

УДК 664.681.14

ТЕХНОЛОГІЯ БЕЗГЛЮТЕНОВИХ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ З БІОЛОГІЧНО АКТИВНИМИ РЕЧОВИНАМИ ДЛЯ ОЗДОРОВЧОГО ХАРЧУВАННЯ

Силка І. М., к.т.н., доцент,
доцент кафедри технології ресторанної і аюрведичної продукції
<https://orcid.org/0000-0002-2867-7414>
Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна

<https://doi.org/10.31073/foodresources2026-26-13>

Надійшла 13.02.2026. Прийнята після рецензування 27.02.2026. Опублікована 30.06.2026

Ліцензія CC BY-NC-ND 4.0

Предмет. Досліджено технологію безглютенового пісочного печива з використанням пшонаного, кукурудзяного та рисового борошна у поєднанні з псиліумом як структуроутворювача та джерела біологічно активних речовин. Розроблення подібної продукції є актуальним у зв'язку зі зростанням попиту на продукти спеціального дієтичного призначення для осіб із целиакією та непереносимістю глютену. **Метою** роботи є розроблення безглютенових кондитерських виробів з біологічно активними речовинами для оздоровчого харчування. **Методи.** У роботі використано органолептичні, фізико-хімічні та інструментальні методи дослідження: вологість, лужність, упікання відповідно до діючих нормативних вимог. Реологічні властивості досліджено методом віскозиметрії. Для оцінки фазового стану вологи та функціональних груп компонентів використано метод інфрачервоної спектроскопії. **Результати.** Встановлено, що найбільш збалансованими органолептичними та технологічними характеристиками є зразок із використанням безглютенової композиції борошна у співвідношенні пшона : кукурудзяне : рисове як 50:20:30 та внесенням псиліуму у кількості 3,3% до маси борошна. Визначено, що контрольний зразок характеризувався вищими показниками в'язкості 1507–1350 мПа·с, тоді як для безглютенового зразка значення становили 1249–900 мПа·с, однак після випікання відбувалася стабілізація тіста за рахунок доданого псиліуму. Встановлено, що масова частка вологи у безглютеновому зразку становила 11,6%, лужність 1,4 град, упікання 17,2%. Доведено, що псиліум покращує реологічні властивості тіста та стабілізує структуру готових виробів. За результатами органолептичної оцінки встановлено зменшення гіркотого післясмаку пшонаного борошна у готовому продукті. **Сфера застосування результатів.** Отримані результати дослідження можуть бути використані у технології безглютенових виробів для осіб із целиакією та непереносимістю глютену, а також у закладах ресторанного господарства та на підприємствах харчової промисловості під час розроблення продуктів оздоровчого призначення.

Ключові слова: безглютенові кондитерські вироби, борошно пшонане, кукурудзяне, рисове, псиліум, оздоровчі продукти

TECHNOLOGY OF GLUTEN-FREE CONFECTIONERY PRODUCTS ENRICHED WITH BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES FOR HEALTH-PROMOTING PURPOSES

Iryna Sylka, PhD, Engineering, Associate Professor
Associate Professor of the Department of Restaurant and Ayurvedic Products Technology
<https://orcid.org/0000-0002-2867-7414>
National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Subject. The technology of gluten-free shortbread cookies produced using millet, corn, and rice flour in combination with psyllium as a structure-forming agent and a source of biologically active substances was investigated. **Purpose.** The aim of the study was to develop gluten-free confectionery products enriched with biologically active compounds for health-promoting purposes. **Methods.** Research methods were applied in the study, including determination of moisture content, alkalinity, and baking loss according to current regulatory requirements. Rheological properties were evaluated using viscometry. Infrared spectroscopy was used to assess the phase state of moisture and the functional groups of the components. **Results.** The results demonstrated that the sample formulated using a gluten-free flour blend of millet, corn, and rice in the ratio of 50:20:30 and supplemented with psyllium at 3.3% of the flour weight exhibited the most balanced sensory

and technological properties. It was determined that the control sample was characterized by higher viscosity values of 1507–1350 mPa·s, whereas the gluten-free sample exhibited values of 1249–900 mPa·s; however, after baking, stabilization of the dough structure occurred due to the addition of psyllium. The physicochemical evaluation showed that the gluten-free sample had a moisture content of 11.6%, alkalinity of 1.4 degrees, sugar content of 30.8%, fat content of 5.1%, and baking loss of 17.2%, which complied with the established quality requirements. Infrared spectroscopy confirmed the presence of characteristic absorption bands corresponding to carbohydrates, lipids, and protein-containing compounds and allowed assessment of intermolecular interactions in the developed food system. Psyllium was shown to improve the rheological properties of the dough and stabilize the structure of the finished products. **Scope of results** may be applied in the technology of gluten-free products for individuals with celiac disease and gluten intolerance, as well as in food service establishments and food industry enterprises.

Keywords: gluten-free confectionery products, millet flour, corn flour, rice flour, psyllium, health-promoting products

Постановка проблеми. Сучасні тенденції у сфері харчування характеризуються зростанням кількості захворювань, пов'язаних із порушенням обміну речовин, харчовою непереносимістю та алергічними реакціями на окремі компоненти їжі. Однією з найбільш поширених патологій є целиакія – хронічне аутоімунне захворювання, спричинене непереносимістю глютену, білкового комплексу злакових культур, зокрема пшениці, жита та ячменю. Незважаючи на багатовіковий історичний зв'язок пшениці з харчуванням людини, для осіб, хворих на целиакію, споживання глютенівмісних продуктів є неприпустимим, оскільки навіть незначні дози глютену здатні викликати патологічні зміни слизової оболонки тонкого кишечника та порушення процесів засвоєння поживних речовин [1, с. 3; 2, с. 152].

За даними Всесвітньої гастроентерологічної організації, на целиакію страждає близько 1% населення західного світу, при цьому реальна кількість хворих значно перевищує офіційно діагностовані випадки [3, с.10]. Наразі відомо, що целиакія вражає всі вікові групи, включаючи людей похилого віку, а саме понад 70% нових пацієнтів діагностуються у віці старше 20 років [4, с. 24]. За оцінками громадських організацій, зокрема Української спілки целиакії [5], кількість недіагностованих випадків целиакії в Україні залишається високою.

Профілактика та лікування цього захворювання полягає у дотриманні спеціальних безглютенових або безбілкових дієт, що виключають гліадин, який спричиняє виникнення алергічних реакцій. При цьому раціон харчування стає дуже обмежений. Виробництво дієтичної харчової продукції для цієї категорії населення в нашій країні розвинене на недостатньому рівні. Особливо гостро стоїть проблема забезпечення хворих на целиакію борошняними кондитерськими виробами, оскільки основним їхнім компонентом є пшеничне борошно, яке заборонено для вживання [6, с. 152].

Перспективною сировиною для виробництва безглютенових виробів є *пшоняне борошно*. Просо належить до традиційних сільськогосподарських культур України, добре адаптованих до кліматичних умов країни, характеризується посухостійкістю, невибагливістю до умов вирощування та високою харчовою цінністю. Водночас у сучасному харчуванні продукти переробки проса використовуються недостатньо, що свідчить про часткову втрату популярності цієї культури та потребу у відновленні її технологічного потенціалу [7, с. 75; 8, с. 838].

Просо містить високий рівень білка та клітковини. Основними білковими фракціями проса є проламіни (до 60% від загального вмісту білка) і глютеліни, які багаті незамінними амінокислотами. Просо відноситься до джерел білка з хорошим потенціалом для заміни білків тваринного походження в різних видах продуктів. Також білки проса виявляють біологічну активність, що особливо актуально при розробці дієтичної продукції оздоровчого призначення.

Пшоняне борошно переважно використовують у сумішах з іншими видами борошна. Це зумовлено відсутністю у його складі клейковини, яка забезпечує формування пружно-еластичної структури тіста. У разі використання лише пшоняного борошна процес

замішування ускладнюється, а готові вироби можуть мати крихку структуру та недостатні технологічні властивості. Тому для покращення структурно-механічних характеристик тіста пшонаєне борошно доцільно поєднувати з іншими видами безглютенового борошна та структуроутворювачами [9, с. 9].

Перспективним напрямом є використання *кукурудзяного борошна* як часткової або повної заміни пшеничного у технології борошняних виробів оздоровчого призначення. Кукурудзяне борошно є джерелом харчових волокон, селену, заліза, фолієвої кислоти, токоферолу, ненасичені жирні кислоти та інші біологічно активні речовини [10, с. 302]. Встановлено, що внесення кукурудзяного борошна сприяє підвищенню антиоксидантної активності, покращенню мінерального складу та формуванню функціональних властивостей готових виробів.

Рисове борошно є одним із базових інгредієнтів у технології безглютенових борошняних виробів завдяки нейтральному смаку, дрібнодисперсній структурі та високому вмісту крохмалю. Сучасні дослідження підтверджують, що воно забезпечує формування однорідної крохмальної матриці тіста, однак не здатне утворювати клейковинний каркас, що призводить до зниження еластичності тіста та об'єму готових виробів [11].

Встановлено, що заміна пшеничного борошна рисовим у безглютенових рецептурах потребує застосування структуроутворювачів (гідроколоїдів, харчових волокон), оскільки вони покращують газоутримувальну здатність тіста та стабілізують пористу структуру виробів [12, с. 2–3]. Зокрема, використання псиліуму у поєднанні з рисовим борошном суттєво покращує реологічні властивості тіста та підвищує об'єм і м'якість готових виробів [10, с. 2–4].

Псиліум – це натуральний продукт, отриманий з лущиння насіння подорожника яйцеподібного (*Plantago ovata*), який вирощується в Азії, Середземномор'ї та Індії. Він складається на 85% із розчинної клітковини, яка, вбираючи вологу, утворює гелеподібну масу [13, с. 868]. Це робить його чудовою добавкою до безглютенового тіста, оскільки він виконує функцію загусника, допомагаючи надати тісту необхідну консистенцію.

У зв'язку з цим особливої актуальності набуває розроблення технологій безглютенових харчових продуктів, зокрема кондитерських виробів, які традиційно містять пшеничне борошно як основний структуроутворюючий компонент. Кондитерська продукція належить до товарів повсякденного попиту, тому створення її безглютенових аналогів є важливим напрямом розвитку оздоровчого та функціонального харчування. Разом із тим виключення глютену суттєво впливає на структурно-механічні, органолептичні та технологічні властивості готових виробів, що потребує пошуку альтернативних видів сировини та функціональних інгредієнтів.

Матеріали та методи. *Предметом дослідження* є борошняні кондитерські вироби (пісочний напівфабрикат), безглютенові види борошна (пшонаєне, рисове, кукурудзяне), дієтичні харчові волокна (псиліум). *Матеріалами дослідження* були модельні зразки пісочного напівфабрикату: «Контрольний зразок» розроблено на основі пшеничного борошна; Зразок №1 виготовлено з пшонаєного борошна як безглютенової основи; Зразок №2 являв собою суміш пшонаєного 30% та кукурудзяного борошна 70% від маси борошна з додаванням псиліуму; Зразок №3 включав суміш пшонаєного 50%, кукурудзяного 20% та рисового борошна 30% з додаванням псиліуму для підвищення реологічних властивостей тіста й стабілізації структури виробу.

Визначення в'язкості модельних систем проводили на віскозиметрі «Atago VISCO». Підготовку та дослідження здійснювали за таким алгоритмом: у циліндр приладу вносили 30 – 40 см³ досліджуваної емульсії, після чого на вісь, з'єднану з електродвигуном, встановлювали внутрішній циліндр. Далі зовнішній циліндр із досліджуваною емульсією надягали на зафіксований внутрішній циліндр і піднімали до упору, фіксуючи його положення за допомогою гайки. Досліджувана система рівномірно розподілялася у зазорі між

коаксіальними циліндрами. За необхідності зразки попередньо витримували у термостаті при заданій температурі.

За умов сталого напруження зсуву ($P = \text{const}$) внутрішньому циліндру надавали певної сталої швидкості обертання, тоді як зовнішній циліндр залишався нерухомим. За допомогою потенціометра реєстрували швидкість обертання рухомого циліндра, яка є пропорційною швидкості деформації досліджуваної системи.

Оцінку якості сировини здійснювали за органолептичними та фізико-хімічними показниками. Органолептично визначали зовнішній вигляд, колір, запах, однорідність та наявність дефектів. До фізико-хімічних показників відносили форму та розміри часток, крупність помелу, а також співвідношення компонентів [14].

У процесі випікання маса тістових заготовок зменшується внаслідок випаровування вологи та втрат летких речовин. Різницю між масою тістової заготовки та масою гарячого напівфабрикату безпосередньо після випікання характеризували як *величину упікання*.

Для аналізу хімічної структури та характеру міжмолекулярних взаємодій у досліджуваних зразках застосовували метод інфрачервоної спектроскопії (ІЧ-ФП) у діапазоні $4000\text{--}400\text{ см}^{-1}$ згідно з методикою [15].

Вологість готових досліджуваних зразків визначали експрес-методом за допомогою приладу Чижової, принцип дії якого ґрунтується на висушуванні наважки продукту при фіксованій температурі та визначенні втрати маси внаслідок видалення вологи. Результати виражали у відсотках до маси зразка за формулою:

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m} * 100, \% \quad (1)$$

де m_1 і m_2 – маса пакета з наважкою до і після висушування, г;

m – порожнього пакета, г.

Визначення проводили у двох повтореннях і знаходили середнє арифметичне значення. Відносна похибка двох паралельних визначень не повинна перевищувати 0,2%.

Намочуваність встановлювали як відношення приросту маси виробів після намокання до їх початкової маси, виражене у відсотках. Для дослідження використовували металеві сітки з розміром отворів не більше 2 мм², призначені для визначення намочуваності. Попередньо сітки занурювали у воду на 30 с, після чого їх зовнішню поверхню протирали тканиною та зважували з точністю до 0,01 г. Попередньо зважений виріб поміщали у металеву сітку та занурювали у воду на 3–4 хв. Після завершення витримування сітку з виробом виймали, зовнішню поверхню обережно протирали тканиною та повторно зважували.

$$X = \frac{m - m_1}{m_2 - m_1} * 100, \% \quad (2)$$

де m – маса клітки із виробами, які намокли, г;

m_1 – маса порожньої клітки (після опускання у воду та витирання), г;

m_2 – маса сухої клітки з сухими виробами, г.

Визначення виконували у трьох незалежних повтореннях. Отримані результати обробляли методами варіаційної статистики та представляли у вигляді середнього арифметичного значення.

Результати та обговорення. Борошно пшонає, кукурудзяне і рисове є основними джерелами вуглеводів, маючи при цьому різний вміст білків, жирів і клітковини. Крохмаль відзначається найвищим вмістом вуглеводів і мінімальною кількістю білків та жирів. Кожен інгредієнт має свої унікальні властивості, що визначають їх функціональну та фізіологічну роль у створенні харчових продуктів.

Для компенсації відсутності клейковинного каркаса у безглютенових системах доцільним є використання харчових волокон, зокрема псиліуму. Завдяки високій вологоутримувальній здатності, псиліум сприяє стабілізації структури тіста, покращенню текстури готових виробів та підвищенню вмісту харчових волокон у продукції.

Досліджувані інноваційні інгредієнти можуть істотно впливати на органолептичні характеристики, зокрема смак і аромат готового продукту, що зумовлює необхідність експериментального підбору їх оптимального співвідношення. У зв'язку з цим було виготовлено серію модельних зразків пісочного напівфабрикату безглютенового з різним співвідношенням компонентів для подальшої оцінки їх технологічних та споживчих властивостей (табл. 1).

Таблиця 1

Рецептури модельних зразків пісочного напівфабрикату безглютенового

Рецептурні компоненти	Маса, г			
	Контрольний зразок	Зразок №1	Зразок №2	Зразок № 3
Борошно пшеничне	45,07	-	-	-
Борошно пшонає	-	45,07	13,6	25,77
Борошно кукурудзяне	-	-	31,5	11,53
Борошно рисове	-	-	-	16,1
Цукор	18,03	18,03	16,8	17,0
Масло вершкове	27,05	27,05	25,0	8,9
Масло кокосове	-	-	-	9,1
Меланж	8,77	8,77	8,7	7,22
Сода харчова	0,04	0,04	0,04	0,05
Пудра ванільна	0,17	0,17	0,17	0,21
Розпушувач для тіста	0,87	0,87	0,87	0,87
Псиліум	-	-	3,3	3,3
Всього	100	100	100	100

Технологія приготування модельних систем складалася з декількох етапів. Вершкове та кокосове масло збивали до отримання однорідної пластичної консистенції, після чого додавали цукор і продовжували збивання протягом 10 хв до утворення пишної маси. Далі вносили яйця, соду та розпушувач тіста і продовжували перемішування до повного емульгування жирової та рідкої фаз і розчинення кристалів цукру.

Пшонає, кукурудзяне та рисове борошно попередньо просіювали та змішували з псиліумом до отримання однорідної сухої суміші. До підготовленої борошняної композиції додавали масляну масу та замішували тісто до формування крихтоподібної структури.

Отримане тісто формували у вигляді шару та витримували в холодильнику протягом 30–60 хв для стабілізації структури й полегшення подальшого формування виробів. Після охолодження з тіста формували кульки, які розкачували до товщини близько 5 мм та розміщували на деку з проміжками між виробами. Поверхню заготовок змащували яйцем.

Випікання здійснювали за температури 180–210°C протягом 15–20 хв. до утворення золотистого забарвлення поверхні. Після випікання вироби охолоджували до кімнатної температури для формування характерної крихкої структури пісочного напівфабрикату.

За результатами органолептичного аналізу встановлено, що зразок № 1 із повною заміною пшеничного борошна на пшонає характеризувався погіршеними споживчими властивостями: тісто мало надмірну жирність, нехарактерну для пісочного напівфабрикату, та гіркуватий післясмак, властивий пшонаєму борошну. Зразок № 2 продемонстрував покращені органолептичні показники порівняно з попереднім варіантом: смакові властивості були більш збалансованими та максимально наближеними до контрольного зразка.

Подальші дослідження проводили для контрольного зразка та Зразка № 3, який характеризувався високою загальною органолептичною оцінкою. Відзначено формування приємного кокосового післясмаку, що позитивно вплинуло на загальне сприйняття продукту й підвищило його споживчу привабливість.

У ході досліджень було визначено зміну показників в'язкості модельних зразків тіста в процесі вимірювання на віскозиметрі (рис. 1). Отримані результати свідчать про поступове зниження показників в'язкості в обох зразках упродовж дослідження, що пов'язано з руйнуванням внутрішньої структури системи під дією механічного навантаження.

Контрольний зразок характеризувався вищими показниками в'язкості протягом усього періоду дослідження: від $1507 \pm 0,02$ мПа·с до $1350 \pm 0,04$ мПа·с. Це може бути обумовлено наявністю пшеничного борошна та формуванням більш стабільної структури тіста за рахунок клейковинного каркаса.

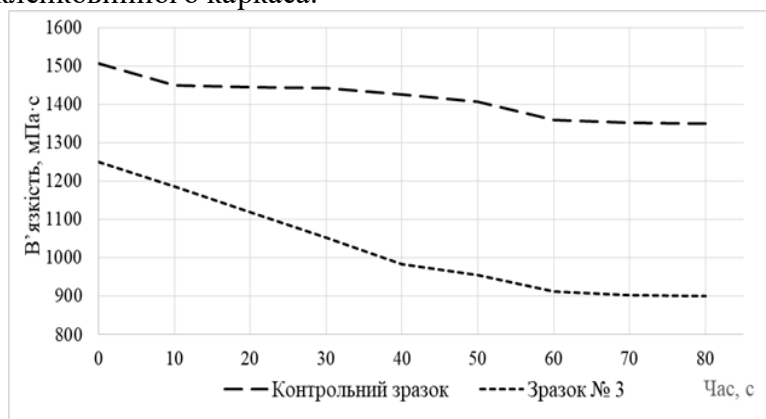


Рис 1. В'язкість модельних систем

Для зразка №3 спостерігали нижчі значення в'язкості – від $1249 \pm 0,03$ мПа·с до $900 \pm 0,05$ мПа·с. Зниження в'язкості дослідного зразка пояснюється відсутністю глютену у досліджуваній суміші борошна, а також особливостями структуроутворення в системах на основі пшоняного, кукурудзяного та рисового борошна. Разом із тим додавання псиліуму сприяло

стабілізації структури тіста та забезпечувало достатні реологічні властивості для формування пісочного напівфабрикату.

Таблиця 2

Фізико-хімічні показники модельних систем

Показник	Вимоги ДСТУ 3781:2014	Контрольний зразок	Зразок №3
Масова частка води, %	не більше 15,5	$10,8 \pm 0,03$	$11,6 \pm 0,03$
Лужність, град	не більше 2,0	$1,6 \pm 0,02$	$1,4 \pm 0,02$
Масова частка цукрів (у перерахунку на суху речовину), %	не менше 12,0	$32,4 \pm 0,02$	$30,8 \pm 0,02$
Масова частка жиру (у перерахунку на суху речовину), %	не менше 2,3	$5,5 \pm 0,04$	$5,1 \pm 0,04$
Упікання, %	-	$9,2 \pm 0,02$	$17,2 \pm 0,02$
Намочуваність, %	не менше 110	$112 \pm 0,01$	$118 \pm 0,02$

За результатами досліджень встановлено, що фізико-хімічні показники контрольного та безглютенового зразків відповідають вимогам ДСТУ 3781:2014 [9]. Зразок №3 характеризувався дещо вищою намочуваністю та вологістю, що може бути пов'язано з використанням безглютенових видів борошна та псиліуму, які мають підвищену водоутримувальну здатність.

Для виявлення та оцінки фазового стану води у готових виробах застосовували метод інфрачервоної спектроскопії, який дозволяє отримувати спектри речовини в різних агрегатних станах. Аналіз ІЧ-спектрів дає можливість ідентифікувати функціональні групи компонентів харчових систем та оцінити особливості міжмолекулярної взаємодії у зразках.

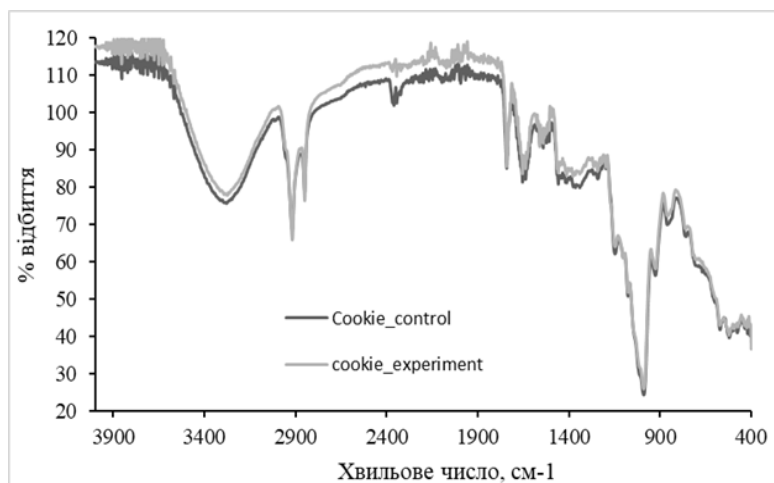


Рис 2. Інфрачервоні спектри модельних зразків

У спектрах досліджуваних виробів смуги поглинання в діапазоні $2800\text{--}3000\text{ см}^{-1}$ відповідали валентним коливанням груп CH_x , характерним для вуглеводних і ліпідних компонентів. Смуга в області 990 см^{-1} свідчила про наявність валентних коливань зв'язків $\text{C}-\text{O}$, типових для вуглеводів. Вузька смуга при 1742 см^{-1} відповідала валентним коливанням зв'язків $\text{C}=\text{O}$ у складі жирів. Поглинання в області 1540 см^{-1} , ймовірно,

характеризувало смугу нітрогенвмісних груп, що пов'язана з білковими компонентами досліджуваних зразків.

Розрахунок поживної цінності показав, що заміна пшеничного борошна на композицію безглютенових видів борошна (пшоняного, кукурудзяного та рисового) у поєднанні з псиліумом сприяє істотному підвищенню вмісту харчових волокон. У контрольному зразку їх кількість становила $1,22\text{ г}/100\text{ г}$ виробу, тоді як у зразку №3 – $4,85\text{ г}/100\text{ г}$, що майже в 4 рази більше. При цьому енергетична цінність зразка №3 становила $421,9\text{ ккал}/100\text{ г}$, що на $3,8\%$ нижче порівняно з контрольним зразком ($438,5\text{ ккал}/100\text{ г}$). Отримані результати підтверджують доцільність використання запропонованої рецептурної композиції для створення безглютенових кондитерських виробів із підвищеним вмістом біологічно активних речовин, зокрема харчових волокон.

Висновки. На основі проведених досліджень розроблено рецептуру безглютенового пісочного печива із використанням пшоняного, кукурудзяного та рисового борошна у поєднанні з псиліумом. Встановлено, що застосування безглютенових видів борошна у співвідношенні 50:20:30 (пшоняне : кукурудзяне : рисове) забезпечує формування виробів із належними органолептичними, технологічними та структурно-механічними показниками.

Доведено, що введення псиліуму сприяє стабілізації структури тіста, покращенню його реологічних властивостей та підвищенню вологоутримувальної здатності, що дозволило наблизити текстурні характеристики безглютенового печива до традиційного зразка на основі пшеничного борошна. Крім того, комбінування різних видів безглютенового борошна дало змогу зменшити характерний гіркуватий післясмак пшоняного борошна та покращити загальні смакові властивості готових виробів.

Результати фізико-хімічних досліджень показали відповідність розроблених зразків вимогам нормативної документації за показниками вологості, лужності, вмісту жиру, цукрів та намоочуваності. Встановлено, що за поживною та енергетичною цінністю безглютенові зразки не поступаються контрольному, а за вмістом харчових волокон перевищують у 4 рази завдяки вмісту псиліуму.

Таким чином, використання пшоняного, кукурудзяного та рисового борошна у поєднанні з псиліумом є перспективним напрямом у технології безглютенових кондитерських виробів оздоровчого призначення. Подальші дослідження доцільно спрямувати на оптимізацію рецептурного складу, уточнення температурних режимів і тривалості випікання, а також оцінку зберігання та споживних властивостей готової продукції.

Бібліографія

1. Mędza Aleksandra, Szlagatys-Sidorkiewicz Agnieszka. Nutritional Status and Metabolism in Celiac Disease: Narrative Review. *Journal of Clinical Medicine*. 2023. Vol. 12, № 15. Article 5107. doi: 10.3390/jcm12155107.
2. Sylka I. Stukalska N. Technologys of confectionery products gluten-free in restaurants. Scientific Collection «InterConf»: with the Proceedings of the 1 st International Scientific and Practical Conference «Recent Scientific Investigation» (December 6-8, 2020). Oslo, Norway: Dagens naeringsliv forlag, 2020. P.977 – 981 doi: 10.36074/11.12.2020.v2.
3. Глобальні практичні рекомендації Всесвітньої гастроентерологічної організації. Целиакія. Дата звернення 19.05.2026. <https://www.worldgastroenterology.org>.
4. Gatti S., Rubio-Tapia A., Makharia G., Catassi C. Patient and community health global burden in a world with more celiac disease. *Gastroenterology*. 2024. Vol. 167, № 1. P. 23–33. doi: 10.1053/j.gastro.2024.01.035.
5. Українська спілка целиакії: Питання – відповіді. Дата звернення 19.05.2026. https://celiac.org.ua/c/index.cfm?sid=36&utm_source=chatgpt.com.
6. Погорельська А. С., Павлюченко О. С., Кузьмін О. В., Польовик В. В., Силка І. М. Теоретичні аспекти доцільності створення безглютенових кексів, збагачених сиром кисломолочним, для закладів ресторанного господарства. *Наукові праці НУХТ*. 2023. Т. 29, № 1. С. 151–162. doi: 10.24263/2225-2924-2023-29-1-14.
7. Чорна Н., Полятикіна Ю. Дослідження харчових властивостей безглютенового борошна з зернових та псевдозлакових культур. *Вісник Хмельницького національного університету*. Технічні науки. 2024. № 345(6(2)). С. 74–78. doi: 10.31891/2307-5732-2024-345-6-10.
8. Sachdev N., Goomer S., Singh L. R. Foxtail millet: A potential crop to meet future demand for alternative sustainable protein. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2021. Vol. 101, № 3. P. 831–842. doi: 10.1002/jsfa.10716.
9. Mancebo C. M., San Miguel M. Á., Martínez M. M., Gómez M. Optimisation of rheological properties of gluten-free doughs with HPMC, psyllium and different levels of water. *Journal of Cereal Science*. 2015. Vol. 61. P. 8–15. doi: 10.1016/j.jcs.2014.10.005.
10. Simic M., Žilić S., Šimurina O., Filipčev B., Škrobot D., Vančetović J. Effects of anthocyanin-rich popping maize flour on the phenolic profile and the antioxidant capacity of mix-bread and its physical and sensory properties. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*. 2018. Vol. 68, № 4. P. 299–308. doi: 10.2478/pjfn-2018-0002.
11. Park J., Kim H.-S. Rice-based gluten-free foods and technologies: a review. *Foods*. 2023. Vol. 12, № 22. Article 4110. doi: 10.3390/foods12224110.
12. Djeukeu W. A., Assiene J. A. A., Dongho F. F. D., Boudjeka V. G., Demasse A. M., Nyangono F. C. B., Fongzossie E. F., Gouado I. Improving gluten-free bread volume using additives: A review. *Food Chemistry Advances*. 2024. Vol. 5. Article 100738. doi: 10.1016/j.focha.2024.100738.
13. Aunjum S., Paras S., Thingnganing Longvah, Vinod Singh Gour, Shanker Lal Kothari, Yasir Reyaz Shah, Showkat Ganie Nutritional Composition and Health Benefits of Psyllium (*Plantago ovata*) Husk and Seed. *Nutrition Today*. 2020. Vol. 55. №6. P. 313-321. doi: 10.1097/NT.0000000000000450.
14. ДСТУ 3781:2014. Печиво. Загальні технічні умови. Київ : ДП «УкрНДНЦ», Київ, 2015. 18 с.
15. Sun D.W. Infrared spectroscopy for food quality analysis and control. London: Academic Press, 2009. 568 p. doi: 10.1016/B978-0-12-374136-3.X0001-1.

References

1. Mędza A. & Szlagatys-Sidorkiewicz A. (2023). Nutritional status and metabolism in celiac disease: Narrative review. *Journal of Clinical Medicine*. Vol. 12, № 15. Article 5107. doi: 10.3390/jcm12155107.
2. Sylka I. Stukalska N. (2020) Technologys of confectionery products gluten-free in restaurants. Materials of the Scientific Collection «InterConf»: with the Proceedings of the 1 st International Scientific and Practical Conference «Recent Scientific Investigation». P.977 – 981 December 6-8, 2020. Oslo, Norway. doi: 10.36074/11. 12.2020.v2.
3. Hlobalni praktychni rekomendatsii Vsesvitnoi hastroenterolohichnoi orhanizatsii. Tseliakiia [Global practice guidelines of the World Gastroenterology Organization. Celiac disease] (2016) <https://www.worldgastroenterology.org/guidelines/celiac-disease/celiac-disease-english> (accessed: 19.05.2026). [in Ukrainian].

-
4. Gatti S., Rubio-Tapia A., Makharia G. & Catassi C. (2024). Patient and community health global burden in a world with more celiac disease. *Gastroenterology*, Vol. 167, № 1. P. 23–33. doi: 10.1053/j.gastro.2024.01.035.
 5. Ukrainska spilka tseliakii. Tseliakii: pytannia–vidpovid [Ukrainian Celiac Association. Celiac disease: Questions and answers]. <https://celiac.org.ua/c/index.cfm?sid=4> (accessed: 19.05.2026). [in Ukrainian].
 6. Pohorelska A. S., Pavliuchenko O. S., Kuzmin O. V., Polovyk V. V., & Sylka I. M. (2023). Teoretychni aspekty dotsilnosti stvorennia bezghliutenovykh keksiv, zbahachenykh syrom kyslomolochnym dlia zakladiv restorannoho hospodarstva. [Theoretical aspects of the feasibility of developing gluten-free cupcakes enriched with cottage cheese for food service establishments]. *Naukovi pratsi NUKhT [Scientific Works of NUFT]*. Vol. 29, № 1. P. 151–162. doi: 10.24263/2225-2924-2023-29-1-14. [in Ukrainian].
 7. Chorna N., Poliatykyina Yu. (2024). Doslidzhennia kharchovykh vlastyvostei bezghliutenovoho boroshna z zernovykh ta psevdozlakovykh kultur [Study of nutritional properties of gluten-free flour from cereal and pseudocereal crops]. *Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences [Khmelnytskyi National University Herald Technical Sciences]*. № 345(6(2)). P. 74–78. doi: 10.31891/2307-5732-2024-345-6-10. [in Ukrainian].
 8. Sachdev N., Goomer S., Singh, L. R. (2021). Foxtail millet: A potential crop to meet future demand for alternative sustainable protein. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Vol. 101, № 3, P. 831–842. doi: 10.1002/jsfa.10716.
 9. Mancebo C. M., San Miguel M. Á., Martínez M. M., Gómez, M. (2015). Optimisation of rheological properties of gluten-free doughs with HPMC, psyllium and different levels of water. *Journal of Cereal Science*. № 61, P. 8–15. doi: 10.1016/j.jcs.2014.10.005.
 10. Simic M., Žilić S., Šimurina O., Filipčev B., Škrobot, D., Vančetović J. (2018). Effects of anthocyanin-rich popping maize flour on the phenolic profile and the antioxidant capacity of mix-bread and its physical and sensory properties. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, №68, P. 299–308. doi: 10.2478/pjfn-2018-0002.
 11. Park J., Kim H.S. (2023). Rice-based gluten-free foods and technologies: a review. *Foods*. Vol. 12, № 22, P. 4110. doi: 10.3390/foods12224110.
 12. Djeukeu W. A., Assiene J. A., Dongho F. D., Boudjeka V. G., Demasse A. M., Nyangono F., Fongzossie E., Gouado I. (2024). Improving gluten-free bread volume using additives: a review. *Food Chemistry Advances*. Vol. 5. Article 100738. doi: 10.1016/j.focha.2024.100738.
 13. Aunjum S., Paras S., Thingnganing Longvah, Vinod Singh Gour, Shanker Lal Kothari, Yasir Reyaz Shah, Showkat Ganie (2020). Nutritional Composition and Health Benefits of Psyllium (*Plantago ovata*) Husk and Seed. *Nutrition Today*. Vol. 55. №6. P. 313–321. doi: 10.1097/NT.0000000000000450.
 14. DSTU 3781:2014. Pechyvo. Zahalni tekhnichni umovy [Cookies. General specifications]. DP «UkrNDNTs» [SE “Ukrainian Research and Training Center for Standardization, Certification and Quality”]. Kyiv, 2015. 18 p.
 15. Sun D.W. (Ed) (2009). *Infrared spectroscopy for food quality analysis and control*. London: Academic Press. 568 p. doi: 10.1016/B978-0-12-374136-3.X0001-1.
-