

Использование соевых отрубей в качестве заменителя жира в рецептуре безглютенового печенья

Чибирева А.В., Фролов Д.И.

Аннотация. В данном исследовании проведена оценка цветовых и текстурных характеристик обезжиренного безглютенового печенья, в рецептуре которого часть растительного жира (30, 40 и 50 %) заменялась измельченными соевыми отрубями, содержащими пищевые волокна. Полученные результаты сравнивались с контрольным образцом печенья с полным содержанием жира, в котором замена жира не проводилась. Установлено, что обезжиренные образцы безглютенового печенья имели более темный цвет по сравнению с контрольным образцом, что свидетельствует о положительном влиянии соевых отрубей на формирование более приемлемой для потребителей окраски продукта. Анализ текстурных характеристик показал, что увеличение доли соевых отрубей в рецептуре приводит к повышению хрупкости и твердости печенья по сравнению с образцом с полным содержанием жира. Полученные данные подтверждают возможность эффективного использования соевых отрубей в рецептуре безглютенового печенья в качестве частичного заменителя жира без ухудшения его цветовых и текстурных свойств.

Ключевые слова: безглютеновое печенье, заменитель жира, соевые отруби, пищевые волокна, текстурные свойства, цвет продукта, функциональные ингредиенты.

Для цитирования: Чибирева А.В., Фролов Д.И. Использование соевых отрубей в качестве заменителя жира в рецептуре безглютенового печенья // Инновационная техника и технология. 2026. Т. 13. № 1. С. 74–78.

The use of soy bran as a fat substitute in the gluten-free cookie recipe

Chibireva A.V., Frolov D.I.

Abstract. This study assessed the color and textural characteristics of low-fat gluten-free cookies in which some of the vegetable fat (30, 40, and 50%) was replaced with ground soy bran, which contains dietary fiber. The results were compared with a full-fat control sample, in which the fat was not replaced. It was found that the low-fat gluten-free cookie samples were darker in color than the control sample, indicating the positive effect of soy bran on creating a more consumer-acceptable product color. Analysis of the textural characteristics revealed that increasing the proportion of soy bran in the recipe resulted in increased crispness and firmness of the cookie compared to the full-fat sample. These data confirm the feasibility of using soy bran effectively in gluten-free cookie recipes as a partial fat substitute without compromising the color and textural properties.

Keywords: gluten-free cookies, fat substitute, soy bran, dietary fiber, textural properties, product color, functional ingredients.

For citation: Chibireva A.V., Frolov D.I. The use of soy bran as a fat substitute in the gluten-free cookie recipe. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2026. Vol. 13. No. 1. pp. 74–78. (In Russ.).

Введение

Целиакия представляет собой заболевание, связанное с непереносимостью глиадиновой фракции пшеницы и проламинов, содержащихся в ржи, ячмене и, возможно, овсе [2]. В связи с этим пациентам, страдающим целиакией, рекомендуется соблюдать строгую безглютеновую диету на протяже-

нии длительного времени [3]. Однако такие диеты нередко характеризуются недостаточным содержанием некоторых важных питательных веществ. Для компенсации данного дефицита безглютеновые продукты могут быть обогащены различными компонентами, что позволяет получать продукты с повышенной пищевой ценностью и функциональными свойствами [4, 5].

Печенье является одним из наиболее популярных видов мучных кондитерских изделий, поскольку представляет собой готовый к употреблению продукт с длительным сроком хранения, удобный в транспортировке и хранении. Основными ингредиентами печенья являются мука, сахар, вода и растительные жиры, содержание которых обычно составляет около 20–30 % от массы муки. Жир выполняет важную технологическую функцию, обеспечивая нежность, структуру и качество конечного продукта. Кроме того, он оказывает влияние на реологические свойства теста и механические характеристики готового изделия. Жировая составляющая рецептуры также играет значительную роль в формировании сенсорных характеристик продукта, включая текстуру, ощущение во рту и общее восприятие потребителем. Особенно важным является присутствие жира при разработке безглютеновых изделий, поскольку безглютеновое сырьё обладает специфическими технологическими свойствами.

Несмотря на важную роль жиров в формировании структуры и качества печенья, их избыточное потребление может приводить к различным нарушениям здоровья, включая ожирение, повышение уровня холестерина в крови и развитие сердечно-сосудистых заболеваний. Высокое содержание жира увеличивает энергетическую ценность продуктов, что может быть нежелательным для людей, испытывающих проблемы с поддержанием энергетического баланса. Кроме того, продукты с высоким содержанием жира не рекомендуются лицам, страдающим гиперлипидемией, которая связана с повышенным риском заболеваний кровеносных сосудов и сердечно-сосудистой системы [6, 7]. В связи с этим в последние годы активно проводятся исследования, направленные на снижение содержания жиров в пищевых продуктах и их частичную замену альтернативными ингредиентами.

Частичная замена жира может осуществляться с использованием компонентов, обладающих функциональными свойствами, сходными с жировыми ингредиентами. При этом создание полностью обезжиренного продукта высокого качества является достаточно сложной задачей. По этой причине в рецептурах сладких хлебобулочных изделий обычно рекомендуется заменять не более 50 % жира с помощью специальных заменителей.

В производстве хлебобулочных и кондитерских изделий применяется широкий спектр заменителей и миметиков жира, которые способны воспроизводить физические, текстурные и сенсорные свойства жиров. Наиболее распространёнными являются заменители на основе пищевых волокон. К числу коммерчески доступных миметиков жира относятся микрокристаллическая целлюлоза, метилцеллюлоза и гидроксипропилметилцеллюлоза, пектины и различные гидроколлоидные камеди. В последние годы также возрастает интерес к использованию побочных продуктов переработки растительного сырья, богатых клетчаткой, которые

могут служить альтернативным источником пищевых волокон и потенциальными ингредиентами для замены жира. В качестве таких компонентов изучались различные растительные материалы, включая волокна фруктов, картофельную мякоть и кожуру, а также пектинсодержащие продукты переработки яблок. Кроме того, фракции зерновых культур, богатые клетчаткой, также рассматриваются как перспективные заменители жира.

Особое преимущество побочных продуктов, содержащих пищевые волокна, заключается в их способности повышать функциональные свойства пищевых продуктов [1]. Их использование особенно актуально при разработке безглютеновых изделий, которые часто характеризуются пониженной пищевой ценностью и ограниченным содержанием функциональных компонентов.

Соевые отруби образуются в качестве побочного продукта при переработке сои [8]. Благодаря своему химическому составу и высокому содержанию пищевых волокон они могут рассматриваться как потенциальный источник клетчатки и как возможный заменитель жира в рецептурах печенья. При этом отсутствие глютена в составе соевых отрубей делает их перспективным ингредиентом для разработки безглютеновых продуктов питания. Однако возможности использования соевых отрубей в качестве заменителя жира в рецептуре печенья остаются недостаточно изученными.

В связи с этим целью настоящего исследования является изучение влияния измельчённых соевых отрубей, содержащих пищевые волокна, используемых в качестве частичного заменителя жира (30, 40 и 50 %) в рецептуре безглютенового печенья, на цветовые и текстурные характеристики получаемого продукта.

Объекты и методы исследования

Соевые отруби, являющиеся побочным продуктом переработки сои, использовали в качестве заменителя жира. Безглютеновая смесь, включающая кукурузный и картофельный крахмал, кукурузную и рисовую муку, картофельную муку, гуаровую камедь, разрыхлитель и соль, применялась как основное сырьё для приготовления печенья. Растительный жир, глюкозный сироп, соль, соевый лецитин, кукурузная крупа и специи были приобретены на местном рынке.

Все ингредиенты предварительно взвешивали и перемешивали до получения однородного теста. Полученную массу раскатывали до толщины около 4,5 мм, после чего формировали заготовки печенья прямоугольной формы. Выпекание проводили в два этапа: сначала при более высокой температуре, затем при пониженной температуре до полной готовности изделий.

После выпечки печенье охлаждали при комнатной температуре в течение двух часов, затем упаковывали.

вывали в герметичные полипропиленовые пакеты и выдерживали 24 часа перед проведением анализа.

Контрольная рецептура печенья включала безглютеновую смесь, растительный жир, глюкозный сироп, специи, кукурузную крупу, соль, соевый лецитин, разрыхлитель и воду. В образцах с пониженным содержанием жира 30, 40 и 50 % растительного жира заменяли эквивалентным количеством соевых отрубей.

Цвет образцов печенья определяли с использованием колориметрического метода при стандартном искусственном освещении. Показатели цвета выражали в системе координат L^* , a^* и b^* , где L^* характеризует светлоту, a^* – красно-зелёный оттенок, а b^* – жёлто-синий оттенок.

Общее различие цвета между контрольным образцом и образцами с добавлением соевых отрубей рассчитывали по формуле:

$$\Delta E = [(L_0^* - L^*)^2 + (a_0^* - a^*)^2 + (b_0^* - b^*)^2]^{1/2} \quad (1)$$

где L_0^* , a_0^* и b_0^* – параметры контрольного образца, а L^* , a^* и b^* – значения для исследуемых образцов.

Оценка визуальной заметности цветовых различий проводилась по следующим критериям:

$\Delta E < 1$ – различия практически незаметны;

$1 < \Delta E < 3$ – различия слабо заметны;

$\Delta E > 3$ – различия хорошо различимы визуально.

Текстуру печенья оценивали методом механического компрессионного тестирования. Основными анализируемыми параметрами являлись твердость и ломкость изделий. Показатель твердости определяли по максимальной силе разрушения образца, а ломкость – по расстоянию деформации до момента разрушения. Для каждого вида печенья проводили пять повторных измерений.

Для анализа гидроксиметилфурфурала проводили экстракцию исследуемых образцов водно-метанольной смесью. Измельченный образец суспендировали в растворе воды и метанола, тщательно перемешивали и очищали с использованием осветляющих реагентов. После центрифугирования собирали надосадочную жидкость и проводили

дополнительные экстракции до получения необходимого объема раствора. Перед анализом раствор повторно центрифугировали.

Количественное определение гидроксиметилфурфурала проводили спектрофотометрическим методом. Детектирование осуществляли при длине волны 284 нм.

Результаты и их обсуждение

Соевые отруби, содержащие значительное количество пищевых волокон, использовались в рецептуре безглютенового печенья в качестве частичного заменителя жира в количестве 30, 40 и 50 %. Их применение было направлено на имитацию функциональных и органолептических свойств жира и снижение калорийности продукта по сравнению с печеньем, содержащим полный жировой компонент.

Ранее проведенные исследования показали, что текстурные свойства печенья с пониженным содержанием жира во многом зависят от типа используемого заменителя [9, 10]. Например, материалы, обогащенные пектином из яблочного жмыха, при замене жира до 30 % способствовали формированию более мягкой текстуры и более светлой поверхности печенья. В то же время использование некоторых углеводных и белковых заменителей жира приводило к повышению твердости изделий, поэтому их применение в больших количествах считается нежелательным. Также было установлено, что добавление овсяных отрубей при частичной замене жира практически не изменяло твердость печенья, однако при увеличении их содержания наблюдалось осветление поверхности продукта.

Результаты анализа текстурных характеристик исследуемых образцов показали, что с увеличением количества заменителя жира в рецептуре возрастали показатели твердости и хрупкости печенья. Это можно объяснить тем, что тесто с более высоким содержанием жира содержит больше включенного воздуха и имеет меньшую плотность, благодаря чему готовое изделие получается более мягким. Снижение содержания жира, напротив, усиливает

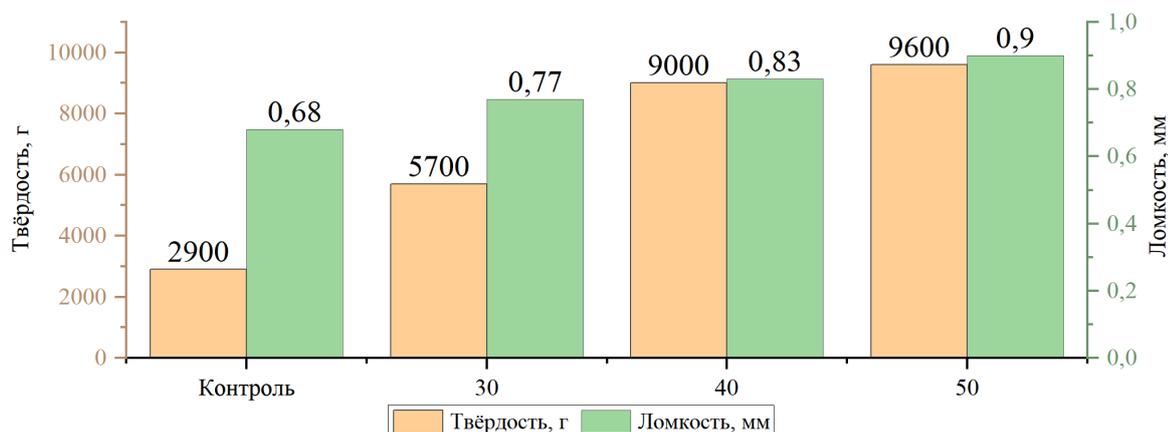


Рис. 1. Текстурные свойства (твердость и ломкость) образцов печенья

Таблица 1 – Цветовые параметры образцов печенья

Образец печенья	L*	a*	b*	ΔE
Контрольное печенье	83,12	-0,47	23,98	–
Замена жира 30%	74,67	1,3	22,7	8,72
Замена жира 40%	71,41	1,89	22,3	12,06
Замена жира 50%	71,1	2,05	22,13	12,42

упругие свойства теста и уменьшает растекание печенья при выпечке, что приводит к формированию более плотной структуры. В образцах, где содержание жира было снижено на 50 % по сравнению с контрольным вариантом, сила, необходимая для разламывания печенья, оказалась почти в три раза выше.

В целом полученные результаты показывают, что использование соевых отрубей в качестве заменителя жира приводит к увеличению твёрдости изделий и снижению их нежности. Это свидетельствует о том, что при разработке обезжиренного безглютенового печенья целесообразно применять соевые отруби в умеренных количествах.

В таблице 1 показано влияние соевых отрубей на цвет поверхности печенья. Замена жира соевыми отрубями привела к значительным изменениям значений L*, a* и b*. Заменитель жира позволил получить печенье значительно более темного цвета, менее желтого и более красного оттенка по сравнению с контрольным образцом.

Изменения окраски исследованных образцов печенья были обусловлены увеличением содержания соевых отрубей в рецептуре (L* = 73,32; a* = 3,24; b* = 24,00). Таким образом, наблюдаемые различия цвета не связаны с образованием продуктов реакции Майяра.

Известно, что при термической обработке пищевых продуктов, в частности при выпечке, могут образовываться продукты реакции Майяра, которые оказывают значительное влияние на формиро-

вание сенсорных характеристик готовых изделий, включая цвет поверхности, текстуру и вкус. Однако в рецептуре исследуемого безглютенового печенья, по-видимому, отсутствуют соединения, необходимые для протекания данной реакции.

Это подтверждается тем, что в исследованных образцах печенья не были обнаружены такие соединения, как гидроксиметилфурфурал и фурфурал. Эти вещества обычно рассматриваются как промежуточные продукты реакции Майяра и термического разложения сахаров, возникающие в процессе тепловой обработки пищевых продуктов.

Отсутствие маркеров реакции Майяра во всех исследованных образцах, а также различия в цвете между печеньем с пониженным и полным содержанием жира свидетельствуют о том, что именно добавление соевых отрубей оказало основное влияние на формирование окраски изделий. Это позволяет предположить, что их использование способствует получению более привлекательного для потребителей цвета печенья.

Выводы

Проведенные в данном исследовании измерения показали, что соевые отруби могут успешно использоваться в качестве заменителя жира в рецептуре безглютенового печенья, что позволяет получить печенье с приемлемыми определенными текстурными и цветовыми характеристиками.

Литература

- [1] Патент № 2579488 C1 Российская Федерация, МПК A21D 8/02. Способ производства хлебобулочных изделий : № 2014146596/13 : заявл. 19.11.2014 : опубл. 10.04.2016 / Г. В. Шабурова, П. К. Воронина, А. А. Курочкин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Пензенский государственный технологический университет». – EDN UOANLF.
- [2] Бельмер С. В., Гасилина Т. В. Целиакия: от патогенеза к лечению // Вопросы современной педиатрии. – 2013. – Т. 12. – №. 3. – С. 12-17.
- [3] Тиунов В. М. Разработка блюд и рецептов для больных целиакией //Международный

References

- [1] Patent No. 2579488 C1 Russian Federation, IPC A21D 8/02. Method for producing bakery products: No. 2014146596/13: declared 19.11.2014: published 10.04.2016 / G. V. Shaburova, P. K. Voronina, A. A. Kurochkin [et al.]; applicant Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education «Penza State Technological University». – EDN UOANLF.
- [2] Belmer S. V., Gasilina T. V. Celiac disease: from pathogenesis to treatment // Issues of modern pediatrics. – 2013. – Vol. 12. – No. 3. – Pp. 12-17.
- [3] Tiunov, V. M., “Development of Dishes and Recipes for Patients with Celiac Disease,” International Student Scientific Bulletin, 2017, no. 2, pp. 88–88.
- [4] Zharkova, I. M., et al., “Review of the Development of Flour Products for Gluten-Free and Gluten-Free Nutrition,” Bulletin of the Voronezh State University of

- студенческий научный вестник. – 2017. – №. 2. – С. 88-88.
- [4] Жаркова И. М. и др. Обзор разработок мучных изделий для безглютенового и геродиетического питания //Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2019. – Т. 81. – №. 1 (79). – С. 213-217.
- [5] Кайшев В. Г., Серегин С. Н. Функциональные продукты питания: основа для профилактики заболеваний, укрепления здоровья и активного долголетия //Пищевая промышленность. – 2017. – №. 7. – С. 8-14.
- [6] Табакаев А. В., Табакаева О. В., Щелканов М. Ю. Специализированная липидная композиция для профилактики гиперлипидемии и ожирения //Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2023. – Т. 13. – №. 1 (44). – С. 77-87.
- [7] Табакаев А. В., Табакаева О. В. Специализированные масложировые эмульсионные пищевые системы для профилактики гиперлипидемии и ожирения // Вопросы питания. – 2024. – Т. 93. – №. 2 (552). – С. 83-94.
- [8] Речкина Е. А. и др. Перспективы использования вторичного соевого сырья в пищевом производстве //Ползуновский вестник. – 2024. – №. 3. – С. 36-40.
- [9] Хатко З. Н., Колодина Е. М., Блягоз А. И. Оптимизация реологических свойств теста и оценка качества печенья из мучных композитов с пониженным содержанием глютена // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2025. – №. 4 (217). – С. 212-226.
- [10] Фролова Ю. В., Соболев Р. В., Кочеткова А. А. Исследование печенья с модифицированным жировым компонентом //Пищевая промышленность. – 2021. – №. 4. – С. 8-11.
- Engineering Technologies, 2019, no. 81, no. 1 (79), pp. 213–217.
- [5] Kaishev, V. G., Seregin, S. N., “Functional Foods: The Basis for Disease Prevention, Health Promotion, and Active Longevity,” Food Industry, 2017, no. 7, pp. 8–14.
- [6] Tabakaev A. V., Tabakaeva O. V., Shchelkanov M. Yu. Specialized lipid composition for the prevention of hyperlipidemia and obesity // News of universities. Applied chemistry and biotechnology. - 2023. - Vol. 13. - No. 1 (44). - Pp. 77-87.
- [7] Tabakaev A. V., Tabakaeva O. V. Specialized oil-fat emulsion food systems for the prevention of hyperlipidemia and obesity // Nutrition issues. - 2024. - Vol. 93. - No. 2 (552). - Pp. 83-94.
- [8] Rechkina E. A. et al. Prospects for the use of secondary soybean raw materials in food production // Polzunovsky Bulletin. - 2024. - No. 3. – P. 36-40.
- [9] Khatko Z. N., Kolodina E. M., Blagoz A. I. Optimization of the rheological properties of dough and quality assessment of cookies made from flour composites with reduced gluten content // Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University. – 2025. – No. 4 (217). – P. 212-226.
- [10] Frolova Yu. V., Sobolev R. V., Kochetkova A. A. Study of cookies with a modified fat component // Food industry. – 2021. – No. 4. – P. 8-11.

Сведения об авторах

Information about the authors

<p>Чибирева Анастасия Витальевна магистрант кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 E-mail:</p>	<p>Chibireva Anastasia Vitalievna undergraduate of the department «Food productions» Penza State Technological University E-mail:</p>
<p>Фролов Дмитрий Иванович кандидат технических наук доцент кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(937) 408-35-28 E-mail: surr@bk.ru</p>	<p>Frolov Dmitriy Ivanovich PhD in Technical Sciences associate professor at the department of «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(937) 408-35-28 E-mail: surr@bk.ru</p>