

## **ХАРЧОВІ ІНГРЕДІЄНТИ ТА ДОБАВКИ**

УДК 664.68:519.2

DOI <https://doi.org/10.31359/2312.3990.2026.39.1.92>

### **ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЦЕПТУРИ ЗДОБНОГО ПЕЧИВА, ЗБАГАЧЕНОГО ЛОКАЛЬНОЮ СИРОВИНОЮ**

**О.Г. Шидакова-Каменюка, Г.В. Новік, Г.В. Степанькова**

*Представлено результати оптимізації рецептури здобного печива, збагаченого шротом волоського горіха (ШВГ) та олією соняшниковою. З використанням методу неповного факторного експерименту встановлено, що оптимальне дозування ШВГ становить 15,3 % від загальної маси рецептурних компонентів, соняшникової олії – 34,1% від маси маргарину, цукрової пудри – 17,0% від загальної маси рецептурних компонентів. Печиво, виготовлене за оптимізованою рецептурою, перевершує контроль за органолептичними властивостями за рахунок надбання вираженого приємного горіхового присмаку й аромату.*

**Ключові слова:** локальна сировина, печиво, шрот волоського горіха, олія соняшнику, оптимізація, неповний факторний експеримент.

### **OPTIMIZATION OF THE FORMULATION OF BUTTER COOKIES ENRICHED WITH LOCAL RAW MATERIALS**

**O. Shydakova-Kameniuka, A. Novik, G. Stepankova**

*Today, the concept of sustainable development is widely recognized worldwide. In the context of nutrition, sustainable development involves, in particular, the consumption of products that support human health, minimize environmental impact, and are produced with a focus on resource conservation. The use of local raw materials, including various by-products that ensure production circularity, is therefore highly relevant in the manufacture of such products.*

*A promising ingredient for enriching confectionery products, particularly cookies, is regionally available raw material in Ukraine such as sunflower oil and walnut meal. The main objective of using these ingredients in cookie technology is to maximally enrich the final product with physiologically valuable substances. An important aspect of such enrichment is the optimization of formulations to determine the maximum feasible dosage of additives that ensures acceptable product quality.*

*The aim of this study is to optimize the formulation of shortbread butter cookies with the addition of walnut meal (WM) and sunflower oil using mathematical modeling, specifically the method of an incomplete factorial experiment.*

*The results of optimizing the formulation of butter cookies enriched with walnut meal and sunflower oil are presented. A “black box” model of cookie technology was developed, based on which the dosages of walnut meal, sunflower oil, and powdered sugar were selected as variable factors, while the cookie soaking capacity was chosen as the optimization parameter. Using the method of an incomplete factorial experiment, the study was designed and conducted, and based on the obtained results, a mathematical model of the cookie production process with walnut meal and sunflower oil was developed.*

*According to this model, the optimal dosage of walnut meal in the cookie formulation is 15.3% of the total mass of ingredients, sunflower oil – 34.1% of the margarine mass, and powdered sugar – 17.0% of the total mass of ingredients. Cookies produced using the optimized formulation demonstrated superior organoleptic properties compared to the control sample, acquiring a distinct and pleasant nutty taste and aroma.*

**Keywords:** *local raw materials, cookies, walnut meal, sunflower oil, optimization, incomplete factorial experiment.*

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** На сьогоднішній день загальноприйнятою в світі є концепція сталого розвитку. Стосовно харчування сталий розвиток передбачає, зокрема, споживання продуктів, що підтримують здоров'я людини, мінімізують шкідливий вплив на довкілля та виробництво яких орієнтується на зберігання ресурсів [1]. Для виготовлення такої продукції актуальним є використання локальної сировини – це сприяє зниженню вуглецевого сліду (за рахунок скорочення ланцюгів поставок), підтримці регіональної економіки та покращенню простежуваності виробу. Крім того, доцільно робити акцент на вторинну сировину (забезпечення принципу циркулярності) – коли побічні продукти однієї галузі є сировиною для іншої [2]. Переважно вторинна сировина переробної промисловості (наприклад, виноробної, олійної, плодоовочеконсервної та ін.) характеризується високим вмістом фізіологічно значущих речовин (харчових волокон, мінералів та вітамінів, білкових речовин, поліфенольних сполук тощо), що дозволяє за її застосування супутньо вирішувати питання створення функціональної харчової продукції. З огляду на те, що значна частка продукції харчової промисловості припадає на кондитерську галузь, актуальним є впровадження зазначених підходів під час виготовлення кондитерських виробів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Більше 55% українського ринку кондитерської продукції на сьогоднішній день займає сегмент борошняних виробів, в якому лідируючі позиції посідають різноманітні види печива [3]. Для збагачення печива

пропонується внесення різноманітної сировини, локальної для українського регіону.

Традиційною культурою для вітчизняного агрокомплексу є гречка, борошно з якої на сьогодні набуває все більшої популярності як інгредієнт для борошняних виробів не тільки в Україні, а й за кордоном. Зокрема, гречане борошно використовується для створення сумішей для виготовлення безглютенового печива. Зазвичай, основою для безглютенового печива є рисове борошно, але воно характеризується високим вмістом крохмалю. Тому з метою збагачення безглютенових сумішей та відповідно виробів на їх основі практикується часткова заміна рисового борошна альтернативними видами з вищим вмістом корисних нутрієнтів. Так, запропоновано технологію печива на основі суміші борошна солодової гречки та рисового (30 : 70) [4]. Зазначено, що таке печиво характеризується присутністю у складі поліфенольних сполук, що надає йому антиоксидантного потенціалу та сприяє пролонгації термінів придатності до споживання. Позитивним моментом нової технології є також підвищення вмісту білка з високим ступенем засвоюваності, вітамінів, мінеральних речовин та зниження глікемічного індексу. В роботі [5] пропонується використання для виготовлення безглютенового цукрового печива гречаного борошна у суміші з кукурудзяним або картопляним крохмалем (50 : 50 та 50 : 40 відповідно), що дозволяє отримати вироби покращеного нутрієнтного профілю з високими органолептичними характеристиками.

Цінною сировиною для безглютенового печива є соргове борошно, яке також є локальним для України. Крім того, порівняно з гречаним соргове борошно характеризується більш нейтральним смаком, що дозволяє його використовувати самостійно, а не в складі сумішей. Так, авторами [6] запропонована технологія затяжного безглютенового печива на основі соргового борошна. Перевагою розробленої технології є додаткове збагачення такого печива поліненасиченими жирами за рахунок заміни маргарину купажем кукурудзяної та лляної олії (1 : 3), які також мають регіональне походження.

Цінною локальною сировиною, яка набуває все більшого поширення, є амарант. Заміна в рецептурі цукрового печива 50% пшеничного борошна на цільнозернове амарантове дозволяє не лише отримати виріб з оригінальними органолептичними характеристиками, а й забезпечує підвищення біологічної цінності його білкової складової та збагачення скваленом, що володіє вираженими імуномодельючими та антиоксидантними властивостями [7].

Характерним для українського агрокомплексу є вирощування плодово-ягідних та овочевих культур. Переважно, вони є сировиною для вітчизняної плодовоочеконсервної промисловості, зокрема використовуються для виготовлення соків. Однак, сокове виробництво супроводжується утворенням значної кількості відходів у вигляді вичавків, нутрієнтний потенціал яких достатньо високий – вичавки плодів та овочів є джерелом клітковини, вітамінно-мінеральних комплексів, органічних кислот та поліфенолів тощо. Шляхом висушування та подрібнення таких відходів отримуються порошки, що також можуть використовуватися як збагачувальний інгредієнт для печива.

Наприклад, для збагачення пісочного печива пектиновими речовинами та клітковиною рекомендовано замінювати до 20% рецептурного цукру яблучним порошком, що дозволить також знизити цукроємність виробу [8]. Внесення порошку абрикосової м'якоти на заміну 25% пшеничного борошна покращує нутріцевітні властивості печива не тільки за рахунок збагачення пектинами та клітковиною, а й за рахунок збільшення вмісту  $\beta$ -каротину. При цьому продукт набуває приємного кольору та аромату [9]. Схожий ефект отримується за внесення до печива порошку гарбузової м'якоти – рекомендоване дозування становило 5% від загальної кількості сировини [10].

У роботі [11] надано рекомендації щодо використання порошку моркви та порошку гарбуза в технології імбирного печива. Порошок моркви вноситься із заміною 10% борошна та 4% цукру, за внесення порошку гарбуза заміна становить відповідно 15% та 6%. У виробках з добавками знижується глікемічний індекс та покращується пористість.

Перспективними збагачувальними інгредієнтами з локальної сировини є побічні продукти олійної галузі. На сьогодні в Україні на олію переробляється не лише соняшник та кукурудза – збільшується кількість олійних міні-виробництв, які орієнтуються на задовільнення зростаючого попиту на нетрадиційні олії – з насіння гарбуза, льону, волоського горіху, обліпихи, амаранту тощо. Шрот, що залишається, подрібнюється до порошкоподібного стану та широко використовується під час виготовлення різноманітної кондитерської продукції, в тому числі й печива. Відзначено, що внесення суміші шротів соняшнику, сої, льону та волоського горіху в кількості до 20% від маси борошна чинить позитивний вплив на структурно-механічні властивості тіста для пісочного печива та надає готовим виробам приємного смаку та аромату [12]. В роботі [13] рекомендовано внесення до технології здобного печива 10% соняшникового шроту. Шрот насіння гарбуза пропонується

використовувати в кількості 2,76% від маси борошна під час виготовлення цукрового печива [14].

Відомо, що дрібнодисперсні порошкоподібні добавки чинять позитивний вплив на стійкість емульсій (ефект Пікерингу [15]), які є основою для багатьох видів печива, зокрема пісочного. Це може бути передумовою заміни частини твердого жирового компоненту в рецептурі пісочного печива, який відіграє визначну роль в формуванні структурних характеристик готового виробу, рідкими оліями з вищою біологічною цінністю. Так, рекомендовано використання яблучного порошку для отримання стійкої емульсії оливкової олії у воді, якою успішно замінено частину маргарину під час виготовлення пісочного печива. Попередніми дослідженнями [16] встановлено, що стабілізуючу дію на емульсію для пісочного печива чинить шрот волоського горіху, що дозволяє замінити до 30% маргарину у його складі соняшниковою олією [17].

Основною метою використання в технологіях печива різноманітної локальної сировини, в тому числі і вторинної, є максимальне збагачення кінцевого продукту фізіологічно значущими речовинами. Тобто, важливим моментом такого збагачення є оптимізація рецептур з визначенням максимально-можливого дозування добавок, що забезпечує отримання виробу задовільної якості.

Так, недоліком досліджень [4–13] є загальні рекомендації щодо кількості вносимого збагачувального інгредієнта, розроблені на основі виявлення впливу дискретних концентрацій добавок на якість продукції. В той час, як, наприклад, в роботі [14] оптимальна кількість добавки (шроту з насіння гарбуза) в технології печива встановлена методом математичного моделювання, що дає впевненість у релевантності такого дослідження. Зважаючи на це, актуальним є застосування методів математичного моделювання для оптимізації рецептури печива з використанням шроту волоського горіху та соняшnikової олії, базові рекомендації з якої запропоновано у роботах [16, 17].

**Метою статті** є оптимізація рецептури пісочно-виїмкового здобного печива з додаванням шроту волоського горіху (ШВГ) та соняшnikової олії з використанням математичного моделювання, а саме методу неповного факторного експерименту.

Задачі, що необхідно було вирішити в рамках зазначеної мети:

- розробити модель «чорний ящик» технології печива;
- спланувати та провести дослідження з використанням методу неповного факторного експерименту;
- розробити математичну модель технології печива з ШВГ та соняшnikовою олією;

– визначити оптимальні дозування соняшникової олії та ШВГ в рецептурі печива;

– оцінити органолептичні показники якості виробу, виготовленого за оптимізованою рецептурою.

**Матеріали та методи.** Об'єктом досліджень була технологія пісочно-виїмкового здобного печива «Листики». Для виготовлення експериментальних зразків печива використано наступну сировину: борошно пшеничне (гатунок вищий) (ГСТУ 46.004-99), цукор (пудра) (ДСТУ 4623:2023), маргарин (ДСТУ 4463:2005), олія соняшникова рафінована дезодорована (ДСТУ 4492:2017), яйця курячі (за ДСТУ 5028:2008), шрот волоського горіху (ШВГ) (ТУ У 10.4-36997530-003:2012, виробник ТОВ «Елітфіто», м. Івано-Франківськ, Україна), цукор ванільний (за ДСТУ 1009:2005), розпушувачі (ДСТУ 2900:2006).

Олія соняшникова та ШВГ використовувалися на етапі отримання емульсії після попереднього збивання з пластифікованим маргарином. Подальша реалізація технології здійснювалася в традиційний спосіб.

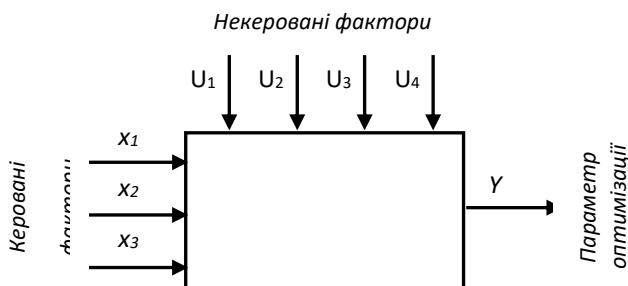
Здатність печива до намокання (намочуваність) визначали відповідно до ДСТУ 5023:2008 за відношенням маси наважки зразку печива після занурення у воду до її маси в сухому стані. Органолептичні показники якості печива оцінювали за ДСТУ 4683:2006.

Для визначення оптимальних дозувань соняшникової олії та ШВГ в технології печива використано метод неповного факторного експерименту зі складанням рівняння регресії і подальшим проведенням оптимізації методом «найменших квадратів» [18]. Для розрахунків застосовано систему прикладних математичних обчислень Mathcad. Отримані експериментальні дані обробляли статистично за методом Фішера–Стьюдента при рівні надійності 0,95 за умов трикратної повторюваності з відтворенням закономірностей у кожному паралельному досліді.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Оптимізація рецептурного складу полягає у встановленні раціонального співвідношення інгредієнтів, яке забезпечує формування продукції з високими показниками якості та їх відповідність вимогам чинної нормативної документації. Важливим інтегральним критерієм оцінювання споживчих властивостей печива є показник намочуваності, який регламентується ДСТУ 3781:2014 (Печиво. Загальні технічні умови) та характеризує здатність виробу до поглинання вологи. Підвищення показнику намочуваності свідчить про покращення структури печива, згідно ДСТУ значення цього показника для здобного печива має бути не

менше 110%. З огляду на це, зазначений показник було обрано як цільову функцію оптимізації ( $Y$ ) (рис. 1).

На підставі результатів попередніх експериментальних досліджень [17] встановлено доцільність варіювання в рецептурі здобного печива вмісту окремих інгредієнтів (керовані фактори, фактори варіювання), а саме: шроту волоського горіху ( $x_1$ ), що впливає на харчову та біологічну цінність виробу; рафінованої соняшникової олії ( $x_2$ ), яка визначає пластичність тіста та текстуру готової продукції; а також цукрової пудри ( $x_3$ ), що бере участь у формуванні структури, смаку та кольору печива.



**Рис. 1. Модель «чорний ящик» технології печива. Керовані фактори:**  $x_1$  – вміст ШВГ,  $x_2$  – вміст соняшникової олії,  $x_3$  – вміст цукрової пудри; **некеровані фактори:**  $U_1$  – вміст інших рецептурних компонентів,  $U_2$  – параметри емульгування,  $U_3$  – параметри тістоприготування,  $U_4$  – параметри випікання; **керовані фактори (параметр оптимізації):**  $Y$  – намочуваність готового печива

Кількість інших рецептурних компонентів ( $U_1$ ) залишалася сталою, відповідно до базової рецептури, а параметри технологічного процесу – зокрема параметри емульгування ( $U_2$ ), замішування тіста ( $U_3$ ) та режими випікання ( $U_4$ ) – не змінювалися та відповідали традиційній технології виробництва печива (некеровані фактори). Це дозволило забезпечити коректність експерименту та оцінити безпосередній вплив варійованих факторів на обраний показник якості.

На початковому етапі планування експерименту було визначено базові (нульові) рівні варіювання досліджуваних факторів, які слугували центральними точками при побудові матриці експерименту (табл. 1).

Таблиця 1

**Рівні факторів варіювання для неповного факторного експерименту**

Рівень фактора варіювання	Фактор варіювання		
	Вміст ШВГ, % від загальної маси рецептурних компонентів $x_1$	Вміст соняшникової олії, % від маси маргарину $x_2$	Вміст цукрової пудри, % від загальної маси рецептурних компонентів $x_3$
Нульовий рівень	15,0	30,0	17,9
Інтервал варіювання	2	5,0	5

Обґрунтування вибору зазначених рівнів базується на результатах попередніх експериментальних досліджень [17], у яких було встановлено раціональні інтервали внесення ШВГ та соняшникової олії з огляду на їх вплив на структурно-механічні та органолептичні показники готового продукту.

Щодо цукрової пудри, за нульовий рівень прийнято її кількість у контрольній рецептурі, що дозволяє коректно порівнювати результати та оцінювати ефект варіювання без спотворення базових властивостей виробу.

Такий підхід до вибору центральних значень факторів забезпечує репрезентативність експерименту, підвищує точність математичного моделювання та дозволяє адекватно оцінити вплив кожного чинника та їх взаємодії на цільовий показник оптимізації.

Внаслідок реалізації матриці експерименту отримано наступні результати (табл. 2).

Таблиця 2

**Результати реалізації матриці експерименту**

№	Рівень фактора варіювання			Намочуваність, %				Дисперсія, S <sup>2</sup>
	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	y <sub>1</sub>	y <sub>2</sub>	y <sub>3</sub>	y <sub>ср</sub>	
1	13	25	12,9	147,4	148,7	147,9	148	0,5
2	17	25	12,9	143,4	147,0	145,1	145,1	3,3
3	13	35	12,9	169,9	172,8	171,3	171,3	2,0
4	17	35	12,9	188,7	188,4	186,2	187,8	1,8
5	13	25	22,9	132,1	134,9	133,5	133,5	1,9
6	9	25	22,9	132,8	130,5	132,9	132,1	1,8
7	13	35	22,9	174,3	170,0	175,4	173,3	8,1
8	9	35	22,9	149,1	149,1	152,6	150,3	4,0
9	15	30	17,9	194,5	192,7	193,6	193,6	0,9
10	11	40	17,9	152,6	151,2	152,4	152,1	0,5
11	11	30	17,9	182,0	185,3	182,3	183,2	3,2
12	9	40	17,9	125,9	125,4	123,2	124,9	2,1

Оцінювання відтворюваності експериментальних результатів здійснювали із застосуванням критерію Кохрена (G<sub>p</sub>), розрахованого на основі дисперсій окремих серій дослідів. Встановлено, що експериментальні значення критерію не перевищують табличного (G<sub>T</sub>): =0,27 (G<sub>p</sub>) < 0,3264 (G<sub>T</sub>). Це свідчить про статистичну однорідність дисперсій і підтверджує достатню відтворюваність експерименту, а також адекватне врахування основних факторів, що впливають на технологічний процес виробництва здобного печива.

Для математичного опису досліджуваного процесу прийнято багатofакторну регресійну модель другого порядку з урахуванням ефектів взаємодії змінних:

$$Y(x_1, x_2, x_3) = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_1^2 + a_5x_2^2 + a_6x_3^2 + a_7x_1x_2 + a_8x_2x_3 + a_9x_1x_3 + a_{10}x_1x_2x_3, \quad (1)$$

де Y(x<sub>1</sub>, x<sub>2</sub>, x<sub>3</sub>) – відгук системи (показник намочуваності печива);

a<sub>0</sub>, a<sub>1</sub> ... a<sub>10</sub> – коефіцієнти регресії, що підлягають визначенню.

Розрахунок коефіцієнтів моделі здійснювали методом найменших квадратів, який передбачає мінімізацію функціоналу відхилень розрахункових значень від експериментальних:

$$J = \sum (Y(x_{1i}, x_{2i}, x_{3i}) - y_{ср i})^2, \quad (2)$$

де  $x_{1i}$ ,  $x_{2i}$ ,  $x_{3i}$  – відповідно вміст ШВГ, соняшникової олії та цукрової пудри для  $i$ -того експерименту;

$U_{cp i}$  – середнє значення показника намочуваності печива.

Процедура мінімізації функціоналу полягала у знаходженні часткових похідних за всіма невідомими коефіцієнтами з подальшим прирівнюванням їх до нуля. У результаті було отримано систему лінійних алгебраїчних рівнянь, які включали одинадцять рівнянь з одинадцятьма невідомими параметрами. Розв'язання цієї системи виконано з використанням програмного пакета Mathcad, що дало змогу визначити числові значення коефіцієнтів та сформуванати аналітичну залежність показника намочуваності від вмісту ШВГ, соняшникової олії та цукрової пудри:

$$y = -767 + 28,3x_1 + 26,7x_2 + 37,9x_3 - 1,01x_1^2 - 0,528x_2^2 - 0,909x_3^2 + 0,408x_1x_2 + 0,0904x_2x_3 - 0,0848x_1x_3 + 0,00576x_1x_2x_3.$$

На наступному етапі було здійснено визначення оптимальних значень показника намочуваності печива, що відповідають максимуму цільової функції (1). З огляду на те, що отримана залежність має вигляд поліноміальної регресійної моделі, пошук екстремуму здійснювали аналітичним методом – шляхом обчислення часткових похідних функції за змінними  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$  і прирівнювання їх до нуля. Це дозволяє сформуванати систему з трьох рівнянь із трьома невідомими, розв'язання якої визначає координати стаціонарної точки.

З метою підвищення точності обчислень і спрощення розв'язання отриманої системи нелінійних рівнянь у роботі використано програмний пакет Mathcad, у якому реалізовано стандартні алгоритми пошуку екстремумів багатофакторних функцій. Застосування чисельних методів дало змогу не лише знайти стаціонарну точку, а й перевірити її характер (максимум цільової функції) з урахуванням впливу квадратичних та інтеракційних членів моделі.

За проведеними розрахунками встановлено оптимальні значення факторів варіювання, за яких досягається максимальне значення показника намочуваності досліджуваного печива (табл. 3).

Таблиця 3

**Результати оптимізації для здобного печива з ШВГ та соняшниковою олією**

Дозування компонента			Значення параметра оптимізації (намочуваність, %)
ШВГ, % від загальної маси рецептурних компонентів	соняшникова олія, % від маси маргарину	цукрова пудра, % від загальної маси рецептурних компонентів	
15,3	34,1	17,0	203

Установлено, що печиво, виготовлене за оптимізованою рецептурою, дещо перевершує контрольний зразок і за органолептичними характеристиками (табл. 4).

Таблиця 4

**Органолептичні характеристики зразків печива, виготовлених за контрольною та оптимізованою рецептурами**

Зразок печива	Показник				
	Форма	Поверхня	Колір	Смак та запах	Вид на зламі
За контрольною рецептурою	Правильна, краї рівні	Гладка, неспідогоріла, без тріщин	Блідо-жовтий	Відповідний, без сторонніх	Пропечене печиво, пористість рівномірна, без відбитків непромішування
За оптимізованою рецептурою		Гладка, неспідогоріла, з незначною кількістю тріщин	Блідо-коричневий	Відповідний, без сторонніх, з приємним горіховим присмаком та ароматом і більш вираженою солодкістю	

Зокрема, не зважаючи на певне затемнення кольору та наявність тріщинок на поверхні, за смаком та ароматом новий виріб перевершує контроль за рахунок надбання вираженого приємного горіхового присмаку та аромату. Крім того, не зважаючи на зниження рецептурної

кількості цукрової пудри нове печиво має дещо солодший смак, що можна пояснити присутністю у складі ШВГ моно- та олігоцукридів.

Таким чином, пісочно-виїмкове печиво з вмістом цукрової пудри 17,0% від загальної маси рецептурних компонентів, ШВГ – 15,3% від загальної маси рецептурних компонентів та соняшникової олії – 34,1% від маси маргарину відповідає нормативним вимогам та може бути рекомендовано до впровадження на підприємствах галузі.

**Висновки.** Проведено оптимізацію рецептури пісочно-виїмкового печива збагаченого локальною для України сировиною – шротом волоського горіху та соняшниковою олією. Зокрема, розроблено модель «чорний ящик» технології печива, на основі якої в якості факторів варіювання обрано дозування ШВГ, соняшникової олії та цукрової пудри, а в якості параметру оптимізації – показник намоцуваності печива.

З використанням методу неповного факторного експерименту сплановано та реалізовано дослідження, на основі результатів яких розроблено математичну модель технології печива з ШВГ та соняшниковою олією.

На основі даної моделі визначено, що оптимальне дозування в технології печива ШВГ становить 15,3% від загальної маси рецептурних компонентів, соняшникової олії – 34,1% від маси маргарину, цукрової пудри – 17,0% від загальної маси рецептурних компонентів.

Печиво, виготовлене за оптимізованою рецептурою, перевершує контроль за окремими органолептичними характеристиками, зокрема, за рахунок надбання вираженого приємного горіхового присмаку та аромату.

Ефективність впровадження результатів досліджень в практику полягає у можливості розширення асортименту здобного печива з покращеними споживчими властивостями за рахунок залучення до його рецептури біологічно цінної локальної сировини – соняшникової олії та шроту волоського горіху.

Перспективними в подальшому є дослідження можливості використання інших видів локальної вторинної сировини олійного виробництва (шроту насіння льону, амаранту тощо) для стабілізації рослинних олій в складі здобного печива з визначенням їх оптимального співвідношення.

#### Список джерел інформації/ References

1. Michel M., Eldridge A. L., Hartmann C., Klassen P., Ingram J., Meijer G. W. Benefits and challenges of food processing in the context of food systems, value chains and sustainable development goals. Trends in Food Science & Technology. 2024. Vol. 153. P. 104703. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2024.104703>

2. Vinkóczy T., Rácz É. H., Koltai J. P. Exploratory analysis of zero waste theory to examine consumer perceptions of sustainability: A Covariance-Based Structural Equation Modeling. *Cleaner Waste Systems*. 2024. Vol. 8. P. 100146. <https://doi.org/10.1016/j.clwas.2024.100146>

3. Мащак Н. М., Третьякова В. В. Дослідження ринку кондитерських виробів України: виклики війни та тенденції розвитку. *Академічні візії*. 2025. Вип. 45. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17012324>

Mashchak, N. M., & Tretiakova, V. V. (2025). Doslidzhennia rynku kondyterskykh vyrobiv Ukrainy: vyklyky viiny ta tendentsii rozvytku. *Akademichni vizii*, 45. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17012324>

4. Kumari S., Singh B., Kaur A. Influence of malted buckwheat, foxtail and proso millet flour incorporation on the physicochemical, protein digestibility and antioxidant properties of gluten-free rice cookies. *Food Chemistry Advances*. 2023. Vol. 3. P. 100557. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100557>

5. Костецька К. В., Герасимчук О. П. Технологія цукрового печива на основі гречаного борошна. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2025. №1. С. 96–103. <https://doi.org/10.32782/2310-0478-2025-1-96-103>

Kostetska, K. V., & Herasymchuk, O. P. (2025). Tekhnolohiia tsukrovoho pechuva na osnovi hrechanoho boroshna. *Visnyk Umanskooho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*, 1, 96–103.

6. Миколенко С. Ю., Козяр Ю. В. Розроблення безглютенового печива на основі нетрадиційних видів борошна. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: технічні науки*. 2018. Т. 29 (68). Ч. 2. № 4. С. 125–130.

Mykolenko, S. Yu., & Koziar, Yu. V. (2018). Rozroblennia bezghliutenovoho pechuva na osnovi netradytsiinykh vydiv boroshna. *Vcheni zapysky TNU imeni V. I. Vernadskoho. Serii: Tekhnichni nauky*, 29(68), 4(2), 125–130.

7. Миколенко С., Захаренко А. Дослідження впливу амарантового та льняного борошна на якість печива. *Технічні науки та технології*. 2021. №1(19). С. 228–240. [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2020-1\(19\)-228-240](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2020-1(19)-228-240)

Mykolenko, S., & Zakharenko, A. (2021). Doslidzhennia vplyvu amarantovoho ta lnianoho boroshna na yakist pechuva. *Tekhnichni nauky ta tekhnolohii*, 1(19), 228–240. [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2020-1\(19\)-228-240](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2020-1(19)-228-240).

8. Голонич М. В., Махінько Л. В. Дослідження можливості використання порошку сублімованих яблук в технології здобного печива. *Інноваційні технології у хлібопекарському виробництві, Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі : матеріали Міжнародних науково-практичних конференцій*. Київ : НУХТ, 2023. С. 107–108. URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/handle/123456789/41189> (дата звернення: 23.03.2026)

Holonych, M. V., & Makhynko, L. V. (2023). Doslidzhennia mozhlyvosti vykorystannia poroshku sublimovanykh yabluk v tekhnolohii zdobnoho pechuva. *Innovatsiini tekhnolohii u khlibopekarskomu vyrobnytstvi, zdobutky ta perspektyvy rozvytku kondyterskoi haluzi* (pp. 107–108). NUKhT. <https://dspace.nuft.edu.ua/handle/123456789/41189> (data zvernennya: 23.03.2026).

9. Nisar A., Jan N., Gull A., Masoodi F. A., Amin T., Bashir O., Wani S. M. Effect of the incorporation of apricot pulp powder on physicochemical, functional, rheological and

nutraceutical properties of wheat flour based cookies. *British Food Journal*. 2021. Vol. 123, Is. 11. P. 3776–3788. <https://doi.org/10.1108/BFJ-11-2020-1000>

10. Любич В. В., Новіков В. В., Железна В. В., Бурляй О. Л. Формування кулінарної якості печива пісочного з додаванням борошна гарбузового. Вісник Львівського торговельно-економічного університету. Технічні науки. 2022. №31. С. 101–106. <https://doi.org/10.36477/2522-1221-2022-31-13>

Liubych, V. V., Novikov, V. V., Zheliezna, V. V., & Burliai, O. L. (2022). Formuvannia kulinarnoi yakosti pechiva pisochnoho z dobavlianniam boroshna harbuзового. *Visnyk Lvivskoho torhovelno-ekonomichnoho universytetu. Tekhnichni nauky*, 31, 101–106. <https://doi.org/10.36477/2522-1221-2022-31-13>

11. Lapytska N., Shklieriev O., Stepankova G., Novik A., Hrevtseva N., Shydakova-Kamenuka O., Brykova T., Gontar T., Gorodyska O., Vasylenko O. Determining the influence of vegetable powders on the formation of ginger cookie quality. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2025. Vol. 3. No. 11(135). P. 6–16. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2025.331105>

12. Михайлик В. С. Визначення структурно-механічних властивостей тіста зі шроту олійних культур. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. 2019. Вип. 19. Т. 4. С. 64–70. <https://doi.org/10.31388/2078-0877-19-1-64-70>

Mykhailik, V. S. (2019). Vyznachennia strukturno-mekhanichnykh vlastyvostei tista zi shrotu oliinykh kultur. *Pratsi Tavriiskoho derzhavnoho ahrotekhnolohichnoho universytetu*, 19(4), 64–70. <https://doi.org/10.31388/2078-0877-19-1-64-70>

13. Дорохович В. В., Гуленко А. М. Визначення впливу шроту насіння соняшника на структурні показники тіста і фізико-хімічні показники здобного печива. Наукові праці НУХТ. 2021. Том 27, № 1. С. 160–167. <https://doi.org/10.24263/2225-2924-2021-27-1-17>

Dorokhovych, V. V., & Hulenko, A. M. (2021). Vyznachennia vplyvu shrotu nasinnia soniashnyka na strukturni pokaznyky tista i fizyko-khimichni pokaznyky zdobnoho pechiva. *Naukovi pratsi NUKhT*, 27(1), 160–167. <https://doi.org/10.24263/2225-2924-2021-27-1-17>

14. Бачинська Я. Формування споживних властивостей цукрового печива за рахунок використання шроту з насіння гарбуза. *Traektoriâ Nauki, Path of Science*. 2018. Vol. 4, № 6. С. 1001–1008. <http://dx.doi.org/10.22178/pos.35-1>

Bachynska, Ya. (2018). Formuvannia spozhyvnykh vlastyvostei tsukrovoho pechiva za rakhunok vykorystanniam shrotu z nasinnia harbuza. *Traektoriâ Nauki, Path of Science*, 4(6), 1001–1008. <http://dx.doi.org/10.22178/pos.35-1>

15. Najari Z., Dokouhaki M., Juliano P., Adhikari B. Advances in the application of protein-polysaccharide-polyphenol ternary complexes for creating and stabilizing Pickering emulsions. *Future Foods*. 2024. №9. P. 100299. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2024.100299>

16. Shydakova-Kamenuka E., Novik A., Zhukov Y., Matsuk Y., Zaparenko A., Babich P., Oliinyk S. Estimation of technological properties of nut meals and their effect on the quality of emulsion for butter biscuits with liquid oils. *Eastern-European*

Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі, 2026. Вип. 1 (39). ISSN: 2312-3990 (Print) 2519-2922 (Online)

Journal of Enterprise Technologies. 2019. Vol. 2. No. 11 (98). P. 56–64. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.159983>.

17. Shydakova-Kamenuka O., Novik A., Rohova A., Bolkhovitina O., Zaparenko A., Prymenko V. Use of walnut meal for quality stabilization of biscuits made with liquid oil. Food Science and Technology. 2025. No. 19(1). P. 16–25. <https://doi.org/10.15673/fst.v19i1.3118>

18. Метод найменших квадратів. URL: [http://www.geol.univ.kiev.ua/lib/zhukov\\_n\\_n/MC\\_5-6.pdf](http://www.geol.univ.kiev.ua/lib/zhukov_n_n/MC_5-6.pdf). (дата звернення: 24.03.2026).

Metod naimenshykh kvadrativ. (n.d.). Retrieved March 24, 2026, from [http://www.geol.univ.kiev.ua/lib/zhukov\\_n\\_n/MC\\_5-6.pdf](http://www.geol.univ.kiev.ua/lib/zhukov_n_n/MC_5-6.pdf). (data zvernennya: 24.03.2026).

**Шидакова-Каменюка Олена Гайдарівна**, канд. техн. наук, доц., доцент кафедри технології хлібопродуктів і кондитерських виробів, Державний біотехнологічний університет, e-mail: [shidakovae@gmail.com](mailto:shidakovae@gmail.com), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8550-7817>

**Shydakova-Kamenuka Olena**, PhD, Associate Professor, Department of bakery and confectionery technology, State Biotechnological University, e-mail: [shidakovae@gmail.com](mailto:shidakovae@gmail.com), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8550-7817>

**Новік Ганна Вікторівна**, канд. техн. наук, доц., доцент кафедри харчових технологій, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, e-mail: [anna.novik.82@ukr.net](mailto:anna.novik.82@ukr.net), ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4045-4878>

**Novik Anna**, PhD, Associate Professor, Department of Food Technologies, Oles Honchar Dnipro National University, e-mail: [anna.novik.82@ukr.net](mailto:anna.novik.82@ukr.net), ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4045-4878>

**Степанькова Галина Вячеславівна**, канд. техн. наук, доц., доцент кафедри технології хлібопродуктів і кондитерських виробів, Державний біотехнологічний університет, e-mail: [stepankova\\_galina@ukr.net](mailto:stepankova_galina@ukr.net), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7969-5671>

**Stepankova Galyna**, PhD, Associate Professor, Department of bakery and confectionery technology, State Biotechnological University, e-mail: [stepankova\\_galina@ukr.net](mailto:stepankova_galina@ukr.net), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7969-5671>

Отримано: 05.04.2026. Прийнято: 23.04.2026. Опубліковано: 18.05.2026.