

Научная статья

УДК 664.681.1

DOI 10.46845/1997-3071-2025-77-58-71

**Совершенствование рецептуры печенья сдобного безглютенового
с использованием побочных продуктов переработки моркови и тыквы**

Арина Алексеевна Корниенко¹, Екатерина Владимировна Лютова²

^{1,2} Калининградский государственный технический университет, Калининград,
Россия

¹ arina_k@mail.ru

² ekaterina.lyutova@klgtu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1145-2040>

Аннотация. В статье раскрывается важность разработки продуктов питания для лиц с непереносимостью глютена, число которых, по разным оценкам, составляет до 3 % населения мира. Описан процесс проектирования рецептуры сдобного безглютенового печенья «Осенний цветок» с частичной заменой рисовой муки на порошки жмыха моркови, жмыха тыквы, кожуры тыквы и люпиновую муку. Предложена частичная замена сахарной пудры сухой молочной сывороткой (СМС) с целью восполнения дефицита полноценных белков животного происхождения в составе печенья. Рецептура экспериментальных изделий дополнена заменой сливочного масла на подсолнечное, что позволяет исключить присутствие насыщенных жирных кислот и их транс-изомеров. Методами математического моделирования установлены дозировки функциональных компонентов: 5,1 % порошка жмыха моркови; 4,8 % порошка жмыха тыквы; 5,4 % порошка кожуры тыквы; 5,4 % люпиновой муки; 44,0 % СМС. Тестовые заготовки формуруются отсадкой и выпекаются при 190–200 °С в течение 10–15 мин. Данные органолептического анализа характеризуют печенье «Осенний цветок» как изделия преимущественно правильной формы, с приятным цветом, запахом и вкусом. На основании расчетных и экспериментальных данных о химическом составе печенья было выявлено, что продукт обогащен пищевыми волокнами (13,8 % от суточной нормы), витамином В₂ (14,5 %), бета-каротином (15,3 %) и витамином Е (56,7 %), при этом имеет улучшенное соотношение животного и растительного белка (55:50) и его повышенную биологическую ценность (65,4 %). Также установлено соответствие отдельных физико-химических показателей качества печенья требованиям нормативной документации.

Ключевые слова: безглютеновые кондитерские изделия, безглютеновое печенье, сдобное печенье, порошки из выжимок, жмых моркови, жмых тыквы, кожура тыквы, люпиновая мука, сухая молочная сыворотка.

Для цитирования: Корниенко А. А., Лютова Е. В. Совершенствование рецептуры печенья сдобного безглютенового с использованием побочных продуктов переработки моркови и тыквы // Известия КГТУ. 2025. № 77. С. 58–71. DOI 10.46845/1997-3071-2025-77-58-71.

Original article

Improving the recipe for gluten-free shortbread biscuits using carrot and pumpkin by-products

Arina A. Kornienko¹, Ekaterina V. Lyutova²

^{1,2} Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia

¹ arina_k@mail.ru

² ekaterina.lyutova@klgtu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1145-2040>

Abstract. This article reveals the importance of developing food products for people with gluten intolerance, whose number, according to various estimates, is up to 3% of the world's population. The process of designing a recipe for gluten-free shortbread biscuits "Osenniy tsvetok" with a partial replacement of rice flour with carrot pomace powder, pumpkin pomace powder, pumpkin peel powder and lupine flour is described. Partial replacement of powdered sugar with dry milk whey (DMW) is proposed in order to compensate for the deficiency of complete animal proteins in the biscuit. The recipe of the experimental product is supplemented by replacing butter with sunflower oil, that eliminates the presence of saturated fatty acids and their trans isomers. The dosages of functional components have been determined using mathematical modeling methods: 5.1% carrot pomace powder, 4.8% pumpkin pomace powder, 5.4% pumpkin peel powder, 5.4% lupine flour, 44.0% DMW. Dough pieces have been formed by depositing and baked at 190–200 °C for 10–15 minutes. The organoleptic analysis data characterize the "Osenniy tsvetok" biscuits as products of predominantly regular shape, with pleasant color, smell and taste. Based on the calculated and experimental data on the chemical composition of the biscuit, it has been found that the product is enriched with dietary fiber (13.8% of the daily value), vitamin B₂ (14.5%), beta-carotene (15.3%) and vitamin E (56.7%), while it has an improved ratio of animal and vegetable protein (55:50) and its increased biological value (65.4%). It has also been found that individual physicochemical indicators of biscuit quality comply with the requirements of regulatory documentation.

Keywords: gluten-free confectionery products, gluten-free biscuit, shortbread biscuit, pomace powders, carrot pomace, pumpkin pomace, pumpkin peel, lupine flour, milk whey powder.

For citation: Kornienko A. A., Lyutova E. V. Improving the recipe for gluten-free shortbread biscuits using carrot and pumpkin by-products. *Izvestiya KGTU = KSTU News*. 2025; (77):58–71. (In Russ.). DOI 10.46845/1997-3071-2025-77-58-71.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из приоритетных задач пищевой технологии является проектирование качественных и безопасных продуктов питания как общего, так и специализированного назначения. Рынок безглютеновых товаров, по данным зарубежных и отечественных исследований [1, 2], постепенно расширяется; лидерами по выпуску данной продукции являются США и некоторые страны Европы, российское же производство занимает 1 % рынка [3]. Основными потребителями продуктов без

добавления глютена считаются страдающие его непереносимостью, однако на фоне роста интереса к здоровой пище безглютеновые продукты питания стали популярны и среди лиц, не имеющих соответствующего диагноза.

Глютен – это группа белков семян злаковых культур, включающая глиадины и глюteniны пшеницы, секалины ржи, гордеины ячменя и некоторые другие белки [4]. Непереносимость глютена наблюдается при трех заболеваниях: целиакии (наследственном аутоиммунном состоянии, при котором глютенные белки атакуются иммунными клетками [4]), аллергии на пшеницу (активации тучных клеток при попадании глютенных белков в организм [4]) и нецелиакийной чувствительности к глютену (не аллергическом и не аутоиммунном синдроме, этиология которого пока недостаточно изучена [1]). Если симптомы аллергии на пшеницу характерные (покраснение глаз, заложенность носа, зуд и др.), то страдающие другими глютен-зависимыми расстройствами могут испытывать такие желудочно-кишечные симптомы, как боль в животе, вздутие, тошнота, диарея или запор, и такие внекишечные симптомы, как усталость, дерматит, головные боли, стоматит, остеопороз, железодефицитная анемия, дефицит фолиевой кислоты и витамина B12, бесплодие или проблемы с вынашиванием беременности [1, 5]. Воспаление кишечного эпителия как результат работы иммунных клеток может привести к необратимым изменениям в кишечных ворсинках, нарушению всасывания нутриентов и даже к злокачественным новообразованиям в кишечнике [5].

По оценкам врачей, количество диагностированных случаев глютен-зависимых заболеваний растет [4], при этом целиакией страдают от 0,35 до 1 % населения по всему миру, а другими глютен-зависимыми заболеваниями – 1–3 % населения [6–8]. Еще не так давно глютен-ассоциированная патология считалась болезнью отдельных подгрупп европеоидной расы, однако сегодня гены непереносимости также выявлены у жителей стран Ближнего Востока, Северной Африки, Южной Америки и Индии [5]. По современным данным, распространенность заболевания среди населения России составляет 1:167–500 [9], Польши – 1:404, Великобритании – 1:100, США – 1:100–200, Австралии – 1:82–125, Ирана – 1:100, Аргентины – 1:67–681, Японии – 1:20 000 [5].

Основной метод лечения страдающих глютен-зависимыми заболеваниями – безглютеновая диета, которая назначается врачом [4, 10]. Безглютеновая диета имеет свои недостатки, а именно дефицит пищевых волокон, минеральных веществ, в том числе кальция, железа, магния и цинка, витаминов B₂, B₁₂, D, фолиевой кислоты, а также избыток насыщенных жирных кислот [1, 4, 10]. Таким образом, представляется актуальным проектирование сбалансированных безглютеновых продуктов питания, восполняющих дефицит в основных нутриентах.

В ассортименте безглютеновых товаров видное место занимают мучные кондитерские изделия, основой рецептуры которых традиционно считается пшеничная мука. С целью сохранения реологических свойств теста в рецептуру безглютеновых изделий вместо пшеничной муки часто вводят высококрахмальное сырье, снижая при этом биологическую ценность продукта [11]. Популярны также такие альтернативы пшеничной муке, как рисовая, кукурузная, гречневая, амарантовая, мука из семян киноа и зерен бобовых культур (соя, нут, люпин) [11]. Не меньшую известность в качестве ингредиентов безглютеновых мучных кондитерских изделий, в том числе печенья, получили плодово-ягодные и овощные порошки, полученные как из цельного сырья, так и из побочных продуктов его пе-

переработки – выжимок (далее – жмыха) и кожуры. Для повышения биологической ценности печенья, по мнению исследователей, можно использовать разнообразное плодовоовощное сырье: яблоки [12], морковь [12, 13], свеклу [12], тыкву [13], виноград [14], плоды боярышника [12], апельсин [15], лимон [16], гранат [13] и др. Так, анализ литературных данных, проведенный ранее [17], позволил предположить, что порошок жмыха моркови может содержать до 12,5 мг/100 г бета-каротина и до 31,5 % пищевых волокон; порошок жмыха тыквы – до 8,6 % минеральных веществ, из которых преобладают калий, кальций и фосфор; порошок кожуры тыквы – до 15,1 мг/100 г каротиноидов и до 29,6 % пищевых волокон. Приняв во внимание полученные данные, авторами статьи было решено использовать вышеупомянутое сырье для замены части рисовой муки в рецептуре экспериментального сдобного безглютенового печенья «Осенний цветок».

Помимо использования овощных порошков, часть рисовой муки также предлагается заменить на муку из семян продовольственных сортов люпина. Люпин – растение семейства бобовых, отличающееся повышенной биологической ценностью, более сбалансированным белком, низким содержанием крахмала и повышенным содержанием пищевых волокон, присутствием в составе витаминов В₁, В₅, В₆, РР, В_с, калия, кальция и фосфора [18, 19].

Важная особенность сдобного печенья – преобладание в нем белков растительного происхождения, что негативно влияет на усвояемость незаменимых аминокислот. Решение данной проблемы, по мнению авторов, лежит в обогащении рецептуры печенья молочным белком. В частности, имеются данные об использовании подсырной молочной сыворотки в технологии приготовления мучных кондитерских изделий [20–22]. Сыворотка является вторичным сырьем молочной промышленности и служит источником более 200 жизненно важных биологически активных веществ [20]. Поскольку в рецептурах сдобного печенья обычно отсутствует добавленная вода, предпочтительная форма внесения сыворотки в тесто – порошкообразная.

Цель исследования – обоснование рецептуры сдобного безглютенового печенья с добавлением функциональных растительных ингредиентов и сухой молочной сыворотки. Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи: установить оптимальные дозировки функциональных ингредиентов по уравнениям зависимости пищевой ценности печенья от количества данных ингредиентов; оценить органолептические свойства экспериментального печенья; провести исследование качества печенья по физико-химическим показателям.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве функциональных ингредиентов при приготовлении проб экспериментального печенья использовались следующие продукты: сыворотка молочная сухая деминерализованная СД-40, производитель ОАО «Кобринский маслодельно-сыродельный завод», Республика Беларусь; мука из бобов люпина «Evolution Food», изготовитель ООО «Компаньон Сити», г. Санкт-Петербург, страна происхождения сырья – Австрия; порошки жмыха моркови, жмыха тыквы и кожуры тыквы, изготовленные из сырья местного произрастания урожая 2023–2024 года [17].

При подготовке к исследованию проанализированы и обобщены данные российских и зарубежных научных работ в области моделирования безглютеновых мучных кондитерских изделий.

Для вывода уравнений зависимости качества печенья от дозировок функциональных компонентов был использован метод центрально-композиционного ортогонального планирования (ЦКОП) как оптимальный по количеству испытаний и наиболее удобный в построении матрицы экспериментов. Обработка данных велась с использованием табличного процессора и программы PTC Mathcad Prime.

Органолептическая оценка образцов печенья производилась комиссией из 9 человек. Дегустаторам предлагалась разработанная авторами 5-балльная шкала со словесной характеристикой баллов по каждому показателю.

Массовую долю влаги в печенье определяли термогравиметрическим методом по ГОСТ 5900-2014, щелочность – титрованием кислотой в присутствии бромтимолового синего по ГОСТ 5898-2022, намокаемость – методом погружения изделия в воду на 2 мин и его последующего взвешивания по ГОСТ 10114-80. Остальные показатели качества и химического состава печенья устанавливались расчетным методом по литературным данным о составе ингредиентов с помощью табличного процессора.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

При проектировании печенья «Осенний цветок» за основу была взята рецептура № 157м «Цветочек» [23] с умеренной энергетической ценностью (477 ккал/100 г). Данная рецептура предусматривает использование таких ингредиентов, как пшеничная мука, сахарная пудра, инвертный сироп, сливочное масло, меланж и ванильная пудра. В экспериментальном печенье пшеничная мука полностью заменена на аглютеновую рисовую муку, которую, в свою очередь, предлагается заменить на люпиновую (в диапазоне 3–9 % от массы рисовой муки) и овощные порошки (каждый порошок – в количестве 6–8 % от массы рисовой муки). Введение СМС в рецептуру печенья предлагается обеспечить за счет сокращения доли сахарной пудры, поскольку порошок используемой сыворотки содержит до 70 % молочного сахара – лактозы. Опытным путем установлен диапазон варьирования содержания СМС от массы сахарной пудры – от 30 до 50 %.

Дозировки СМС и люпиновой муки решено варьировать в одной серии экспериментов с использованием ЦКОП 2-го порядка, так как ввиду богатого аминокислотного состава обоих ингредиентов на биологическую ценность белка печенья производится одинаково положительный эффект. Помимо того, опытным путем установлено значительное влияние обоих компонентов на вкус и запах печенья, что может приводить к ухудшению органолептических свойств. В качестве варьируемых факторов приняты следующие показатели:

- массовая доля СМС от массы сахарной пудры, S , с диапазоном варьирования 30–50 % и шагом 10 %;
- массовая доля люпиновой муки от общей массы рисовой муки, M , с диапазоном варьирования 3–9 % и шагом 3 %.

За частные отклики приняты следующие показатели:

- вкус и запах печенья, B_3 , с идеальным значением 5,0 баллов;

- биологическая ценность белка, БЦ, с идеальным значением 100,0 %;
- отношение массы белка животного происхождения к массе белка растительного происхождения в составе печенья, О, с идеальным значением 1,30.

После проведения эксперимента, обработки данных и расчета коэффициентов полинома осуществлен переход к уравнению исследуемой зависимости в натуральном виде:

$$y = 1,153 - 0,038S - 0,064M - 0,000067SM + 0,0004S^2 + 0,0062M^2. \quad (1)$$

В ходе сравнения коэффициентов при переменных S и M уравнения в кодированном виде было установлено, что массовая доля люпиновой муки оказывает большее влияние на выбранные частные отклики. В процессе решения системы уравнений из частных производных, приравненных к нулю, были найдены следующие оптимальные значения варьируемых факторов:

- массовая доля СМС от массы сахарной пудры $S = 44,0$ %;
- массовая доля люпиновой муки от общей массы рисовой муки $M = 5,4$ %.

Контурный график выведенной модели представлен на рис. 1. Из графика видно, что минимум обобщенного параметра оптимизации Y уравнения (1) лежит в синей области (в пределах изолинии со значением 0,2), центр которой имеет координаты (44,0; 5,4), соответствующие выведенным алгебраически оптимальным значениям факторов.

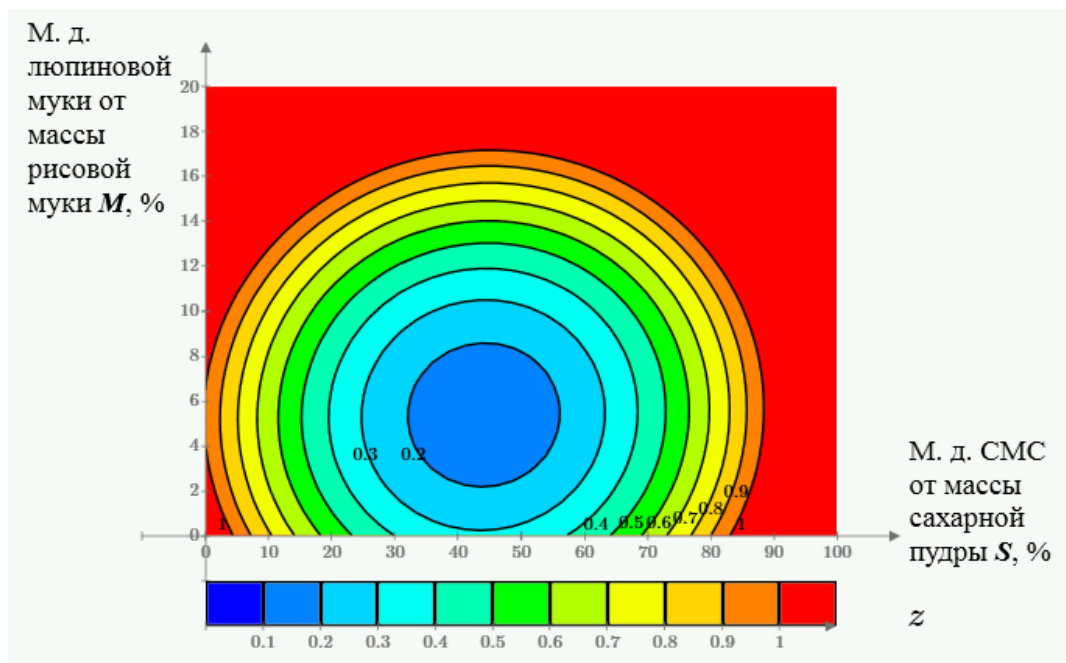


Рис. 1. Графическая интерпретация модели зависимости пищевой ценности печенья от дозировок СМС и люпиновой муки

Fig. 1. Graphical interpretation of the model of dependence of the nutritional value of biscuit on the dosage of dry whey and lupine flour

Оптимальные дозировки овощных порошков находили с помощью метода ЦКОП 2-го порядка для трех факторов. В качестве варьируемых факторов были приняты массовые доли порошков жмыха моркови, жмыха тыквы и кожуры тыквы от общей массы муки с диапазоном варьирования 6–8 % и шагом 1 % для каждого порошка. За частные отклики были приняты следующие показатели:

- содержание бета-каротина в печенье, $W_{Б.-КАР.}$, с идеальным значением 5,0 мг/100 г;
- содержание пищевых волокон в печенье, $W_{ПВ}$, с идеальным значением 25,0 %;
- содержание минеральных веществ (зола), $W_{ЗОЛЫ}$, с идеальным значением 3,00 %;
- влажность печенья, $W_{ВЛ}$, с идеальным значением 5,7 %.

Обработка результатов реализации эксперимента позволила вывести уравнение исследуемой модели:

$$y = 2,997 - 0,164M - 0,127T - 0,335K - 0,012MT - 0,029KT - 0,025KM + 0,035M^2 + 0,036T^2 + 0,056K^2. \quad (2)$$

В процессе решения системы уравнений из частных производных уравнения (2), приравненных к нулю, были найдены следующие оптимальные значения варьируемых факторов: массовая доля порошка жмыха моркови от общей массы муки $M = 5,1$ %; порошка жмыха тыквы – $T = 4,8$ %; порошка кожуры тыквы – $K = 5,4$ %.

С учетом найденных оптимальных дозировок функциональных растительных компонентов и СМС составлена рецептура сдобного безглютенового печенья «Осенний цветок». В табл. 1 представлена как экспериментальная, так и контрольная рецептуры.

Таблица 1. Рецептуры контрольного и экспериментального образцов печенья
Table 1. Recipes for control and experimental biscuit samples

Ингредиент	Количество ингредиента, г на 100 г готового продукта	
	Печенье сдобное № 157м «Цветочек» [23]	Печенье сдобное безглютеновое «Осенний цветок»
Мука пшеничная высшего сорта	48,8	–
Мука рисовая	–	38,8
Мука люпиновая	–	2,6
Порошок жмыха моркови	–	2,5
Порошок жмыха тыквы	–	2,3
Порошок кожуры тыквы	–	2,6
Сахарная пудра	31,5	17,6
Молочная сыворотка сухая	–	13,9
Инвертный сироп	0,49	0,49

Сливочное масло	24,4	–
Подсолнечное масло	–	20,1
Меланж	19,5	19,5
Ванильная пудра	0,24	0,24
Сода пищевая	–	0,7
Вода	–	6,0

Стоит отметить, что сливочное масло в опытной рецептуре полностью заменено на подсолнечное рафинированное (с пересчетом на жир), что позволяет исключить присутствие транс-изомеров жирных кислот и снизить содержание насыщенного животного жира в готовом продукте. Введение подсолнечного масла, а также растительных порошков, согласно опытным данным, выражается в более низкой влажности теста и склонности печенья к черствению. В связи с этим в рецептуру вносится небольшое количество воды. Добавление соды вызвано необходимостью повышения пористости и намокаемости печенья.

Замешивание теста происходило в следующем порядке: воду с меланжем и инвертным сиропом вносили в чистую емкость, взбивали с подсолнечным маслом до однородности, соединяли со смесью из СМС, сахарной и ванильной пудры и перемешивали до видимого растворения твердых частиц. Предварительно дозировали и просеивали композицию из овощных порошков, люпиновой и рисовой муки, которую затем вносили в емкость с тестом и перемешивали в течение 5 мин. Изделия формовались отсадкой, выпекались при температуре 190–200 °С в течение 10–15 мин и охлаждались при температуре 20–25 °С.

Результаты органолептического анализа контрольного и экспериментального образцов печенья отображены на рис. 2. Профилограмма качества контрольного печенья указывает на его невысокие оценки по показателям «цвет», «форма» и «поверхность». Стоит отметить, что печенье имело неровную поверхность бледно-соломенного цвета с многочисленными вздутиями; форма изделий отличалась неоднородностью ввиду трудностей при формовании, вызванных, в свою очередь, реологическими особенностями теста. У экспериментальных изделий наблюдались улучшения во внешнем виде по показателям «цвет» и «поверхность». Печенье «Осенний цветок» охарактеризовано как продукт золотисто-желтого цвета, преимущественно правильной формы, с гладкой поверхностью, приятным вкусом и запахом. В целом можно судить о приемлемости органолептического качества усовершенствованной рецептуры сдобного печенья.

Результаты оценки химического состава печенья, а также некоторых физико-химических показателей качества представлены в табл. 2. Можно видеть, что печенье «Осенний цветок» имеет более сбалансированный белковый профиль, повышенное содержание пищевых волокон, золы, бета-каротина, витамина В₂ и Е. Установлено соответствие качества печенья нормативным требованиям по основным физико-химическим показателям – влажности, намокаемости, щелочности. Следует также обратить внимание на то, что в данной работе экспериментально не определялся показатель «массовая доля общего сахара» (норма – не более 45,0 %), расчетное же содержание углеводов (57,6 %) включает не только общий

сахар, но и крахмал, поэтому, по мнению авторов, превышения нормы не ожидается.



Рис. 2. Профиль органолептических показателей качества печенья
Fig. 2. Profile of organoleptic quality indicators of the biscuits

Таблица 2. Химический состав и показатели качества образцов печенья
Table 2. Chemical composition and quality indicators of biscuit samples

Нутриент	Печенье сдобное №157м «Цветочек» [23]		Печенье сдобное безглютеновое «Осенний цветок»		Требования ГОСТ 24901-2014, г/100 г продукта
	Содержание в 100 г печенья	% удовлетворения суточной потребности [24]	Содержание в 100 г печенья	% удовлетворения суточной потребности [24]	
Сухие вещества*, г	94,3	—	92,2	—	не нормируется
Вода, г	5,7 ± 0,4	—	7,8 ± 0,4	—	не более 16,0
Белок*, г	7,2	—	7,6	—	не нормируется
Жир*, г	21,7	—	21,4	—	не более 40,0
Углеводы (моно-, дисахариды и крахмал)*, г	63,3	—	57,6	—	общего сахара – не более 45,0
Пищевые волокна*, г	1,6	6,5	3,4	13,8	не нормируется
Зола общая*, г	0,5	—	2,1	—	не нормируется
Витамин В ₂ *, мг	0,12	6,8	0,26	14,5	не нормируется
Бета-каротин*, мг	0	0	0,76	15,3	не нормируется
Витамин Е*, мг	1,0	6,9	8,5	56,7	не нормируется

Энергетическая ценность*, ккал	477,3	453,4	не нормируется
Биологическая ценность белка*, %	37,1	65,4	не нормируется
Отношение «белок животного происхождения : белок растительного происхождения»*	0,49 (55 : 112)	1,10 (55 : 50)	1,22 (55 : 45) [24]
Намокаемость, %	157 ± 8	165 ± 8	не менее 150
Щелочность, град.	0,5 ± 0,3	1,0 ± 0,3	не более 2,0

Примечание: величина показателей, отмеченных знаком «*», устанавливалась расчетным методом

Таким образом, принимая во внимание данные табл. 2, можно судить о целесообразности разработки печенья сдобного безглютенового с внесением побочного растительного сырья и сухой молочной сыворотки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты исследования позволили обосновать новую рецептуру сдобного безглютенового печенья «Осенний цветок», обогащенного побочным растительным сырьем и сухой молочной сывороткой. Методами математического моделирования выведены оптимальные дозировки функциональных компонентов: 44,0 % молочной сыворотки; 5,4 % люпиновой муки; 5,1 % порошка жмыха моркови; 4,8 % порошка жмыха тыквы; 5,4 % порошка кожуры тыквы.

Органолептические испытания печенья установили приемлемость экспериментальной рецептуры по нормируемым показателям, при этом по сравнению с контрольным образцом опытное печенье получило больше баллов за цвет и поверхность. Средняя оценка вкуса и запаха печенья – 4,2 балла.

Химический состав, установленный преимущественно расчетным путем, показал высокую биологическую ценность печенья «Осенний цветок». Отмечено совершенствование белкового состава продукта с увеличением количества полноценных животных белков и повышением биологической ценности белка с 37,1 до 65,4 %. Благодаря замене сливочного масла исключено присутствие транс-изомеров жирных кислот. Количество усвояемых сахаров сокращено за счет повышения доли пищевых волокон до 13,8 % от суточной нормы в 100 г продукта. Кроме того, содержание витамина В₂ в 100 г продукта позволяет удовлетворить до 14,5 % суточной нормы, бета-каротина – до 15,3 %, витамина Е – до 56,7 %.

Список источников

1. Advances in understanding wheat-related disorders: a comprehensive review on gluten-free products with emphasis on wheat allergy, celiac and non-celiac gluten sensitivity / Singla D. [et al.] // Food Chemistry Advances. 2024. V. 4. P. 100627.
2. Развитие рынка безглютеновых хлебопекарных продуктов // Сфера Медиа. URL: <https://sfera.fm/articles/hlebopecheniya/razvitie-rynka-bezglyutenovykh-hlebopekarnykh-produktov> (дата обращения: 10.01.2025).

3. Карман Т. В. Перспективы использования нетрадиционного растительного сырья для производства безглютеновых хлебобулочных изделий // Роль аграрной науки в обеспечении продовольственной безопасности: материалы Международной научно-практической конференции (21 июня 2024 г.). Мелитополь: МелГУ, 2024. С. 59–64.
4. Гурова М. М. Аллергия к белку пшеницы и непереносимость глютена (обзор литературы) // Медицина: теория и практика. 2020. Т. 5. №. 1. С. 27–39.
5. Глобальные практические рекомендации Всемирной гастроэнтерологической организации. Целиакия // The World Gastroenterology Organisation. URL: <https://www.worldgastroenterology.org/guidelines/celiac-disease/celiac-disease-russian> (дата обращения: 11.01.2025).
6. Prevalence of Adverse Reactions to Gluten and People Going on a Gluten-Free Diet: a Survey Study Conducted in Brazil / Arámburo-Gálvez J. G. [et al.] // Medicina. 2020. V. 56. N 4. P. 163.
7. Целиакия / Жусупбекова Л. И. [и др.] // Научное обозрение. Медицинские науки. 2020. №. 6. С. 44–49.
8. Global prevalence of celiac disease: systematic review and meta-analysis / Singh P. [et al.] // Clinical gastroenterology and hepatology. 2018. V. 16. N 6. P. 823–836.
9. Overview of celiac disease in Russia: regional data and estimated prevalence / Savvateeva L. V. [et al.] // Journal of immunology research. 2017. V. 2017. N 1, 2314813.
10. A gluten-free diet, not an appropriate choice without a medical diagnosis / Diez-Sampedro A. [et al.] // Journal of nutrition and metabolism. 2019. V. 2019. N 1, 2438934.
11. Козубаева Л. А., Кузьмина С. С. Современные тенденции формирования ассортимента безглютеновых мучных кондитерских изделий // Ползуновский вестник. 2022. Т. 1. №. 4. С. 57–67.
12. Перфилова О. В., Митрохин М. А. Использование порошков из плодовоовощных выжимок с целью расширения ассортимента мучных кондитерских изделий // Достижения науки и техники АПК. 2008. № 8. С. 48–50.
13. Типсина Н. Н., Присухина Н. В. Пищевые волокна в кондитерском производстве // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2009. № 9. С. 166–171.
14. Rheological, pasting and sensory properties of biscuits supplemented with grape pomace powder / Lou W. [et al.] // Food science and technology. 2021. V. 42, e78421.
15. In vitro bioaccessibility of bioactive compounds from citrus pomaces and orange pomace biscuits / Fernández-Fernández A. M. [et al.] // Molecules. 2021. V. 26. N 12. P. 3480.
16. Functionalized biscuits with bioactive ingredients obtained by citrus lemon pomace / Imeneo V. [et al.] // Foods. 2021. V. 10. N 10. P. 2460.
17. Корниенко А. А., Лютова Е. В. О возможности использования побочных продуктов переработки моркови и тыквы для обогащения сдобного печенья // Балтийский морской форум: материалы XII Международного Балтийского

морского форума (30 сент. – 4 окт. 2024 г.), в 6 т. Калининград: ФГБОУ ВО «КГТУ», 2024. С. 95–101.

18. Агафонова С. В., Рыков А. И. Химический состав семян растений *Lupinus angustifolius* L. и *Lupinus albus* L. Калининградской области // Химия растительного сырья. 2021. № 3. С. 135–142.

19. Hunie Tesfa K., Ewunetie A. T., Gebeyehu C. D. Mechanism of Antihypertensive and Hypocholesterolemic Effect of White Lupine (*Lupinus Albus* L.): A Review // Pharmacological Research-Natural Products. 2025. V. 7, 100207.

20. Фахретдинова Д. Р., Нигматьянов А. А., Миронова И. В. Использование амарантовой муки и молочной сыворотки для обогащения мучных кондитерских изделий // Известия ОГАУ. 2017. № 4 (66). С. 260–262.

21. Гаврилова Г. А. Молочная сыворотка в технологии мучных кондитерских изделий // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития: тезисы докладов Всеросс. н.-практ. конф. (15 апр. 2020 г.). Благовещенск: ФГОУ ВПО «ДГАУ». 2020. С. 88.

22. Удалова С. В. Совершенствование технологии производства овсяного печенья // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса: материалы конференции (24–26 марта 2021 г.). Пенза: ФГБОУ ВО «Пензенский ГАУ». 2021. Т. 2. С. 262–264.

23. Рецептуры на печенье, галеты и вафли / под ред. М. К. Смирновой. М.: Пищевая промышленность, 1969. 552 с.

24. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации: МР 2.3.1.0253-21. УТВ. 22.07.2021. М., 2021. 72 с.

References

1. Singla D. [et al.]. Advances in understanding wheat-related disorders: a comprehensive review on gluten-free products with emphasis on wheat allergy, celiac and non-celiac gluten sensitivity. *Food Chemistry Advances*. 2024. V. 4. P. 100627.

2. Razvitie rynka bezglyutenovykh khlebopekarnykh produktov [Development of the gluten-free bakery products market]. *Sfera Media*. Available at: <https://sfera.fm/articles/hlebopecheniya/razvitie-rynka-bezglyutenovykh-khlebopekarnykh-produktov> (accessed 10 January 2025).

3. Karman T. V. Perspektivy ispol'zovaniya netraditsionnogo rastitel'nogo syr'ya dlya proizvodstva bezglyutenovykh khlebobulochnykh izdeliy [Prospects for the use of non-traditional plant-based raw materials for the production of gluten-free bakery products]. *Rol' agrarnoy nauki v obespechenii prodovol'stvennoy bezopasnosti: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (21 iyunya 2024 g.)* [The role of agricultural science in ensuring food security: Proceedings of the International scientific and practical conference (21 June, 2024)]. Melitopol', Melitopol' State University, 2024, pp. 59–64.

4. Gurova M. M. Allergiya k belku pshenitsy i neperenosimost' glyutena (obzor literatury) [Wheat protein allergy and gluten intolerance (literature review)]. *Meditcina: teoriya i praktika*, 2020, vol. 5, no. 1, pp. 27–39.

5. Global'nye prakticheskie rekomendatsii Vsemirnoy gastroenterologicheskoy organizatsii. Tseliakiya [The World Gastroenterology Organization Global

Guidelines. Celiac Disease]. *The World Gastroenterology Organisation*. Available at: <https://www.worldgastroenterology.org/guidelines/celiac-disease/celiac-disease-russian> (accessed 11 January 2025).

6. Arámburo-Gálvez J. G. [et al.]. Prevalence of Adverse Reactions to Gluten and People Going on a Gluten-Free Diet: a Survey Study Conducted in Brazil. *Medicina*, 2020. V. 56. N 4. P. 163.

7. Zhusupbekova L. I. [et al.]. Tseliakiya [Celiac disease]. *Nauchnoe obozrenie. Meditsinskie nauki*, 2020, no. 6, pp. 44–49.

8. Singh P. [et al.]. Global prevalence of celiac disease: systematic review and meta-analysis. *Clinical gastroenterology and hepatology*. 2018. V. 16, N 6. P. 823–836.

9. Savvateeva L. V. [et al.]. Overview of celiac disease in Russia: regional data and estimated prevalence. *Journal of immunology research*. 2017. V. 2017, N 1, 2314813.

10. Diez-Sampedro A. [et al.]. A gluten-free diet, not an appropriate choice without a medical diagnosis. *Journal of nutrition and metabolism*. 2019. V. 2019. N 1. P. 2438934.

11. Kozubaeva L. A., Kuz'mina S. S. Sovremennye tendentsii formirovaniya assortimenta bezglyutenovykh muchnykh konditerskikh izdeliy [Modern trends in the formation of the range of gluten-free flour confectionery products]. *Polzunovskiy vestnik*, 2022, vol. 1, no. 4, pp. 57–67.

12. Perfilova O. B., Mitrokhin M. A. Ispol'zovanie poroshkov iz plodoo-voshchnykh vyzhimok s tsel'yu rasshireniya assortimenta muchnykh konditerskikh izdeliy [The use of fruit and vegetable pomace powders to expand the range of flour confectionary products]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2008, no. 8, pp. 48–50.

13. Tipsina N. N., Prisukhina N. V. Pishchevye volokna v konditerskom proizvodstve [Dietary fiber in confectionary production]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2009, no. 9, pp. 166–171.

14. Lou W. [et al.]. Rheological, pasting and sensory properties of biscuits supplemented with grape pomace powder. *Food science and technology*. 2021. V. 42, e78421.

15. Fernández-Fernández A. M. [et al.]. In vitro bioaccessibility of bioactive compounds from citrus pomaces and orange pomace biscuits. *Molecules*. 2021. V. 26. N 12. P. 3480.

16. Imeneo V. [et al.]. Functionalized biscuits with bioactive ingredients obtained by citrus lemon pomace. *Foods*. 2021. V. 10. N 10. P. 2460.

17. Kornienko A. A., Lyutova E. V. O vozmozhnosti ispol'zovaniya pobochnykh produktov pererabotki morkovi i tykvy dlya obogashcheniya sdobnogo pechen'ya [On the possibility of using carrot and pumpkin by-products to enrich shortbread biscuits]. *Baltiyskiy morskoy forum: materialy XII Mezhdunarodnogo Baltiyskogo morskogo foruma (30 sent. – 4 okt. 2024 g.)*, v 6 t. [Baltic Maritime Forum: Proceedings of the XII International Baltic Maritime Forum (30 Sept.–4 Oct. 2024), in 6 vol.]. Kaliningrad, FGBOU VO "KGTU", 2024, pp. 95–101.

18. Agafonova S. V., Rykov A. I. Khimicheskiy sostav semyan rasteniy *Lupinus angustifolius* L. i *Lupinus albus* L. Kaliningradskoy oblasti [Chemical composition of seeds of *Lupinus angustifolius* L. and *Lupinus albus* L. of the Kaliningrad region]. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2021, no. 3, pp. 135–142.

19. Hunie Tesfa K., Ewunetie A. T., Gebeyehu C. D. Mechanism of Antihypertensive and Hypocholesterolemic Effect of White Lupine (*Lupinus Albus* L.): A Review. *Pharmacological Research-Natural Products*. 2025. V. 7, 100207.
20. Fakhretdinova D. R., Nigmat'yanov A. A., Mironova I. V. Ispol'zovanie amarantovoy muki i molochnoy syvorotki dlya obogashcheniya muchnykh konditerskikh izdeliy [Using amaranth flour and whey to enrich flour confectionary products]. *Izvestiya OGAU*, 2017, no. 4 (66), pp. 260–262.
21. Gavrilova G. A. Molochnaya syvorotka v tekhnologii muchnykh konditerskikh izdeliy [Whey in flour confectionary technology]. *Agropromyshlennyy kompleks: problemy i perspektivy razvitiya, tezisy dokladov Vseross. n.-prakt. konf.* (15 apr. 2020 g.) [Agro-industrial complex: problems and development prospects, abstracts of the All-Russian scientific-practical conference (15 April 2020)]. Blagoveshchensk, FGOU VPO "DGAU", 2020, pp. 88.
22. Udalova S. V. Sovershenstvovanie tekhnologii proizvodstva ovsyannogo pechen'ya [Improvement of oatmeal biscuit production technology]. *Innovatsionnye idei molodykh issledovateley dlya agropromyshlennogo kompleksa: materialy konferentsii* (24–26 marta 2021 g.) [Innovative ideas of young researches for the agro-industrial complex: conference materials (24–26 March 2021)]. Penza, FGBOU VO "Penzenskiy GAU", 2021, vol. 2, pp. 262–264.
23. *Retseptury na pechen'e, galety i vafli* [Recipes for biscuits, hardtacks and wafers]. Edited by M. K. Smirnova. Moscow, Pishchevaya promyshlennost' Publ., 1969, 552 p.
24. Instructional Guidelines MR 2.3.1.0253-21. Norms of physiological requirements in energy and nutrients in various groups of population in Russian Federation. Approved on 22 July 2021 by the chief state sanitary doctor of the Russian Federation, Moscow, 2021, 72 p. (In Russian).

Информация об авторах

А. А. Корниенко – магистрант кафедры пищевой биотехнологии

Е. В. Лютова – кандидат технических наук, доцент кафедры пищевой биотехнологии

Information about the authors

A. A. Kornienko – Master's student of the Department of Food Biotechnology

E. V. Lyutova – PhD in Engineering, Associate Professor of the Department of Food Biotechnology

Статья поступила в редакцию 14.02.2025; одобрена после рецензирования 24.02.2025; принята к публикации 25.02.2025.

The article was submitted 14.02.2025; approved after reviewing 24.02.2025; accepted for publication 25.02.2025.