полисахаридный комплекс обладает высокими связующими свойствами. В состав полисахаридов входят нейтральные и кислые фракции. Высокими вязкостными характеристиками дисперсий обладают льняные слизи с повышенным содержанием нейтральной фракции [10].

Ранее было исследовано влияние различных сортов семян льна на реологию теста, которое показало возможность их использования в качестве структурообразователя [11].

Известна технология кекса (маффина), в которой яичные компоненты заменяли на льняной компонент в количестве 2–4 % от массы [12]. Кекс обладал повышенной пищевой и биологической ценностью и пониженной калорийностью.

В работе Сулима Я. В., Макарова Л. Г. [13] было установлено, что с увеличением процента замены меланжа на льняную муку повышается стабильность взбитой объемной массы с течением времени. При этом упек выпеченных полуфабрикатов снижался. При замене 100 % меланжа на льняную муку продукция имела низкие потребительские характеристики: мякиш изделий имел плотную, излишне мелкопористую текстуру.

Из анализа литературных источников можно сделать вывод, что повышение влажности теста пропорционально связано с увеличением содержания доли льняной муки в рецептуре изделий соответственно. Это связано с тем, что водосвязывающая способность льняной муки превосходит другие виды муки в 6–8 раз [14]. Стоит отметить, что в основном льняную муку или льняное семя используют как сырье для обогащения и частичной замены пшеничной муки в безглютеновых изделиях. Влияние белково-полисахаридного комплекса семян льна на качество конечного продукта как структурообразователя при полном исключении яиц – еще недостаточно изученная область.

Для того чтобы осуществить полную замену яичного компонента на семена льна в составе кексов, требуется поиск технологических решений и методов обработки исходного сырья.

Цель работы – разработать технологию специализированного кекса для людей с пищевой аллергией на белок куриного яйца.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- ✓ определение влияния семени льна на органолептические, физико-химические свойства готовых изделий;
- ✓ разработка рецептуры кекса с заменой куриного яйца на семена льна;
- ✓ оценка пищевой и энергетической ценности готового изделия.

Объектами исследования являлись мучные кондитерские изделия:

- кекс «Столичный», изготовленный по рецептуре № 83 сборника рецептов кондитерских и булочных изделий для предприятий общественного питания – 1983 г. (контроль);
- кекс, выработанный с полной заменой яичных продуктов на суспензию из семян льна, в том числе:
 - 1) с использованием суспензии льняной муки и воды в соотношении 1:2 (образец №1);
 - 2) с использованием суспензии льняной муки и воды в соотношении 1:3 (образец № 2).

МЕТОДЫ

Исследования проводились в лабораториях Высшей школы биотехнологий и пищевых производств Санкт-Петербургского Политехнического университета. Результаты измерений обрабатывали методами статистического анализа, абсолютная погрешность результатов измерений не превышала 0,05 %, доверительная вероятность составляла $P = 0,95$.

Суспензии из семян льна готовили следующим образом: семена льна измельчали на мельнице в течение 3–5 минут до среднего помола (размер частиц 2 мм). Далее полученную муку замачивали водой (40 °С) в соотношениях 1:2 и 1:3 в течение 20 минут. В готовые суспензии добавляли сахар и взбивали с помощью блендера в течение 5 минут, затем постепенно вводили пшеничную муку с аммонием и с растительным маслом, аккуратно перемешивая.

Технология приготовления контрольного образца соответствовала рецептуре кекса «Столичный». Размягченное сливочное масло взбивали, затем добавляли сахарный песок и продолжали взбивание, постепенно вливая меланж. К взбитой массе добавляли эссенцию, аммоний и соль, тщательно перемешивали, добавляли муку и замешивали тесто.

Оценку показателей качества готовых изделий осуществляли, используя стандартные методики: содержание влаги по ГОСТ 5900, щелочность по ГОСТ 5898, пористость по ГОСТ 5669, массовую долю сахара (по сахарозе) по ГОСТ 5903, массовую долю жира по ГОСТ 31902, массовую долю золы, не растворимой в растворе соляной кислоты массовой долей 10 % по ГОСТ 5901, плотность готового кекса по ГОСТ 15810, удельный объем определяли согласно методике, описанной у Пашенко Л.П. и Савина Т.В. [15].

Органолептические показатели кексов определяли по разработанной системе дескрипторов, включающей в себя характеристику поверхности, вида на изломе, вкуса, запаха, цвета и эластичности согласно ГОСТ 31986.

Пищевую ценность определяли расчетным методом [16].

Характеристика семян льна приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Пищевая и энергетическая ценность семян льна «Компас Здоровья» на 100 г

Table 1 – Nutritional and energy value of flax seeds "Compass of Health" per 100 g

Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	Пищевые волокна, г	Энергетическая ценность, Ккал
18	42	2	27	568

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Рецептуры кекса «Столичного» (контроль) и двухопытных образцов с заменой яичных продуктов на суспензию из семян льна представлены в таблице 2.

Учитывая свойства белково-полисахаридного комплекса суспензии из семян льна, был подобран двухстадийный режим тепловой обработки, включающий на первом этапе – выпекание при 150 °С в течение 30 минут и на втором этапе – 180 °С в течение 60 минут до готовности.

Использование традиционного одностадийного режима выпекания (180 °С в течение 30 мин) приводило к образованию на поверхности продукта во время выпекания плотной карамелизированной корочки, препятствующей выходу паров воды наружу, и как следствие, повышенной влажности готового продукта и непропеку.

Применение на первом этапе пониженной температуры (150 °С) позволяет избежать карамелизации сахарозы.

ТЕХНОЛОГИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО КЕКСА ДЛЯ ЛЮДЕЙ С ПИЩЕВОЙ АЛЛЕРГИЕЙ НА КУРИНЫЙ БЕЛОК

Таблица 2 – Рецепт кексов с полной заменой яичных продуктов на суспензию из семян льна

Table 2 – The recipe of cupcakes with a complete replacement of egg products with a suspension of flax seeds

Сырье	Массовая доля сухих веществ, %	Расход сырья на 10 кг готовых изделий, г					
		Контроль		Образец № 1		Образец № 2	
		В натуре	В сухих веществах	В натуре	В сухих веществах	В натуре	В сухих веществах
Мука пшеничная высшего сорта	85,50	3418,1	2922,5	3515	3005,3	3515	3005,3
Льняная суспензия 1:2	66,73	–	–	7200	4804,6	–	–
Льняная суспензия 1:3	75,62	–	–	–	–	7200	5444,6
Сахар-песок	99,85	2564,0	2560,3	2535	2531,2	2535	2531,2
Масло сливочное	84,00	2563,9	2153,7	–	–	–	–
Масло растительное	99,9	–	–	390	389,6	390	389,6
Меланж	27,00	2050,0	553,5	–	–	–	–
Соль	96,50	10,2	9,8	7	6,8	7	6,8
Эссенция	0,00	8,6	0,0	–	–	–	–
Аммоний углекислый	0,00	8,6	0,0	8,6	0,0	8,6	0,0
Итого	–	10623,4	8200,0	13655,5	10 737,5	13655,5	11377,7
Выход	88,00	10000,0	8200,0	10000,0	10308,0	10000,0	10922,6

Технологическая схема производства кекса с использованием суспензии льняной муки и воды в соотношении 1:3 (образец № 2), представлена на рисунке 1.

В экспериментальных и контрольном образцах кексов определяли органолептические и физико-химические показатели.

Оценка органолептических показателей представлена на рисунке 2 в виде профилограммы. Обработка полученных результатов проводилась с учетом коэффициентов весомости.

Как видно из профилограммы (рис. 2), внесение льняной суспензии (1:3) в рецептуру кекса не оказы-

вает существенного влияния на органолептические показатели.

Внесение льняной суспензии (1:2) в рецептуру кекса ухудшает его эластичность, он становится более плотным и менее пористым, что отмечалось экспертной комиссией.

Так, у опытного образца № 2, средний оценочный балл составил 4,8, что на 0,2 балла меньше, чем у контрольного.

Данная оценка обусловлена более темным цветом мякиша. Для коррекции показателя достаточно добавить в рецептуру какао-порошок.

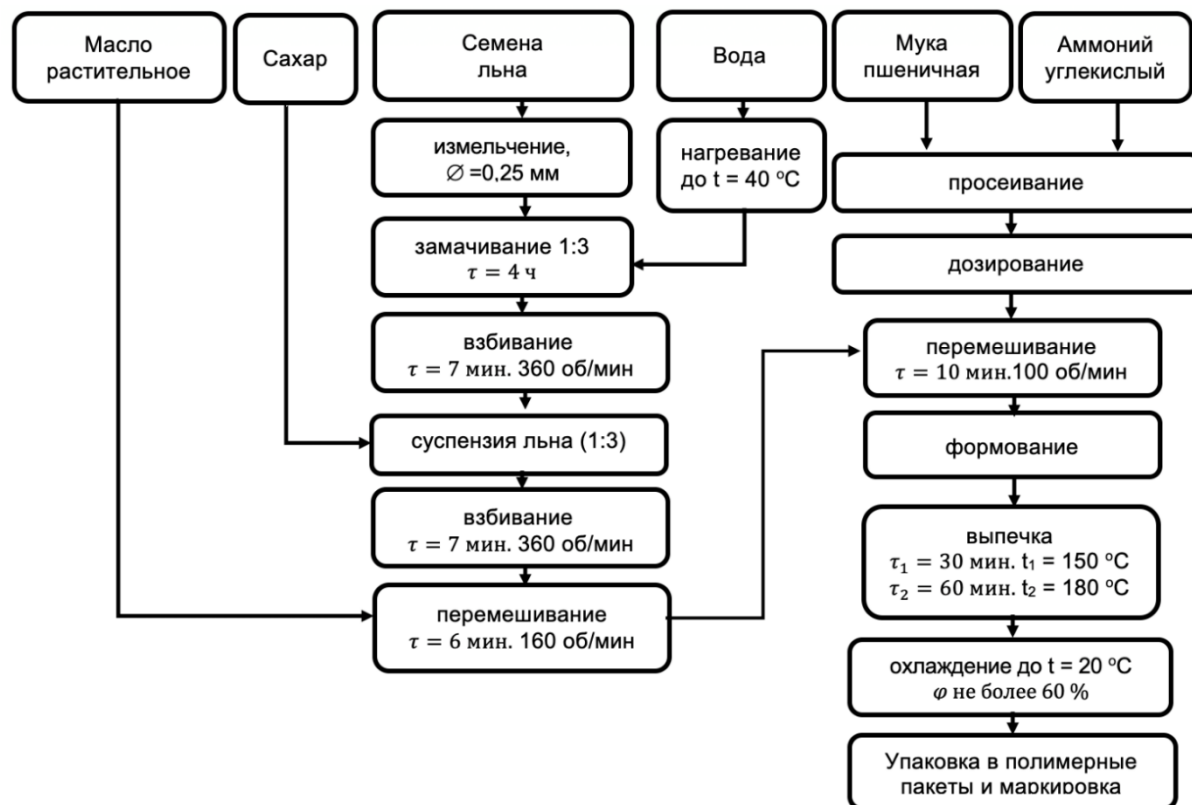


Рисунок 1 – Технологическая схема производства кекса, выработанного с заменой яичных продуктов (1:3)

Figure 1 – Technological scheme of production of cake made with replacement of egg products (1:3)

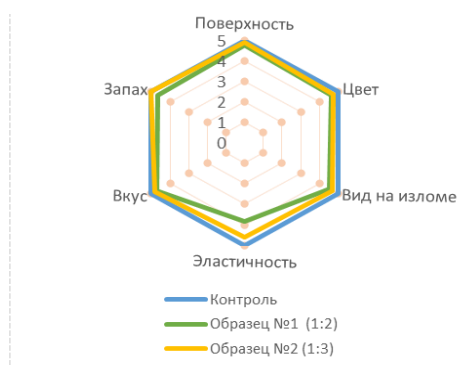


Рисунок 2 – Профиллограмма органолептической оценки разработанных кексов

Figure 2 – Profile of organoleptic evaluation of developed cupcakes

Внешний вид лучшего, по мнению экспертной комиссии, опытного образца № 2 представлен на рисунке 3.

Органолептическая оценка кексов во многом зависит от физико-химических показателей, таких как влажность, пористость, плотность и удельный объем.

Таблица 3 – Физико-химические показатели качества готовых изделий

Table 3 – Structure-forming quality indicators of finished products

	Контроль	Образец № 1	Образец № 2
Влажность, %	18,0 ± 0,45	20,17 ± 0,42	24,32 ± 0,33
Щелочность, градусы	1,20 ± 0,07	0,60 ± 0,07	0,60 ± 0,09
Плотность, г/см ³	0,65 ± 0,01	0,83 ± 0,01	0,53 ± 0,01
Пористость, %	45,56 ± 1,44	35,6 ± 1,95	52,87 ± 2,5
Удельный объем, см ³ /г	1,44 ± 0,01	0,98 ± 0,06	1,87 ± 0,01
Массовая доля сахара (по сахарозе), %	13,5 ± 1,07	20,5 ± 1,15	23,8 ± 1,10
Массовая доля жира, %	13,2 ± 0,75	16,1 ± 0,92	20,3 ± 0,85
Массовая доля золы, не растворимой в растворе соляной кислоты массовой долей 10 %, %	0,072 ± 0,16	0,076 ± 1,01	0,080 ± 0,23

Из таблицы 3 видно, что влажность кекса при использовании суспензии льняной муки в соотношениях 1:2 и 1:3 выше, чем в контрольном образце. Это связано с повышенным содержанием воды в суспензиях на 2,17 % и 6,32 % соответственно. Данное различие объясняется тем, что полисахаридный комплекс льна обладает более высокой водоудерживающей способностью по сравнению с пшеничной мукой.

Во всех экспериментальных образцах зафиксировано снижение щелочности по сравнению с контролем почти в 2 раза. Это объясняется заменой сливочного масла на растительное, что согласуется с исследованиями Снегиревой Н.В. [17].

Опытный образец № 1 плотнее 27 % и на 21,9 % менее пористый по сравнению с контролем, что объясняется более плотной структурой льняного геля. Опытный образец № 2, напротив, оказался менее



Рисунок 3 – Внешний и вид на разрезе наилучшего по органолептическим свойствам опытного образца № 2

Figure 3 – External and cross-sectional view of the best experimental sample in terms of organoleptic properties No. 2

Определение данных показателей позволяет направленно вести технологический процесс с целью получения продукта с заданными характеристиками. Результаты физико-химических исследований представлены в таблице 3.

плотным на 18,5 % и более пористым на 16 %, вероятно, из-за большего содержания воды, участвующей в парообразовании при выпечке.

Содержание сахаров и жира в опытных образцах было выше, чем в контроле. Указанные изменения обусловлены наличием в льняной муке значительного количества водорастворимых полисахаридов (15–30 %) и липидной фракции (35–45 %), преимущественно представленной полиненасыщенными жирными кислотами [10].

При разработке рецептуры кекса основным критерием являлось создание устойчивой пористой текстуры, свойственной данной группе изделий. Этим требованиям отвечал образец № 2.

В таблице 4 приведены результаты сравнительного анализа пищевой и энергетической ценности кекса контрольного и экспериментального образца № 2.

Таблица 4 – Расчет пищевой и энергетической ценностей на 100 г продукта

Table 4 – Calculation of nutritional and energy values per 100 g of product

Показатели	Норма суточного потребления в соответствии с МР 2.3.1.0253-2021	Контрольный образец	Степень удовлетворения суточной потребности в пищевых веществах, % (от РСНП)	Образец № 2	Степень удовлетворения суточной потребности в пищевых веществах, % (от РСНП)
Белки, г	67*–84	5	7,46*–5,95 %	7	10,45*–8,33 %
Жиры, г	57*–80	18	31,58*–22,50 %	9	15,80*–11,25 %
Углеводы, г	238*–336	39	16,38*–11,61 %	42	17,65*–12,5 %
Пищевые волокна, г	20–25	1	5,0*–4,0 %	6	30,0*–24,0 %
Энергетическая ценность, ккал	1700–2400	341	20,06*–14,21 %	292	17,18*–12,17 %

*первая цифра – женщины, вторая – мужчины

ТЕХНОЛОГИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО КЕКСА ДЛЯ ЛЮДЕЙ С ПИЩЕВОЙ АЛЛЕРГИЕЙ НА КУРИНЫЙ БЕЛОК

Содержание жиров в опытном образце почти в два раза меньше, чем в контрольном. Такая разница обусловлена наличием в классической рецептуре кекса большого количества маргарина. Как известно, чрезмерное употребление маргарина приводит к развитию сердечно-сосудистых заболеваний. Содержание белков и углеводов увеличилось за счет добавления льняной суспензии (1:3) на 2 г и 3 г соответственно. Энергетическая ценность образца № 2 по сравнению с контрольным снизилась на 14, 4 % за счет замены маргарина на растительное масло.

Внесение льняной суспензии в рецептуру экспериментального образца увеличивает содержание пищевых волокон на 24 % от рекомендуемой нормы суточного потребления, что позволяет рекомендовать разработанный кекс как функциональный продукт.

ВЫВОДЫ

Разработанная технология специализированного кекса для людей с пищевой аллергией на белок куриного яйца позволяет получать изделия с высокими потребительскими свойствами. За счет внесения льняного компонента разработанный кекс может быть рекомендован в качестве продукта здорового (функционального) питания, что позволит расширить ассортимент мучных кондитерских изделий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. FREE FROM: НОВАЯ АЛЬТЕРНАТИВНАЯ КАТЕГОРИЯ. URL: <https://hydrosol.de/ru/free-from/> (дата обращения: 15.04.2024).
2. Печуров Д.В., Тяжева А.А., Коновалова А.М., Порецкова Г.Ю. Современные возможности диагностики гастроинтестинальной пищевой аллергии. Практическая медицина. 2020. Том 18, № 4, С. 57–62.
3. Федотова М.М., Федорова О.С., Коновалова У.В., Камалтынова Е.М., Нагаева Т.А., Огородова Л.М. Пищевая аллергия к куриному яйцу: обзор современных исследований. Бюллетень сибирской медицины. 2018, Т. 17 (2). С. 156–166.
4. Иванов А. Российский продовольственный рынок. Обзор российского рынка кондитерских изделий, 2024. № 1. URL: <https://foodmarket.spb.ru/archive/2024/222980/222984/> (дата обращения: 15.04.2024).
5. Анализ рынка кондитерских изделий в России в 2019–2023 гг., прогноз на 2024–2028 гг. Структура розничной торговли. URL: <https://businessstat.ru/catalog/id9147/> (дата обращения: 15.04.2024).
6. Пономарёв В.И., Петрова Я.С., Снегирева Н.В. Использование растительного сырья в мучных кондитерских изделиях // Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения. 2020. С. 43–51.
7. Omran A.A., Ibrahim O.S., Mohamed Z.E.O.M. Quality characteristics of biscuit prepared from wheat and flaxseed flour // Advances in Food Sciences. 2016. Т. 38. № 4. С. 129–138.
8. Oliveira D. [et al.]. The Improved Quality of Gluten-Free Bread Due to the Use of Flaxseed Oil Cake: A Comprehensive Study Evaluating Nutritional Value, Technological Properties, and Sensory Quality // Foods. 2023. Т. 12. № 23. С. 4320.
9. Боклов Д.О., Малинкин А.Д., Бессонов В.В., Байра-

рин Е.К. Пищевые волокна и заболевания желудочно-кишечного тракта // Вопросы питания. 2015. Т. 84, № 52. С. 19–20.

10. Киреева, М.С. Реология бездрожжевого бисквитного теста на основе полножирной муки из семян льна различных сортов / М.С. Киреева, Г.В. Алексеев // Хлебопродукты. 2014. № 1. С. 52–55. EDN RXEZUP.

11. Barbary O.M., Al-Sohaimy S.A., El-Saadani M.A., Zeitoun A.M.A. Extraction, composition and physicochemical properties of flaxseed mucilage // J. Adv. Agric. Rec. 2009. Vol. 14(3). P. 605–621.

12. Патент № 2683636 С1 Российская Федерация, МПК A21D 13/80, A21D 2/36. кекс : № 2018107856 : заявл. 02.03.2018 : опубл. 29.03.2019 / И.Э. Миневич, Л.Л. Осипова, В.А. Зубцов, Г.И. Левкина ; заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный научный центр лубяных культур" (ФГБНУ ФНЦ ЛК). EDN MDHFTV.

13. Сулимма Я.В., Макарова Л.Г. Влияние льняной муки в производстве изделий из бисквитного теста // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2011. № 4. С. 150–154.

14. Рензьева Т.В., Тубольцева А.С., Рензьев А.О. Мука различных видов в технологии мучных кондитерских изделий // Техника и технология пищевых производств. 2022. Т. 52. № 2. С. 407–416.

15. Пашенко, Л.П. Практикум по технологии хлеба, кондитерских и макаронных изделий / Л.П. Пашенко, Т.В. Санина, Л.И. Столярова. Москва : КолосС, 2013. 215 с.

16. Типсина Н.Н. Расчет пищевой ценности хлебо-булочных и кондитерских изделий: методические указания / Н.Н. Типсина, Т.Ф. Варфоломеева ; Краснояр. гос. аграр. ун-т. Красноярск, 2016. 41 с.

17. Снегирева Н.В. Использование растительного сырья в производстве мучных кондитерских изделий / Н.В. Снегирева // Вестник КрасГАУ. 2021. № 3(168). С. 144–149. DOI 10.36718/1819-4036-2021-3-144-149.

Информация об авторах

М. С. Киреева – кандидат технических наук, старший преподаватель «Высшей школы биотехнологий и пищевых производств» Санкт-Петербургского Политехнического университета Петра Великого.

Е. В. Трухина – кандидат технических наук, доцент «Высшей школы биотехнологий и пищевых производств» Санкт-Петербургского Политехнического университета Петра Великого.

Е. А. Харитоновна – студент «Высшей школы биотехнологий и пищевых производств» Санкт-Петербургского Политехнического университета Петра Великого.

Information about the authors

M.S. Kireeva - Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer of the Graduate School of Biotechnology and food Sciences Peter The Great St. Petersburg Polytechnic University.

E.V. Trukhina - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Graduate School of Biotechnology and food Sciences Peter The Great St. Petersburg Polytechnic University.

E.A. Haritonova - Student of the of the Graduate School of Biotechnology and food Sciences Peter The Great St. Petersburg Polytechnic University.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 23 мая 2024; одобрена после рецензирования 24 июня 2025; принята к публикации 10 июля 2025.

The article was received by the editorial board on 23 May 2024; approved after editing on 24 June 2025; accepted for publication on 10 July 2025.