

КОБАСА ІГОР

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

<https://orcid.org/0000-0002-5184-468X>e-mail: I.Kobasa@chnu.edu.ua**ВОРОБЕЦЬ МАРІЯ**

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

<https://orcid.org/0000-0003-0474-738X>e-mail: m.vorobets@chnu.edu.ua

ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ХЛІБА ПШЕНИЧНОГО, ЗБАГАЧЕНОГО БОРОШНОМ КУНЖУТУ

Робота присвячена дослідженню можливості використання борошна кунжуту як функціональної добавки до рецептурного складу хліба пшеничного. На основі результатів дослідження органолептичних і фізико-хімічних показників зразків хліба пшеничного, які містять 5, 10 і 15 % (мас.) кунжутного борошна, показано, що заміна пшеничного борошна на кунжутне поліпшує смак, аромат, стан поверхні виробів, колір скоринки, пористість та еластичність м'якушки. Установлено оптимальну масову частку внесення домішки до рецептурного складу хліба пшеничного, що дорівнює 10 % (мас.). З метою оцінювання стану та поведінки тіста під час замішування, з'ясування його еластичності та пружності проведено реологічні дослідження. Показано, що найбільша швидкість відновлення структури заготовки тіста спостерігається для зразка з вмістом кунжутного борошна 15 % (мас.).

Ключові слова: хліб пшеничний, борошно кунжуту, органолептичні показники, фізико-хімічні характеристики.

KOBASA IGOR, VOROBETS MARIA

Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University

FORMATION OF THE QUALITY OF WHEAT BREAD ENRICHED WITH SESAME FLOUR

The work is devoted to the study of the possibility of using sesame flour as a functional additive to the recipe composition of wheat bread. Based on the results of the study of organoleptic and physicochemical indicators of wheat bread samples containing 5, 10 and 15 % (wt.) of sesame flour, it is shown that replacing wheat flour with sesame flour improves the surface condition, the color of the crust and crumb, its porosity, elasticity, taste and aroma. The optimal mass fraction of the studied additive to the recipe composition of wheat bread was established, which is 10 % (wt.). Such a sample showed better overall acceptability compared to others, as well as to a sample of a standard product in the combined evaluation pattern test. It was found that the addition of sesame flour increases the acidity of wheat bread compared to the control sample by 0.6–0.8 degrees, which is probably due to the presence of a significant amount of unsaturated fatty acids in sesame. In order to assess the state and behavior of the dough during kneading, to determine its extensibility, elasticity and resilience, rheological studies were conducted - to establish the dependence of the viscosity of dough samples on the shear rate. It was shown that the most unstable is the dough sample based on wheat flour, which contains 5.0 % (wt.) sesame flour. The destroyed structure of such a dough sample is restored slowly and occurs in an incomplete volume. The highest rate of restoration of the dough sample structure is observed for the sample with a sesame flour content of 15 % (wt.). Based on the obtained data and representative studies of organoleptic indicators, wheat bread containing 10% (wt.) sesame flour can be recommended to consumers as a functional food product that allows enriching the body with unsaturated fatty acids, vitamins, minerals, and dietary fiber.

Keywords: wheat bread, sesame flour, organoleptic indicators, physicochemical characteristics.

Постановка проблеми

Хліб – незамінний у харчуванні людини продукт, якому віддають перевагу завдяки його споживчим властивостям. Проте, пшеничний хліб не достатньо збалансований за кількістю життєво необхідних амінокислот, вітамінів, мінеральних речовин, клітковини тощо. Щоб підвищити поживну цінність і розширити асортимент оздоровчих хлібобулочних виробів, у рецептурі хліба пшеничного використовують нетрадиційні добавки рослинної сировини або продуктів її переробки. Перспективним функціональним інгредієнтом для збільшення харчової цінності хлібобулочних виробів є насіння кунжуту, яке в своєму складі містить велику кількість ненасичених жирних кислот, збалансованих за амінокислотним складом білків, вітамінів (А, В1, В2, РР і Е), мінеральних речовин (Кальцій, Ферум, Калій, Магній, Фосфор), харчових волокон; володіє антиоксидантними та протизапальними властивостями. За складом і ступенем збагачення насіння кунжуту заслуговує на дослідження можливості використання його як добавки в хлібобулочних виробках з метою забезпечення останніх відносно недорогим джерелом біологічно активних речовин, поліпшення їх органолептичних і фізико-хімічних показників. Наразі проведено недостатньо досліджень щодо використання борошна кунжуту в рецептурному складі хліба пшеничного. Заміна частки пшеничного борошна на кунжутне може слугувати практичним підходом до збільшення виробництва хлібобулочних виробів функціонального призначення. У роботі з'ясовано вплив добавки борошна кунжуту на органолептичні та фізико-хімічні властивості хліба пшеничного, яку застосували з метою формування якості виробу.

Аналіз останніх досліджень

Використання у виробництві хлібобулочних виробів нетрадиційної рослинної сировини у вигляді природних харчових добавок – один із можливих шляхів створення продукту функціонального призначення з поліпшеними органолептичними та фізико-хімічними характеристиками [1–5].

Формування якості хліба пшеничного та надання йому необхідних функціональних властивостей можна здійснити шляхом уведення в рецептурний склад добавок бобових культур [6], гречки [7, 8], продуктів переробки гречки (лузги гречаної) [9], плодів шипшини [10], виноградних вичавок [11], ківі, топінамбуру [12], кунжутного борошна [13–15]. Така сировина містить не тільки легкоасвоєвані протеїни, вітаміни, ненасичені жирні кислоти, мікро- та макроелементи, харчові волокна, інші поживні речовини [5–7], а й дозволяє поліпшити реологічні властивості тіста, структуру пористості м'якушки хліба, його смак та аромат [10, 13, 14].

Установлено, що до складу рецептурних компонентів хліба пшеничного доцільно включати борошно кунжуту у кількості до 10 % (мас.) від загальної маси борошна. Продукт із додаванням борошна кунжуту ліпше задовольняє потребу організму людини в білках – у середньому на 7 %, в тому числі в незамінних амінокислотах, забезпечує організм більшою кількістю жиру з переважаючим вмістом ненасичених жирних кислот, таких як кислоти ω -6 і ω -9 та в мінеральних речовинах, зокрема Кальцію і Магнію – на 26 % і 30 % відповідно [13]. Внесення в пшеничне тісто борошна кунжуту з масовою часткою 5 % демонструє найкращі пластичні властивості та загальну сенсорну прийнятність [14].

Показано [15], що заміна пшеничного на кунжутне борошно до 30 % (мас.) поліпшує фізичні властивості хліба, збільшуючи об'єм буханки на 25–56 % та його масу на 4,8–10,5 %. Крім того, вміст білка, жиру, клітковини, золи та мінеральних елементів у композитному хлібі збільшується, а вміст вуглеводів і вологи зменшується. Додавання борошна кунжуту у хлібопекарську продукцію дозволяє поліпшувати фізико-хімічні та сенсорні характеристики, а також збагатити продукт мінеральними речовинами й харчовими волокнами [16]. Отже, використання борошна насіння кунжуту як рослинної добавки до хліба пшеничного засвідчує доцільність проведення досліджень щодо можливості його застосування для створення функціональних хлібобулочних виробів.

Мета роботи – формування якості хліба пшеничного з додаванням різної масової частки добавки борошна кунжуту.

Виклад основного матеріалу

Як харчову добавку до хліба пшеничного використовували борошно кунжуту, отримане подрібненням насіння кунжуту, прожареного за температури 65–70 °С протягом 6–7 хв, до середнього розміру частинок 46,8 мкм. З метою оцінювання якості хліба пшеничного з додаванням борошна кунжуту та встановлення раціонального вмісту добавки, проведено пробне лабораторне випікання. Тісто готували за класичною технологією з борошна першого гатунку із 5, 10, і 15 % (мас.) борошна кунжуту від загальної маси борошна. Контролем слугував зразок без борошна кунжуту, приготований за рецептурним складом, наведеним в табл. 1.

Органолептичну оцінку якості зразків хліба пшеничного (як контрольного, так і з добавкою борошна кунжуту) проводили згідно з ДСТУ-П 8536:2015, фізико-хімічні показники (кислотність, пористість, вологість) – ДСТУ 7517:2014.

Таблиця 1

Рецептурний склад контрольного та досліджуваних зразків хліба пшеничного з добавкою борошна кунжуту

Рецептурний компонент, г	Зразок			
	Контроль	№1	№2	№3
Борошно пшеничне	100,0	95,0	90,0	85,0
Цукор	5,0	5,0	5,0	5,0
Сіль кам'яна	1,4	1,4	1,4	1,4
Дріжджі пресовані	1,5	1,5	1,5	1,5
Вода	100,0	100,0	100,0	100,0
Борошно кунжуту	0	5,0	10,0	15,0

Тривалість бродіння тіста всіх зразків становила 180 хв, після чого його піддавали розділенню. Заготовки витримували 50 хв і випікали протягом 30 хв за температури 230 °С. Результати визначення органолептичних і фізико-хімічних показників якості хліба подані в табл. 2.

Експертна оцінка зразків хліба показала, що додавання борошна кунжуту не впливає на форму виробів, але поліпшує стан поверхні, колір скоринки та м'якушки, її еластичність, смак і аромат. Колір скоринки набуває темнішого відтінку зі зростанням вмісту кунжутного борошна. Це можна пояснити наявністю білкових компонентів і продуктів їх розпаду у борошні кунжуту, які вступають у взаємодію з відновлювальними цукрами з утворенням меланоїдів, що позитивно впливає на зміну кольору, посилює аромат і поліпшує смак виробів. М'якушка пружна, еластична, рівномірно пориста, що ймовірно, зумовлено наявністю жирних компонентів борошна кунжуту [13]. Установлено, що за вмісту борошна кунжуту у рецептурному складі хліба пшеничного більше 15 % (мас.) продукти мають занадто інтенсивний смак та аромат кунжуту.

Аналіз отриманих результатів визначення фізико-хімічних показників (кислотність, пористість, вологість) показав, що добавка борошна кунжуту збільшує кислотність хліба порівняно з контрольним зразком на 0,6–0,8 °, що зумовлено наявністю в кунжуті значної кількості ненасичених жирних кислот [17].

Органолептичні та фізико-хімічні показники зразків хліба пшеничного з добавкою борошна кунжуту

Показник	Зразки, вміст борошна кунжуту, мас. % від борошна пшеничного			
	Контроль, без добавки	№ 1, 5 мас. %	№ 2, 10 мас. %	№ 3, 15 мас. %
Зовнішній вигляд	<i>Органолептичні показники</i>			
• стан поверхні	Гладка, без великих тріщин і великих підривів, без забруднення.			
• колір скоринки	Світло-коричневий	Коричневий		Темно-коричневий
• форма	Овальна, відповідає формі, в якій проводили випікання, не розпливчата, без бокових впливів.			
Стан м'якушки	Пропечена, не волога на дотик, не липка, достатньо еластична, пружна, рівномірно пориста. Відсутнє відшаровування скоринки від м'якушки.			
Смак і запах	Запах пшеничного хліба, без стороннього присмаку і запаху.	Запах пшеничного хліба, з помірно вираженим кунжутним присмаком і запахом.	Запах пшеничного хліба з приємним і гармонійним кунжутно-горіховим присмаком і запахом.	Запах пшеничного хліба із вираженим кунжутно-горіховим присмаком і запахом
<i>Фізико-хімічні показники</i>				
Кислотність, °	1,1	1,6	1,8	1,9
Пористість, %	75,7	67,7	68,5	69,7
Вологість, %	41,0	41,0	42,0	42,0



Рис. 1. Вигляд зразків хліба пшеничного з добавкою: 5,0 (1), 10,0 (2), 15,0 (3) % (мас.) борошна кунжуту

Одним із вагомих факторів, які впливають на термін придатності свіжоспеченого хліба є його вологість. Цей параметр впливає на органолептичні показники хлібобулочних виробів, зокрема на смакові якості, термін зберігання та псування (розмноження бактерій) і тому вимагає контролю. Як видно з отриманих результатів (табл. 2), значення показника вологості досліджуваних зразків хліба коливаються в межах 41–42 %, що відповідає вимогам ДСТУ 7517:2014.

Важливим показником якості хлібобулочного виробу є пористість, яка визначає структуру продукту, його об'єм і рівень засвоюваності та сенсорні властивості. Пористість структури м'якушки дріжджового хліба, в основному, залежить від інгредієнтів тіста (вмісту харчових гідроколідів, емульгаторів, поліпшувачів смаку, рослинних добавок тощо) та умов технологічного процесу [18]. На рис. 2 представлені мікрофотографії м'якушки зразків хліба пшеничного з добавкою борошна кунжуту.

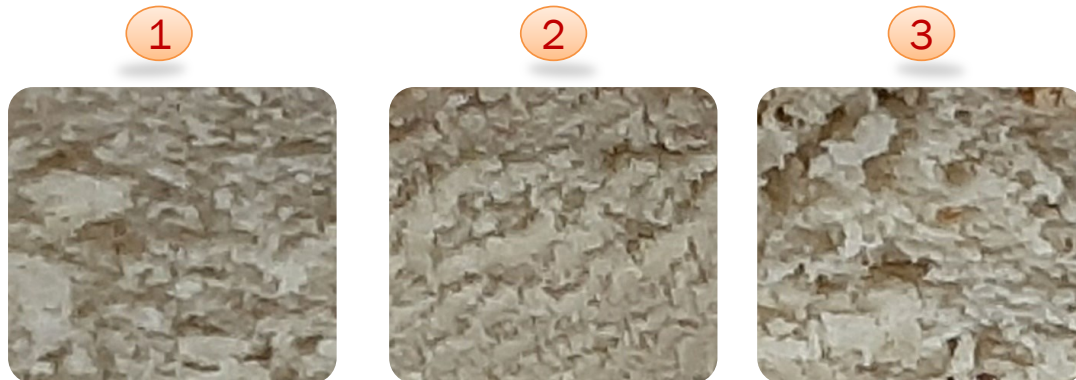


Рис. 2. Мікрофотографії м'якушки зразків хліба пшеничного з добавкою: 5,0 (1), 10,0 (2), 15,0 (3) % (мас.) борошна кунжуту

З метою оцінювання стану та поведінки тіста під час замішування, з'ясування його розтяжності, еластичності та пружності, проведено реологічні дослідження, результати яких подано на рис. 3.

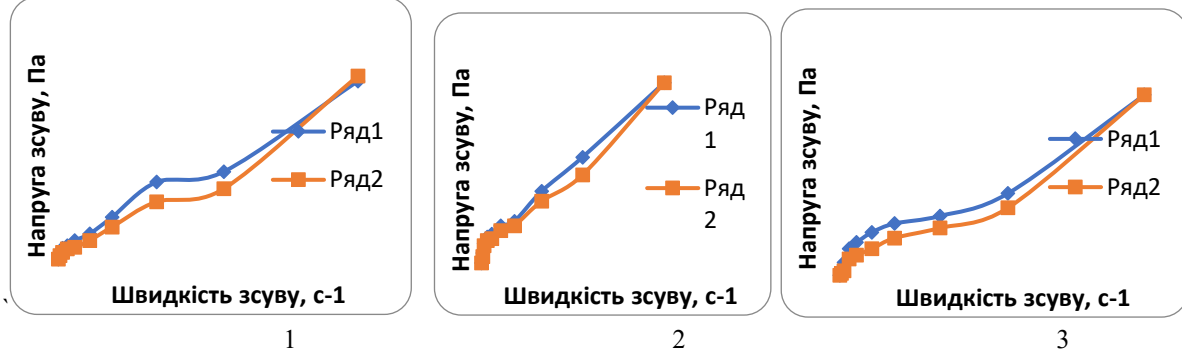


Рис. 3. Залежність в'язкості тіста пшеничного від швидкості зсуву для зразків з добавкою: 5,0 (1), 10,0 (2), 15,0 (3) % (мас.) борошна кунжуту

Результати залежності в'язкості досліджуваних дисперсних систем від швидкості зсуву визначає спроможність відновлення ними реологічних характеристик. Ця залежність характеризує стійкість дисперсних систем та їх здатність зберігати свої характеристики в часі. Для встановлення здатності зразків тіста до відновлення зняті петлі гістерезису в координатах напруга зсуву – швидкість зсуву. Як видно з наведених даних (рис. 3) криві прямого ходу (ряд 1, від меншої швидкості зсуву до більшої, руйнування структури) та зворотного ходу (ряд 2, від більшої швидкості до меншої, відновлення структури) мають однаковий характер. Структури, які відновлюються мають ту саму природу, яку мали до руйнування під час збільшення швидкості. Відстань між кривими прямого та зворотного ходу (площа петлі гістерезису) характеризує здатність дисперсної системи до відновлення. Аналіз даних, представлених на рис. 3 показує, що найбільш нестійким є зразок 1, який містить 5,0 % (мас.) борошна кунжуту. Зруйнована структура відновлюється повільно і в неповному обсязі. Найбільша швидкість відновлення пружності й еластичності структури спостерігається для зразка 3 (площа петлі гістерезису мінімальна). Для заготовок тіста відновлення структури та її збереження протягом усього технологічного процесу є необхідною умовою, яка позитивно впливає на характеристики тіста.

Висновки

Сформовано якість хліба частковою заміною (5, 10 і 15 % (мас.)) борошна пшеничного кунжутним. Установлено раціональну кількість борошна кунжуту, що дорівнює 10 % (мас.) від загальної маси борошна. Показано, що добавка борошна кунжуту поліпшила сенсорні властивості виробу: відчувається запах пшеничного хліба з приємним і гармонійним кунжутно-горіховим присмаком і запахом; колір скоринки змінюється від світло- до темно-коричневого, м'якушка еластична, пружна, рівномірно пориста. Реологічні дослідження засвідчили найвищу ступінь пористості у зразка хліба з 15 % (мас.) заміни борошна пшеничного на кунжутне, значення якої дорівнює 69,7 %.

З огляду на склад і ступінь збагачення кунжуту білками, ліпідами, вітамінами, мінеральними речовинами, харчовими волокнами, хліб пшеничний з борошном кунжуту доцільно пропонувати як продукт харчування оздоровчого призначення.

Література

1. Nathorn C, Biswas M, Gichuhi P, Bovell-Benjamin A. Comparison of chemical, physical, micro-structural, and microbial properties of breads supplemented with sweet potato flour and high-gluten dough enhancers // *LWT-Food Science and Technology*. 2008. Vol. 41, № 5. P. 803–815.
2. Дзюндзя О. В., Звагольська К. М. Аналіз нетрадиційної борошняної сировини для виробництва хлібобулочних виробів // *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*. 2021. № 1. С. 22–29.
3. Берник І. М., Новгородська Н. В., Соломон А. М., Овсієнко С. М., Боднар М. М. Інноваційні технології харчових виробництв: монографія. Вінниця : Видавець ФОП Кушнір Ю.В., 2022. 300 с.
4. Черевко О. І., Пересічний М. І. Інноваційні технології харчової продукції функціонального призначення : монографія. Харків : Харк. держ. ун-т харчув. і торгівлі, 2017. 940 с.
5. Овсієнко С. М. Збагачення хлібобулочних виробів нетрадиційною сировиною // *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій. Серія: Харчові технології*, 2024. Т. 26, № 101. С. 164–170.
6. Abdulsudi Issa-Zacharia. Production of ginger-flavored bread from wheat-soy composite flour // *Internat. J. of Agriculture and Food Science*. 2023. Vol. 5, № 2. P. 61–68.
7. Гордієнко Т. В., Семенова А. Б., Михонік Л. А., Дробот В. І. Білково-пшеничний хліб із гречаним борошном // *Наукові праці [Одеської національної академії харчових технологій]*. 2012. Вип. 42 (1). С. 143–146.
8. Михонік Л. А., Т.О. Кирічок Т. О., Гетьман І. А., Науменко О.В. Покращення якості пшенично-житнього хліба з використанням продуктів переробки круп'яних культур // *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2023. Т. 29, № 5. С. 77–88.

9. Воробець М. М., Євлаш В. В., Кобаса І. М., Кондрачук І. В. Формування якості хліба пшеничного з добавкою «Клітковина гречана» // Праці ТДАТУ Запоріжжя : ТДАТУ, 2023. Вип. 23, Т. 1. С. 207–218.
10. Лапицька Н., Сиза О., Городиська О., Савченко О., Ребенок Є. Вплив олії шипшини на формування якості хліба житньо-пшеничного хліба // ВНТ: Біота. Людина. Технологія. 2022, №2. С.106–117.
11. Brykova T., Samohvalova O., Grevtseva N., Kasabova K., Grygorenko A. The influence of grape powders on the rheological properties of dough and characteristics of the quality of butter biscuits // Food science and technology. 2018. Vol.12, Issue 2. P.33–38.
12. Горяйнова Ю. А., Сімакова О. О., Єріс Ю. В., Кукуруза А. В., Якимчук О. О. Розробка технології хліба функціонального призначення на основі ківі, топінамбуру та цибулі-слизуна // Обладнання та технології харчових виробництв. 2022. Т. 45, №2. С. 14–21.
13. Bilyk O., Bondarenko Y., Hryshchenko A., Drobot V., Kovbasa V., Shutyuk V. Studying the effect of sesame flour on the technological properties of dough and bread quality // Eastern-European J. of Enterprise Technologies. 2018. Vol. 3, №11 (93). P. 6–16.
14. Makinde F. M. , Akinoso R. Physical, nutritional and sensory qualities of bread samples made with wheat and black sesame (*Sesamum indicum* Linn) flours // Internat. Food Research J. 2014. Vol. 21, № 4. P. 1635–1640.
15. Iombor T. T., Onah M. I., Girgih A. T. Evaluation of the Nutritional Quality and Consumer Acceptability of Wheat-Sesame (*Triticum aestivum*-*Sesame indicum*) Composite Bread Blends // J. of Nutritional Health & Food Science. 2016. Vol. 4. № 3. P. 1–7.
16. Nouska Ch., Irakli M., Palakas P., Lytou A. E., Bouloumpasi E., Biliaderis C. G., Lazaridou A. Influence of sesame cake on physicochemical, antioxidant and sensorial characteristics of fortified wheat breads // Food Res. Int. 2024. Vol.178. P. 113980.
17. Comini E., Rubiales D., Reveglia P. Variability of Fatty Acid Composition and Lignan Content in Sesame Germplasm, and Effect of Roasting // ACS Food Sci. Technol. 2023. Vol. 3, №10. P. 1747–1758.
18. Rathnayake H.A., Navaratne S.B., Navaratne C.M. Porous Crumb Structure of Leavened Baked Products // Int. J. Food Sci. 2018(2). P. 1–15.

References

1. Hathorn C, Biswas M, Gichuhi P, Bovell-Benjamin A. Comparison of chemical, physical, micro-structural, and microbial properties of breads supplemented with sweet potato flour and high-gluten dough enhancers // LWT-Food Science and Technology. 2008. Vol. 41, № 5. P. 803–815.
2. Dziundzia O. V., Zvaholska K. M. Analiz netradytsiinoi boroshnianoi syrovynny dlia vyrobnytstva khlіbobulochnykh vyrobiv // Tavriiskiyi naukoviyi visnyk. Seriya: Tekhnichni nauky. 2021. № 1. S. 22–29.
3. Beryk I. M., Novhorodska N. V., Solomon A. M., Ovsiienko S. M., Bodnar M. M. Innovatsiini tekhnologii kharchovykh vyrobnytstv: monohrafiia. Vinnytsia : Vydavets FOP Kushnir Yu.V., 2022. 300 s.
4. Cherevko O. I., Peresichnyi M. I. Innovatsiini tekhnologii kharchovoi produktii funktsionalnogo pryznachennia : monohrafiia. Kharkiv : Khark. derzh. un-t kharchuv. i torhivli, 2017. 940 s.
5. Ovsiienko S. M. Zbahachennia khlіbobulochnykh vyrobiv netradytsiinoiu syrovynnoiu // Naukoviyi visnyk Lvivskoho natsionalnogo universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnologii. Seriya: Kharchovi tekhnologii, 2024. T. 26, № 101. S. 164–170.
6. Abdulsudi Issa-Zacharia. Production of ginger-flavored bread from wheat-soy composite flour // Internat. J. of Agriculture and Food Science. 2023. Vol. 5, № 2. P. 61–68.
7. Hordiienko T. V., Semenova A. B., Mykhonik L. A., Drobot V. I. Bilkovo-pshenychnyi khlіb iz hrechanykh boroshnom // Naukovi pratsi [Odeskoi natsionalnoi akademii kharchovykh tekhnologii]. 2012. Vyp. 42 (1). S. 143–146.
8. Mykhonik L. A., T.O. Kyrichok T. O., Hetman I. A., Naumenko O.V. Pokrashchennia yakosti pshenychno-zhytneho khlіba z vykorystanniam produktiv pererobky krupianykh kultur // Naukovi pratsi Natsionalnogo universytetu kharchovykh tekhnologii. 2023. T. 29, № 5. S. 77–88.
9. Vorobets M. M., Yevlash V. V., Kobasa I. M., Kondrachuk I. V. Formuvannia yakosti khlіba pshenychnoho z dobavkoiu «Klitkovyna hrechana» // Pratsi TDAU Zaporizhzhia : TDAU, 2023. Vyp. 23, T. 1. S. 207–218.
10. Lapytska N., Syza O., Horodyska O., Savchenko O., Rebenok Ye. Vplyv olii shypshyny na formuvannia yakosti khlіba zhytno-pshenychnoho khlіba // BHT: Biota. Liudyna. Tekhnologii. 2022, №2. S.106–117.
11. Brykova T., Samohvalova O., Grevtseva N., Kasabova K., Grygorenko A. The influence of grape powders on the rheological properties of dough and characteristics of the quality of butter biscuits // Food science and technology. 2018. Vol.12, Issue 2. P.33–38.
12. Horiainova Yu. A., Simakova O. O., Yeris Yu. V., Kukuruza A. V., Yakymchuk O. O. Rozrobka tekhnologii khlіba funktsionalnogo pryznachennia na osnovi kivi, topinamburu ta tsybuli-slyzuna // Obkladnannia ta tekhnologii kharchovykh vyrobnytstv. 2022. T. 45, №2. S. 14–21.
13. Bilyk O., Bondarenko Y., Hryshchenko A., Drobot V., Kovbasa V., Shutyuk V. Studying the effect of sesame flour on the technological properties of dough and bread quality // Eastern-European J. of Enterprise Technologies. 2018. Vol. 3, №11 (93). P. 6–16.
14. Makinde F. M. , Akinoso R. Physical, nutritional and sensory qualities of bread samples made with wheat and black sesame (*Sesamum indicum* Linn) flours // Internat. Food Research J. 2014. Vol. 21, № 4. P. 1635–1640.
15. Iombor T. T., Onah M. I., Girgih A. T. Evaluation of the Nutritional Quality and Consumer Acceptability of Wheat-Sesame (*Triticum aestivum*-*Sesame indicum*) Composite Bread Blends // J. of Nutritional Health & Food Science. 2016. Vol. 4. № 3. P. 1–7.
16. Nouska Ch., Irakli M., Palakas P., Lytou A. E., Bouloumpasi E., Biliaderis C. G., Lazaridou A. Influence of sesame cake on physicochemical, antioxidant and sensorial characteristics of fortified wheat breads // Food Res. Int. 2024. Vol.178. P. 113980.
17. Comini E., Rubiales D., Reveglia P. Variability of Fatty Acid Composition and Lignan Content in Sesame Germplasm, and Effect of Roasting // ACS Food Sci. Technol. 2023. Vol. 3, №10. P. 1747–1758.
18. Rathnayake H.A., Navaratne S.B., Navaratne C.M. Porous Crumb Structure of Leavened Baked Products // Int. J. Food Sci. 2018(2). P. 1–15.

Ця робота підтримана грантом від Фонду Сімонса (міжнародний проєкт «Advanced functional materials for food and energy applications», Simons Foundation, Award Number:1290597)