

**Михайлов Валерій Михайлович**, д-р техн. наук, професор, проректор з наукової роботи, професор кафедри обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв, Державний біотехнологічний університет, vami2209@gmail.com.

**Mykhailov Valeriy**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Vice-rector for Scientific Work, Professor Department of Equipment and Engineering of Processing and Food Production, State Biotechnological University, vami2209@gmail.com.

**Онищенко В'ячеслав Миколайович**, д-р техн. наук, доцент, професор кафедри технології м'яса, Державний біотехнологічний університет, onvm70@gmail.com.

**Onyshchenko Vyacheslav**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of Department of Meat Technology, State Biotechnological University, onvm70@gmail.com.

**Пак Андрій Олегович**, д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри фізики та математики, Державний біотехнологічний університет, pak.andr1980@gmail.com.

**Pak Andrey**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Manager of Department of Physics and Mathematics, State Biotechnological University, pak.andr1980@gmail.com.

УДК 664.681.016.3

DOI: <https://doi.org/10.31359/2312-3990X-2025-37-1-150>

## **ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЦЕПТУРНОГО СКЛАДУ КЕКСІВ, ЗБАГАЧЕНИХ БОРОШНОМ З ЕКСТРУДОВАНОГО ЯДРА НАСІННЯ СОНЯШНИКУ (БЕЯНС)**

**І.В. Цихановська, Т.А. Лазарева, В.В. Євлаш,  
Л.В. Газзаві-Рогозіна, А.А. Гладкоскок**

*Оптимізовано рецептуру й удосконалено технологію борошняного кондитерського виробу – кексів, збагачених борошном з екструдованого ядра насіння соняшнику (БЕЯНС). Під час розробки рецептури підібрано оптимальне співвідношення інгредієнтів, які використовуються для приготування кексів, що підвищило харчову цінність борошняного виробу та надало йому функціональних властивостей. Визначено фізико-хімічні та сенсорні показники готового виробу.*

**Ключові слова:** кекси, борошняні вироби, борошно з екструдованого ядра насіння соняшнику (БЕЯНС), сировина, харчова цінність, рецептура, технологія, вторинні продукти олійної промисловості, стала система агропродовольчої продукції.

## OPTIMIZATION OF THE RECIPE COMPOSITION OF CUPCAKES ENRICHED WITH EXTRUDED SUNFLOWER SEED FLOUR (FESSK)

I. Tsykhanovska, T. Lazarieva, V. Yevlash,  
L. Gazzavi-Rogozina, A. Gladkoskok

*The actual direction in the production of confectionery products from flour is the use of new types of raw materials to improve the quality and nutritional value of confectionery. The flour product is a cupcake that uses local raw materials helps reduce food waste and stability of the AGRO -FOOD ecosystem. Due to the chemical composition of the seeds of extruded sunflower, sunflower seeds are a unique raw materials ingredient containing polyunsaturated fatty acids and a complex of water and fat-soluble vitamins. It is shown that the introduction of flour from the extruded nucleus of sunflower seeds provides, along with increased nutritional value of the formation of the necessary physico-chemical and structural-rocological properties and allows you to attribute a new product to the category of functional. It is established that with a partial replacement of the PLVG by 5.0%; 10.0%; 15.0% FESSK the output of the finished product increases by 4.7%; 4.9%; 5.0% respectively. What can be explained by FESSK stabilizing and moisture capacity. It is established that a partial replacement of PBVG by 5.0 %; 10.0 %; 15.0 % FESSK improves texture and appearance (shape, surface, breaking) of cupcakes at the expense of water and fat-holding capacity of FESSK. The best organoleptic performance has products when replacing PBVG by 10.0 % beans, that is, when the BPVG ratio: FESSK = 90:10. The rational mass fraction of flour from the extruded nucleus of sunflower seeds was determined - 10.0% of the total weight of flour. This new food product has revealed the advantages of consumption compared to similar products that are already on the market.*

**Keywords:** *cupcakes, flour products, flour from extruded sunflower seeds (FESSK), raw materials, nutritional value, recipe, technology, secondary products of the oil industry, system of agro-food products.*

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Кекси є привабливим для українського ринку видом борошняних кондитерських виробів, які мають значний попит у споживачів завдяки привабливому зовнішньому вигляду і приємним смаковим якість. Проте їх суттєвим недоліком є висока калорійність та практично повна відсутність важливих біологічно активних речовин, зокрема незамінних амінокислот, есенціальних жирних кислот, макро- і мікроелементів, природних антиоксидантів, клітковини, вітамінів тощо [1–4]. Харчовий профіль такої продукції потребує значного коригування в напрямку поліпшення хімічного складу; покращення біологічної та харчової цінностей; зниження вмісту цукру, жиру та енергетичної цінності

готових виробів. Нині в харчовій індустрії у контексті циркулярної біоекономіки зростає інтерес до використання недорогих і корисних вторинних продуктів переробки рослинної сировини. Які збагачують нутрієнтний профіль харчових виробів біологічно активними речовинами; частково замінюють борошно, жир чи цукор на корисні інгредієнти; сприяють отриманню екологічно чистих продуктів з високими споживними властивостями [5, 6].

Останні дослідження у сфері нутриціології дозволили встановити взаємозв'язок між вмістом певних нутрієнтів у продуктах і станом здоров'я населення. Це сприяло формуванню нового підходу до харчування, розглядаючи його як засіб профілактики та підтримки лікування різних захворювань. Одним із суттєвих недоліків борошняних кондитерських виробів є майже повна відсутність есенціальних нутрієнтів у їхньому складі. Тому питання підвищення якості, харчової цінності та розширення асортименту таких виробів шляхом збагачення їх незамінними компонентами й функціональними інгредієнтами залишається актуальним.

Борошно з екструдованого ядра насіння соняшника (БЕЯНС) є тонким однорідним порошком з розміром частинок (90–110) мкм, сіруватого кольору, з ніжним смаком і виразним запахом насіння соняшнику, має багатий нутрієнтний склад, володіє стабілізуючими, структуроутворювальними, сорбційними, водо- та жирозв'язувальними, водо- та жиропоглинальними, водо- та жирутримувальними, антиоксидантними, емульгуювальними, геле- та піноутворювальними, бактеріостатичними функціонально-технологічними властивостями, підсилює клейковину, є додатковим джерелом повноцінного білку, покращує та підвищує якість готової продукції [7–10].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У виробництвах харчових виробів збільшується попит на побічні продукти переробки насіння соняшнику – макуха/шрот/борошно, які є цінними харчовими інгредієнтами з багатим хімічним складом та широким діапазоном функціонально-технологічних властивостей [11–16]. Застосування вторинних продуктів переробки насіння соняшнику виграє малим розміром частинок і високим вмістом білка порівняно з побічними продуктами переробки фруктів; вищим показником антиоксидантної активності порівняно з пшеничним борошном [1, 2, 18]. Доведено, що додавання у рецептуру тіста знежиреного соняшникового борошна у кількості 18,0% та 36,0% від маси пшеничного борошна сприяє збільшенню: вмісту білка (35,3% і 50,0% відповідно); загального вмісту фенолів (~42,8% і 85,7% відповідно); антиоксидантної активності

(166,7% і 350,0% відповідно); міцності (в'язкості) тіста; формуванню коричнево-шоколадного кольору готового виробу (кексів) [2]. Введення у рецептуру пісочного печива 10,0% соняшникового шроту покращує сенсорні властивості печива; збільшує: вміст засвоюваного протеїну, водопоглинальну та піноутворювальну здатності соняшnikово-пшеничної суміші [8]. Відзначається позитивний ефект часткової заміни (15,0%, 25,0%, 35,0%) борошна пшеничного борошном соняшnikовим у рецептурі крекєрного печива. Збільшується вміст: сирого протеїну в (1,07–1,19) разів, золи в (4,65–11,6) разів порівняно з контролем (крекєри на 100,0% пшеничному борошні). Покращуються: харчова цінність та сенсорні показники крекєрів (текстура, аромат) [10]. Схожі результати повідомлялися в дослідженнях показників якості та споживних властивостей пшеничного хліба, збагаченого борошном із насіння соняшника [13]. Визначено, що додавання 10,0% і 20,0% соняшnikової макухи в традиційні рецептури чапати та печива сприяє підвищенню: вмісту: клітковини (в 2,52–2,98 і 4,42–7,80 разів відповідно), ліпідів (на 18,71–32,48% і 5,58–20,85% відповідно), білка (на 23,84–50,68% і 44,96–89,92% відповідно); харчової цінності готових борошняних виробів. Коефіцієнт засвоюваності цих борошняних кондитерських виробів становить 89,0% [19]. Кекси з вмістом 15,0% і 30,0% знежиреного борошна насіння соняшника мали: більший вміст протеїну (19,4% і 37,3% відповідно) і мінеральних речовин (23,9% і 47,0% відповідно); менший вміст вуглеводів (1,7% і 4,8% відповідно).

Підвищується питомий об'єм виробу в (1,2–1,3) рази та дисперсність повітряних пухирців в (1,15–1,25) разів; знижується густина тіста в (1,28–1,42) рази та спостерігається незначна втрата еластичних властивостей тіста. З'являється більш насичена забарвленість скоринки та м'якушки: при 15,0% заміні пшеничного борошна знежиреним борошном насіння соняшника скоринка має золотавий колір, м'якушка – жовтий; а при 30,0% скоринка – світло-коричневий, м'якушка – золотаво-коричневий.

Смак та запах кєксів із 15,0% та 30,0% заміною пшеничного борошна знежиреним соняшnikовим борошном приємний, наповнений, солодкий, із відчутним соняшnikовим присмаком та запахом. Оптимальна кількість знежиреного борошна насіння соняшника становить 15,0% [1, 19]. Іншими дослідниками зазначається, що при додаванні в рецептуру здобного печива знежиреного соняшnikового борошна з'являється зелена пігментація під час випікання. Утворення комплексів зеленого кольору спостерігається через взаємодію окисленої хлорогенової кислоти та її похідних з білками насіння соняшнику [16]. Незважаючи на високу антиоксидантну активність,

наявність хлорогенової кислоти в соняшниковому здобному печиві є небажаною за рахунок зеленого ефекту.

Дослідження показали, що наявність підсолоджувачів (цукор), значення рН середовища (особливо  $\text{pH} > 7$ ) і вміст води індують утворення зеленого кольору, що призводить до зниження загальної кількості фенольних сполук, антиоксидантної здатності і флуоресценції триптофану [3, 16]. З іншого боку, додавання соняшникового шроту/макухи/ізоляту в рецептуру здобного печива сприяє покращенню консистенції, пластичності і еластичності соняшnikово-пшеничного тіста порівняно з пшеничним тістом [6, 8]. При використанні соняшnikового шроту/макухи/борошна в борошняних кондитерських виробках очікуються зміна кольору. Проте використання таких інгредієнтів, як какао-порошок або цілнозернове борошно, може замаскувати зміну кольору та дозволяє використовувати корисні вторинні продукти переробки насіння соняшника у борошняних виробках [11]. Відомо, що борошняні вироби, виготовлені з очищеного пшеничного борошна, набагато бідніші за харчовою цінністю та не відповідають належним чином потребам організму у багатьох макро- та мікроелементах [16]. Крім того, в пшеничному білку відсутній баланс незамінних амінокислот – лізину, треоніну та валіну.

Дієтологи вважають важливим включення до щоденного раціону харчування комплексної рослинної їжі, зокрема, насіння, горіхи та цільні зерна. Прийняття дієти, заснованої на використанні цілісних продуктів (наприклад, насіння соняшника та вторинних продуктів його переробки), сприяє збільшенню кількості корисних поживних речовин у щоденному споживанні. Працездатність вторинних ресурсів масложирової промисловості (шрот/макуха/борошно) в інноваційній борошняній продукції обумовлюється багатим хімічним складом, дисперсністю, здатністю коригувати функціональні й технологічні властивості борошняних систем, сприяти створенню функціональної продукції з дієтичними та лікувально-профілактичними властивостями [11, 19].

Нами запропоновано удосконалення технології кексів шляхом використання борошна з екструдованого ядра насіння соняшника (БЕЯНС). БЕЯНС є тонким однорідним порошком з розміром частинок (90–110) мкм, що зумовлює відносну легкість введення його в рецептуру борошняних кондитерських виробів, в яких типовий розмір частинок пшеничного борошна дорівнює  $\leq 200$  мкм (зазвичай  $\sim 100$  мкм). Наприклад, фруктові та овочеві вторинні продукти мають більший розмір частинок, зазвичай менше 1 мм і в межах (400–600) мкм. Більші частинки сприяють збільшенню емульсійних пухирців повітря, що

призводить до зниження стабільності емульсії та, як наслідок, втрати об'єму готового борошняного виробу [1].

БЕЯНС має кремовий колір, з м'яким та ніжним смаком і виразним запахом насіння соняшника. Йому притаманні багатий нутрієнтний склад та низька функціонально-технологічних властивостей (структуруювальні, стабілізуювальні, сорбційні; водо- та жиропоглинальні, водо- та жирозв'язувальні, водо- та жирутримувальні, геле- та піноутворювальні, емульгувальні, антиоксидантні, бактеріостатичні). Що дозволяє інтенсифікувати технологічний процес виробництва і має перспективні технологічні застосування [1, 13, 19]. БЕЯНС є додатковим джерелом повноцінного білку, підсилює клейковину, покращує та підвищує якість готової продукції [13, 19]. Тож дослідження впливу БЕЯНС на показники якості борошняної кондитерської продукції будуть доцільними та корисними у контексті пошуку економічних шляхів підвищення поживної якості борошняних виробів та підвищення рентабельності залишків соняшникового шроту/макухи.

Наразі немає досліджень щодо введення БЕЯНС в рецептуру кексів. Тому метою цього дослідження є оцінка ефекту часткової заміни пшеничного борошна на БЕЯНС у кількості 5,0%; 10,0% і 15,0% на хімічний склад, фізико-хімічні та сенсорні показники кексів.

**Метою статті** є оцінка ефекту часткової заміни пшеничного борошна на БЕЯНС у кількості 5,0%; 10,0% і 15,0% на хімічний склад, фізико-хімічні та сенсорні показники кексів.

**Матеріали та методи.** Базовою для розроблення нового виду кексів обрана традиційна рецептура. Рецептури дослідних зразків кексів з використанням борошна з екструдованого ядра насіння соняшника (БЕЯНС) у кількості 5,0%; 10,0%; 15,0% від маси борошняної суміші у вигляді порошку, наведено у таблиці 1.

Таблиця 1

**Рецептури кексів, виготовлених за традиційною технологією (контроль) та кексів із частковою заміною БПВГ на БЕЯНС**

Найменування сировини	Вміст сухих речовин, %	Витрати сировини в натуральному вигляді на 1000, 0 кг готової продукції (без матеріалів для упаковки), кг			
		Зразок 1 – контроль	Зразок 2 – з 5,0% БЕЯНС	Зразок 3 – з 10,0% БЕЯНС	Зразок 4 – з 15,0% БЕЯНС
Борошно пшеничне вищого гатунку (БПВГ)	85,50	413,36	387,91	362,45	337,00
Борошно з екструдованого ядра насіння соняшнику (БЕЯНС)	91,80	–	25,45	50,91	76,36
Борошно житнє обдирне (БЖО)	85,50	95,71	95,71	95,71	95,71
Цукор білий	99,85	241,74	241,74	241,74	241,74
Мед натуральний	78,00	221,95	221,95	221,95	221,95
Маргарин вершковий	84,00	56,00	56,00	56,00	56,00
Меланж яєчний	27,00	11,70	11,70	11,70	11,70
Розпушувач	85,00	8,78	8,78	8,78	8,78
Какао-порошок	95,00	11,19	11,19	11,19	11,19
Кориця мелена	100,00	3,05	3,05	3,05	3,05
Разом		1062,97	1062,97	1062,97	1062,97
Вихід		1000,00	1047,00	1049,00	1050,00

Тобто БЕЯНС вводили до сухої борошняної суміші під час замішування тіста шляхом часткової заміни борошна пшеничного вищого гатунку (БПВГ) на 5,0%; 10,0%; 15,0% (або 25,45 кг; 50,91 кг; 76,36 кг) БЕЯНС.

Сенсорний аналіз дослідних зразків кексів проводили шляхом експертної оцінки дегустаційною комісією. У процесі виконання експериментальних робіт використовувалися стандартні та загальноприйняті методи дослідження [20, 21]. Вологозв'язувальну здатність (ВЗЗ) борошна і борошняних сумішей визначали методом Ямазакі; набухаючу

здатність (НЗ) – щодо зміни об'єму (до і після набухання) заданої маси борошна; водопоглинальну здатність (ВПЗ) на фарінографі Брабендера згідно ДСТУ 4111.1-2002 (ISO 5530-1: 1 997. MOD); водоутримувальну (ВУЗ) та жирутримувальну здатність (ЖУЗ) центрифугуванням.

Вологість напівфабрикатів для кексів і готової продукції визначали прискореним гравіметричним методом згідно ДСТУ 4910: 2008. Намочуваність, крошливість та розжовуваність визначали згідно ДСТУ 5023: 2008. Масу випечених виробів визначали відповідно до ДСТУ EN 45501:2007.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** З табл. 1 видно, що при частковій заміні БПВГ на 5,0%; 10,0%; 15,0% БЕЯНС вихід готового продукту збільшується на 4,7%; 4,9%; 5,0% відповідно. Що можна пояснити стабілізуювальною та вологоутримувальною здатністю БЕЯНС.

При розробці рецептури кексів з додаванням БЕЯНС визначається найбільш оптимальне дозування БЕЯНС для отримання готових виробів з поліпшеними сенсорними показниками та споживними властивостями. Сенсорний аналіз дослідних зразків кексів проводили шляхом експертної оцінки дегустаційною комісією. Результати бальної оцінки наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

**Сенсорна оцінка кексів у балах**

Найменування показника, бали	Дослідні зразки кексів			
	Зразок 1 – контроль	Зразок 2 – з 5,0% БЕЯНС	Зразок 3 – з 10,0% БЕЯНС	Зразок 4 – з 15,0% БЕЯНС
Смак	4,9±0,1	4,9±0,1	5,0±0,1	5,0±0,1
Запах	4,9±0,1	4,9±0,1	5,0±0,1	5,0±0,1
Колір	4,9±0,1	4,9±0,1	5,0±0,1	4,9±0,1
Вигляд на зламі (пористість)	4,5±0,1	4,9±0,1	5,0±0,1	5,0±0,1
Зовнішній вигляд (поверхня, форма)	4,6±0,1	4,9±0,1	5,0±0,1	5,0±0,1

Проведений факторний аналіз для різних показників демонструє наявність досить яскраво вираженого максимуму при зміні вмісту БЕЯНС.

Окремі залежності по окремому показнику  $P_i$  можна апроксимувати поліномом в залежності від вмісту ( $C_i$ ) БЕЯНС:

$$P_i = a_{0i} + a_{1i} \cdot C + a_{2i} \cdot C^2 + a_{3i} \cdot C^3.$$

Невідомі коефіцієнти  $a_{0i}$ ,  $a_{1i}$ ,  $a_{2i}$ ,  $a_{3i}$  можна знайти, використовуючи окремі значення показників, одержані для різного вмісту БЕЯНС:

$$\begin{cases} a_{0i} + a_{1i} \cdot C_1 + a_{2i} \cdot C_1^2 + a_{3i} \cdot C_1^3 = P_{i1} \\ a_{0i} + a_{1i} \cdot C_2 + a_{2i} \cdot C_2^2 + a_{3i} \cdot C_2^3 = P_{i2} \\ a_{0i} + a_{1i} \cdot C_3 + a_{2i} \cdot C_3^2 + a_{3i} \cdot C_3^3 = P_{i3} \\ a_{0i} + a_{1i} \cdot C_4 + a_{2i} \cdot C_4^2 + a_{3i} \cdot C_4^3 = P_{i4} \end{cases}$$

Розв'язок рівнянь дає значення коефіцієнтів.

Таблиця 3

**Показники апроксимаційної функції**

№	Найменування показника, бали	Дослідні зразки кексів			
		$a_{0i}$	$a_{1i}$	$a_{2i}$	$a_{3i}$
1	Смак	4,83	$2,333 \cdot 10^{-3}$	$3,2 \cdot 10^{-3}$	$-1,733 \cdot 10^{-4}$
2	Запах	4,87	-0,012	$4,8 \cdot 10^{-3}$	$-2,267 \cdot 10^{-4}$
3	Колір	4,87	-0,019	$6,8 \cdot 10^{-3}$	$-3,6 \cdot 10^{-4}$
4	Вигляд на зламі (пористість)	4,5	0,12	$-9 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-4}$
5	Зовнішній вигляд (поверхня, форма)	4,6	0,084	$-5,2 \cdot 10^{-3}$	$8 \cdot 10^{-5}$

Апроксимаційні криві згідно знайдених коефіцієнтів наведені на рис. 1.

Графіки (рис. 1) додатково підтверджують наявність максимуму для всіх показників. Для окремого показника положення максимуму можна знайти з умови рівності нулю похідної:

$$\frac{dP_i}{dC} = a_{1i} + 2 \cdot a_{2i} \cdot C + 3 \cdot a_{3i} \cdot C^2 = 0.$$

Розв'язок квадратного рівняння дає значення оптимального співвідношення для одержання максимального значення показника.

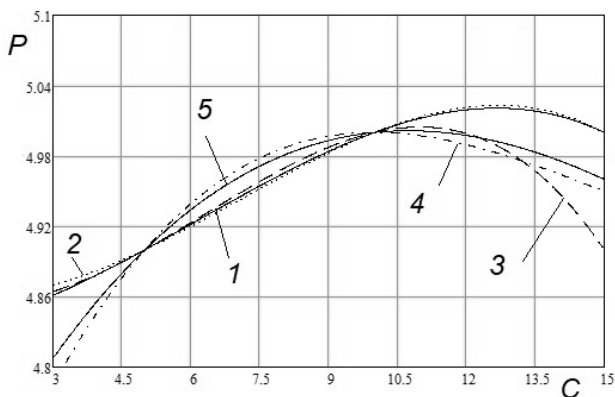


Рис. 1. Залежність показників якості від вмісту БЕЯНС

Оптимальні значення вмісту для різних показників наведені в таблиці 4.

Таблиця 4

**Оптимальний вміст і вагові коефіцієнти для показників якості**

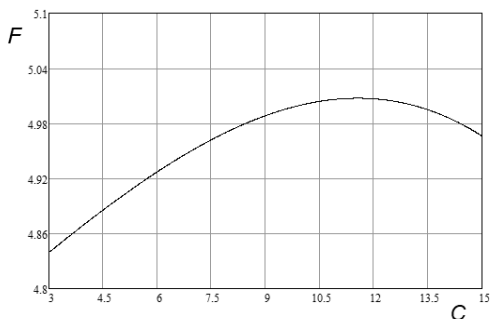
№	Найменування показника, бали	$C_{opt}$	K
1	Смак	12,66	0,23
2	Запах	12,69	0,22
3	Колір	10,99	0,17
4	Вигляд на зламі (пористість)	10,00	0,17
5	Зовнішній вигляд (поверхня, форма)	10,74	0,21

Таким чином, раціональні значення вмісту БЕЯНС знаходяться в межах 10–13%. Цільова функція якості, яка враховує всі показники буде мати вигляд

$$F = \sum_{i=1}^5 K_i \cdot P_i,$$

де  $K_i$  – вагові коефіцієнти показників якості.

Проведення експертної оцінки дозволило визначити коефіцієнти для даного виду продукції. Значення коефіцієнтів наведені в таблиці 4. Зовнішній вигляд цільової функції наведений на рис. 2.



**Рис. 2.** Залежність цільової функції від вмісту БЕЯНС

Похідна від цієї функції дає оптимальне значення вмісту, що забезпечує максимальну якість продукції  $C_{opt}=11.56\%$ .

У таблиці 5 наведено аналіз сенсорних показників кексів.

Таблиця 5

**Сенсорні показники кексів**

Найменування показника	Дослідні зразки кексів			
	Зразок 1 – контроль	Зразок 2 – з 5,0% БЕЯНС	Зразок 3 – з 10,0% БЕЯНС	Зразок 4 – з 15,0% БЕЯНС
1	2	3	4	5
Смак	Приємний, властивий виробу	Приємний, властивий виробу з горіховим смаком	Приємний, властивий виробу з вираженим приємним горіховим смаком	Приємний, властивий виробу з вираженим приємним горіховим смаком
Запах	Приємний, властивий виробу	Приємний, властивий виробу з горіховим ароматом	Приємний, властивий виробу з вираженим приємним горіховим ароматом	Приємний, властивий виробу з вираженим приємним горіховим ароматом

Продовження табл. 5

1	2	3	4	5
Колір	Світло-коричневого	Світло-коричневого	Від світло-коричневого до коричневого	Темно-коричневого
Вигляд на зламі (пористість)	Консистенція – невеликі пори; вигляд на зламі – достатньо рівномірна структура	Консистенція – дрібнопориста, еластична; вигляд на зламі – рівномірна структура	Консистенція – дрібнопориста, еластична, ніжна; вигляд на зламі – дрібнопориста рівномірна структура	Консистенція – дрібнопориста, еластична, ніжна; вигляд на зламі – дрібнопориста рівномірна структура
Зовнішній вигляд (поверхня, форма)	Кругла частково здеформована форма; поверхня без напливів, невеликі тріщини	Кругла, з випуклою поверхнею форма; поверхня без тріщин та напливів	Кругла, правильна, з випуклою поверхнею форма; поверхня без тріщин та напливів	Кругла, правильна, з випуклою поверхнею форма; поверхня без тріщин та напливів

Встановлено (табл. 2 та 5), що часткова заміна БПВГ на 5,0 %; 10,0 %; 15,0 % БЕЯНС покращує текстуру та зовнішній вигляд (форму, поверхню, вид на зламі) кексів за рахунок водо- та жирутримувальної здатності БЕЯНС. Причому при виробництві кексів з частковою заміною БПВГ на 5,0 % БЕЯНС показники якості виробів порівняно з контролем майже не зазнали змін, а при заміні БПВГ на 15,0 % БЕЯНС текстура виробів стає суховатою і крихкою.

Найкращі органолептичні показники мають вироби при заміні БПВГ на 10,0 % БЕЯНС, тобто при співвідношенні БПВГ : БЕЯНС = 90:10 (рис. 1). При цьому зберігається текстура; вироби набувають

приємного горіхового присмаку; покращуються: зовнішній вигляд – правильна, з випуклою поверхнею форма; поверхня без тріщин; консистенція – дрібнопориста, еластична, ніжна, а вигляд на зламі – дрібнопориста рівномірна структура.

Кращий результат було отримано при масовій частці БЕЯНС 10,0 % від кількості борошняної суміші.

*Споживні властивості кексів.* Експериментально визначено, що кекси з частковою заміною БПВГ на 5,0 %; 10,0 %; 15,0 % БЕЯНС мають кращі споживні властивості порівняно з кексами, виготовленими за традиційною технологією (табл. 6).

Таблиця 6

**Споживні властивості кексів**

Найменування показника	Дослідні зразки кексів			
	Зразок 1 – контроль	Зразок 2 – з 5,0% БЕЯНС	Зразок 3 – з 10,0% БЕЯНС	Зразок 4 – з 15,0% БЕЯНС
Намочуваність, %	138,0±6,7	145,0±6,9	150,0±7,0	151,0±7,0
Кришливість, %	1,75±0,07	1,15±0,04	0,95±0,02	0,87±0,02
Масова частка вологи, %	17,55±0,7	19,05±0,6	20,45±0,6	20,95±0,6

Із табл. 6 видно, що внесення БЕЯНС порівняно з контролем збільшує: намочуваність на 11,5...12,5 % (за рахунок водозв'язувальної та водоутримувальної здатності БЕЯНС) та вологовміст в 1,09...1,19 раза (це пов'язано зі зв'язуванням води молекулами біополімерів БЕЯНС та зменшенням концентраційного переміщення вологи з шарів центральної частини тістових заготовок до шарів з меншим вмістом вологи, тобто до скоринки, під час випікання). Така тенденція позитивно вплине на стабільність показників якості кексів у процесі зберігання. Кришливість порівняно з контролем зменшується в 1,52...2,01 раза порівняно з контролем (за рахунок водоутримувальної та стабілізуючої здатності частинок БЕЯНС). Це також сприяє подовженню терміну збереження свіжості готових виробів.

**Висновки.** Виходячи з отриманих даних, слід зробити висновок, що найкращі споживні властивості кексів, збагачених БЕЯНС, порівняно з кексами, виготовленими за традиційною технологією, було

отримано при масовій частці БЕЯНС 10,0 % від кількості борошняної суміші.

### Список джерел інформації / References

1. Grasso S, Liu S & Methven L (2020) Quality of muffins enriched with upcycled defatted sunflower seed flour. *LWT – Food Science and Technology* 119: 108893. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108893>
2. Grasso S, Omoarukhe E, Wen X, Papoutsis K, & Methven L (2019) The use of upcycled defatted sunflower seed flour as a functional ingredient in biscuits. *Foods* 8(8): 305–316. <https://doi.org/10.3390/foods8080305>
3. Kovalchuk K, Ozimok H, Mariychuk R, Gyrka O, Bodak M, Palko N, Davydovych O, Tkachenko A, & Guba L (2019) Studying consumer properties of the developed cupcakes using non-traditional raw materials. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies* 4(11), (100): 36–45. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.174828>
4. Dziuba NA (2018) Rozrobka retseptury syrnoho mafinu "Snowball". *Prohresyvni tekhnika ta tekhnolohii kharchovykh vyrobnytstv restorannoho hospodarstva i torhivli. Kharkivskiy derzhavnyi universytet kharchuvannia ta torhivli* 2(28): 80–89. <https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/444>
5. Kuchtova V, Karovicova J, Kohajdová Z, Minarovicova L, Kimlickova V (2016) Effects of white grape preparation on sensory quality of cookies. *Acta Chim Slovaca* 9(2): 84–88. <https://doi.org/10.1515/acs-2016-001>
6. Filho JGO & Egea MB (2021) Sunflower seed byproduct and its fractions for food application: An attempt to improve the sustainability of the oil process. *J Food Sci* 86: 1497–1510. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15719>
7. Evlash, V., Tovma, L., Tsykhanovska, I., Gaprindashvili, N. (2019). Book Chapter: Innovative technology of the scoured core of the sunflower seeds after oil expression for the bread quality increasing. *Modern Development Paths of Agricultural Production: Trends and Innovations*, 665–679. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-14918-5\\_65](https://doi.org/10.1007/978-3-030-14918-5_65)
8. Tsykhanovska, I., Yevlash, V., Tovma, L., Adamczyk, G., Alexandrov, A., Lazarieva, T., & Blahyi, O. (2023). Flour from sunflower seed kernels in the production of flour confectionery. In O. Stabnikova, O. Shevchenko, V. Stabnikov, & O. Paredes-López (Eds.), *Bioconversion of waste to value-added products*, 129-167. CRC Press, Boca Raton, London. <https://doi.org/10.1201/9781003329671-5>
9. Tsykhanovska, I., Tovma, L., Lazarieva, T., Blahyi, O., Alexandrov, A., Rikunov, M., Kaplun, S., Rikunov, O., Smahin, O. Improving the quality of rye-wheat bread enriched with flour from extruded kernels of sunflower seeds for food supplies to military personnel. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2023, 1/11, (121), pp. 50–59. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.273933>
10. Tsykhanovska, I., Tovma, L., Lazarieva, T., Yevlash V., Alexandrov A., Riabchykov M., Svidlo K. Development of technology of crackers wuth increased food value to improve the food supply to military servants during a special period. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2023, 2/11, (122), pp. 24–37. <https://doi.org/10.15587/1729-4061>

11. Adeleke BS & Babalola OO (2020) Oilseed crop sunflower (*Helianthus annuus*) as a source of food: Nutritional and health benefits *Food Sci Nutr* 8: 4666–4684. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1783>.

12. Akkaya MR (2018) Fatty acid compositions of sunflowers (*Helianthus annuus* L.) grown in east Mediterranean region. *Rivista Italiana Delle Sostanze Grasse XCV*(4): 239–247.

13. Alexandrino TD, Ferrari RA, Oliveira LM, Ormenese RSC, Pacheco MTB (2017) Fractioning of the sunflower flour components: Physical, chemical and nutritional evaluation of the fractions. *LWT - Food Science and Technology* 84: 426–432. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.05.062>

14. Dabbour M, He R, Ma H, Musa A (2018) Optimization of ultrasound assisted extraction of protein from sunflower meal and its physicochemical and functional properties. *Journal of Food Process Engineering* 41(5): 12799. <https://doi.org/10.1111/jfpe.12799>

15. Petraru A, Ursachi F, Amariei S (2021) Nutritional Characteristics Assessment of Sunflower Seeds, Oil and Cake. Perspective of Using Sunflower Oilcakes as a Functional Ingredient. *Plants* 10: 2487. <https://doi.org/10.3390/plants10112487>

16. Slabi SA, Mathe C, Basselin M, Framboisier X, Ndiaye M, Galet O, Kapel R (2020) Multi-objective optimization of solid/liquid extraction of total sunflower proteins from cold press meal. *Food Chemistry* 317: 126423. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126423>

17. Tsykhanovska I, Yevlash V, Tovma L, Adamczyk G, Alexandrov A, Lazarieta T, & Blahyi O (2023) Flour from sunflower seed kernels in the production of flour confectionery. In O Stabnikova, O Shevchenko, V Stabnikov, & O Paredes-López (Eds). *Bioconversion of waste to value-added products*. CRC Press, Boca Raton, London: 129–167. <https://doi.org/10.1201/9781003329671-5>.

18. Heo Y, Kim MJ, Lee JW, Moon B (2019) Muffins enriched with dietary fiber from kimchi by-product: Baking properties, physical–chemical properties, and consumer acceptance. *Food Science & Nutrition* 7(5): 1778–1785. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1020>

19. Manchuliantsau A, & Tkacheva A (2019). Upcycling solid food wastes and by-products into human consumption products. Google Patents

20. Tsykhanovska I, Stabnikova O, Riabchykov M, Lazarieta T & Korolyova N (2024). Effect of Partial Replacement of Wheat Flour by Flour from Extruded Sunflower Seed Kernels on Muffins Quality. *Plant Foods for Human Nutrition*, Volume 79, pages 769–778, <https://doi.org/10.1007/s11130-024-01232-4>.

21. ДСТУ 4910:2008. Вироби кондитерські. Методи визначення масових часток вологи та сухих речовин. Взамен ГОСТ 5900-73 ; введ. 2009-01-01. К. : Держспоживстандарт України, 2008. 14 с.

DSTU 4910:2008. Vyroby kondyterski. Metody vyznachennia masovykh chastok volohy ta suchykh rechovyn. Vzamen HOST 5900-73 ; vved. 2009-01-01. K. : Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2008. 14 s.

22. Методичний посібник з реологічних методів дослідження сировини та харчових продуктів, автоматизація розрахунків реологічних характеристик / [П. П. Пивоваров, М. І. Погожих, В. В. Полевич та ін.]. Харків : ХДУХТ, 2006. 150 с.

Metodychny posibnyk z reolohichnykh metodiv doslidzhennia syrovyny ta kharchovykh produktiv, avtomatyzatsiia rozrakhunkiv reolohichnykh kharakterystyk / [P. P. Pyovarov, M. I. Pohozhyk, V. V. Polevych ta in.]. Kharkiv : KhDUKht, 2006. 150 s.

**Цихановська Ірина Василівна**, д-р техн. наук, проф., кафедра харчових технологій легкої промисловості і дизайну, Навчально-науковий інститут «Українська інженерно-педагогічна академія» Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна, +380956175989, cikhanovskaja@gmail.com.

**Tsykhanovska Iryna**, Doctor of technical sciences, professor, Department of food technology, light industry and design, Educational and Scientific Institute "Ukrainian Engineering and Pedagogical Academy" of V.N. Karazin Kharkiv National University, +380956175989, cikhanovskaja@gmail.com.

**Лазарева Тетяна Анатоліївна**, д-р пед. наук, проф., кафедра харчових технологій легкої промисловості і дизайну, Навчально-науковий інститут «Українська інженерно-педагогічна академія» Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна, +380667484293, lazareva\_t.a@ukr.net.

**Lazareva Tetiana**, Doctor of pedagogical sciences, professor, Department of food technology, light industry and design, Educational and Scientific Institute "Ukrainian Engineering and Pedagogical Academy" of V.N. Karazin Kharkiv National University, +380667484293, lazareva\_t.a@ukr.net.

**Гладкоскок Анастасія Андріївна**, магістр, кафедра харчових технологій легкої промисловості і дизайну, Навчально-науковий інститут «Українська інженерно-педагогічна академія» Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна, +380985537948, gladkoskokanastasia@gmail.com.

**Gladkoskok Anastasiia**, master's degree, Department of food technology, light industry and design, Educational and Scientific Institute "Ukrainian Engineering and Pedagogical Academy" of V.N. Karazin Kharkiv National University, +380985537948, gladkoskokanastasia@gmail.com.

**Євлаш Вікторія Владленівна**, д-р техн. наук, проф., кафедра хімії, біохімії, мікробіології та гігієни харчування, Державний біотехнологічний університет, +380677275477, evlashvv@gmail.com.

**Yevlash Viktoriia**, Doktor of technical sciences, Professor, Department of Chemistry, Biochemistry, Microbiology and Nutrition Hygiene, State Biotechnology University, +380677275477, evlashvv@gmail.com.

**Газзаві-Рогозіна Людмила Вікторівна**, канд. с.-г. наук, доц., кафедра хімії, біохімії, мікробіології та гігієни харчування, Державний біотехнологічний університет, +380972143881, gazzavi@ukr.net.

**Gazzavi-Rogozina Liudmyla**, PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor, Department of Chemistry, Biochemistry, Microbiology and Nutrition Hygiene, State Biotechnology University, +380972143881, gazzavi@ukr.net.