

<https://doi.org/10.31891/2307-5732-2026-369-22>

УДК 664.66:664.64.016

СОКОТ ОЛЕКСАНДР

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

<https://orcid.org/0000-0003-0884-9917>e-mail: oleksandr.sokot@tsatu.edu.ua**БІСЬКО НІНА**

Інститут ботаніки імені М. Г. Холодного НАНУ

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

<https://orcid.org/0000-0003-1894-0896>e-mail: nina.bisko@tsatu.edu.ua**ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИННИХ ТА ГРИБНИХ ДОБАВОК У ВИРОБНИЦТВІ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ**

Оглядову статтю присвячено критичному аналізу та систематизації сучасних наукових даних щодо використання нетрадиційної рослинної та грибної сировини (зокрема побічних продуктів переробки та відпрацьованих субстратів) у технологіях виготовлення хлібобулочних виробів. Висвітлено сучасний стан і тенденції розвитку хлібопекарської галузі України в умовах економічних та воєнних викликів. Обґрунтовано доцільність використання хліба як доступного та масового продукту харчування для збагачення раціону споживачів цінними поживними речовинами. Проаналізовано вплив різноманітних рослинних добавок (порошків з батату, зеленого чаю, коріандру, куркуми, кави, шроту льону, конопель, амаранту, чіа, екстракту винограду кісточок та гарбузової пасти) на реологічні властивості тіста, антиоксидантну активність та органолептичні показники готових виробів. Особливу увагу приділено потенціалу використання їстівних грибів та відпрацьованих грибних субстратів через їх доведену профілактичну та лікувальну дію та як джерело бета-глюканів, вітамінів групи B і D. Узагальнено технологічні обмеження та визначено, що оптимальне дозування більшості сухих рослинних і грибних добавок становить 5–10% від маси борошна, що дозволяє суттєво підвищити біологічну цінність хліба без погіршення його споживчих характеристик.

Ключові слова: хлібобулочні вироби, функціональне харчування, рослинні добавки, грибна сировина, відпрацьований субстрат, харчова цінність.

SOKOT OLEKSANDR, BISCO NINA

Tavria State Agro-Technological University named after Dmitry

APPLICATION OF PLANT AND MUSHROOM ADDITIVES IN BAKERY PRODUCTS MANUFACTURING

This review article is devoted to the critical analysis and thorough systematization of modern scientific data regarding the use of non-traditional plant and mushroom raw materials (in particular, food processing by-products and spent mushroom substrates) in modern bakery technologies. The paper highlights the current operational state and strategic development trends of the Ukrainian bakery industry under severe economic and wartime challenges. The expediency of using bread as an accessible and mass food for enrichment with valuable essential nutrients and bioactive compounds to support overall consumer health is thoroughly substantiated. Furthermore, the effect of various functional plant additives (specifically powders of sweet potato, green tea, coriander, turmeric, and coffee, as well as oilcakes of flax, hemp, amaranth, and chia, alongside grape seed extract and pumpkin paste) on the structural and rheological properties of dough, antioxidant activity, and the overall organoleptic characteristics of finished products is analyzed in comprehensive detail. Particular attention is paid to the high bio-nutritional potential of using edible mushrooms and spent mushroom substrates due to their proven prophylactic and therapeutic effects, as well as their key role as rich sources of functional beta-glucans, dietary fibers, and essential vitamins of groups B and D. Finally, the existing technological limitations and processing constraints are summarized, and it was determined that the optimal incorporation dosage for most dry plant and mushroom additives ranges from 5% to 10% by flour weight. These optimal technological parameters allow for a significant increase in the overall biological and nutritional value of bread without impairing its essential consumer properties, structural stability, or organoleptic sensory attributes.

Keywords: bakery products, functional food, plant additives, mushroom raw materials, spent substrate, nutritional value.

Стаття надійшла до редакції / Received 11.08.2026

Прийнята до друку / Accepted 24.09.2026

Опубліковано / Published 15.10.2026

This is an Open Access article distributed under the terms of the [Creative Commons CC-BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

© Сокот Олександр, Бісько Ніна

Актуальність проблеми

Виробництво хліба є ключовою та однією зі стратегічних галузей, які забезпечують продовольчу безпеку України. Хліб та хлібобулочні вироби складають близько 40% калорійності раціону українців, задовольняючи потреби населення незалежно від віку, соціального статусу та рівня доходу, що робить їх вагомим складовим споживчого кошика [1].

Україна володіє потужною промисловою базою хлібопечення: у 2018 році понад 99% попиту на хліб забезпечувалося продукцією національних виробників [2]. Проте протягом останніх двох десятиліть спостерігається суттєвий спад обсягів промислового виробництва [1–5]. Так, якщо у 2013 році було вироблено 2378 тис. т. борошна та 1561 тис. т. хліба, то до 2018 року ці показники зменшилися на 17% та 31% відповідно [3]. Погіршення економічних показників галузі обумовлене скороченням виробництва якісного борошна, високим рівнем зносу основних засобів (до 90%), дефіцитом інвестицій, зростанням вартості ресурсів та загостренням конкуренції з боку приватних міні-пекарень [2, 4]. Пандемія COVID-19 та повномасштабна війна

суттєво поглибили ці негативні тенденції через руйнування інфраструктури, відключення електроенергії, інфляцію та міграційні процеси [5].

У відповідь на сучасні виклики у хлібопекарській галузі відбуваються структурні зміни: скорочується випуск традиційних видів хліба простої рецептури та зростає частка продукції з покращеними властивостями [5]. Основними шляхами подолання кризи науковці вважають розширення асортименту та розвиток сегмента функціонального харчування [1–5]. Найделікатнішим та найбільш перспективним напрямом є збагачення хліба біологічно активними речовинами (БАР) природного походження.

Актуальність цього напрямку підтверджується глобальними тенденціями у сфері охорони здоров'я. За даними ВООЗ (2022 р.), 43% дорослого населення світу мають надлишкову масу тіла, а 16% страждають на ожиріння [6]. Нераціональне харчування є основним фактором ризику розвитку аліментарно-залежних захворювань, що зумовило розвиток концепції функціонального харчування (зокрема системи FOSHU) [7]. В Україні попит на таку продукцію також стрімко зростає: у 2022 році обсяги виробництва функціональних хлібобулочних виробів зросли на 111% порівняно з 2018 роком [8].

Хліб є ідеальною основою для створення функціональних продуктів завдяки своїй доступності, високій енергетичній цінності та стійкості до розвитку сенсорно-специфічного насичення [9–20]. Водночас, традиційний пшеничний хліб має ряд недоліків, серед яких: незбалансованість амінокислотного складу, низький вміст мікронутрієнтів, високий глікемічний індекс та вміст антипоживних речовин [3]. Усунення цих недоліків можливе шляхом збагачення рецептур натуральними біоактивними компонентами з високою антиоксидантною активністю та харчовими волокнами, що робить дослідження використання рослинної та грибною сировини у хлібопеченні вкрай актуальним науково-практичним завданням.

Формулювання цілей статті

Метою роботи є систематизація та аналіз сучасних наукових досліджень щодо використання нетрадиційної рослинної та грибною сировини у виробництві хлібобулочних виробів, а також обґрунтування оптимальних форм і концентрацій їх внесення для підвищення харчової та біологічної цінності готової продукції

Виклад основного матеріалу

Аналіз сучасних наукових досліджень свідчить про значний інтерес до використання рослинної сировини з метою підвищення харчової та біологічної цінності хліба. Основними формами внесення є порошкоподібні інгредієнти (борошно, сухі порошки), а також екстракти та пасти [9–18]. Загальною тенденцією для більшості рослинних добавок є збагачення хліба поліфенолами, харчовими волокнами та антиоксидантами, проте це супроводжується погіршенням реологічних властивостей тіста та зменшенням об'єму виробів за рахунок розведення клейковинного каркасу.

Порошок батату: група вчених з Тайваню установила, що заміна пшеничного борошна порошком з батату підвищує вміст сирого протеїну, фенольних сполук та антиоксидантну активність. Водночас спостерігалось зменшення об'єму, пружності та стійкості тіста. Оптимальним визнано дозування 5–10%, яке забезпечувало збереження належних органолептичних показників [9].

Гарбузова паста: науковці з Уманського НУС та Інституту садівництва НААН України довели перспективність внесення пасти з гарбуза в кількості 25–30% до маси борошна. Це сприяло збільшенню виходу готової продукції, зменшенню втрат при випіканні та збагаченню хліба каротиноїдами, хоча й спричиняло підвищену усадку виробу та появу солодкуватого присмаку [10].

Порошок листя зеленого чаю: міжнародна група дослідників (США, Китай, Франція) виявила, що додавання порошку зеленого чаю у кількості 1 г на 100 г борошна підвищує антиоксидантну здатність цілнозернового хліба та гальмує накопичення пероксидів під час зберігання, майже не впливаючи на органолептику [11].

Порошок листя коріандру: дослідники з Індії встановили, що внесення 3–5% порошку коріандру покращує утримання вологості в м'якушці та антиоксидантні властивості, спричиняючи лише незначне збільшення твердості м'якушки [12].

Порошок куркуми (*Curcuma longa* L.): науковці з Південної Кореї рекомендують заміну 4% борошна порошком куркуми. Це забезпечує зростання вмісту куркуміну, фенолів та антиоксидантної активності при збереженні прийнятних сенсорних характеристик, хоча й дещо знижує питомий об'єм та активність води [13].

Мелені зелені кавові зерна: дослідження вчених із Малайзії доводять, що внесення 3% порошку зеленої кави збагачує хліб поліфенолами та іонами заліза із мінімальним негативним впливом на смак, тоді як підвищення дозування до 7% надає м'якушці вираженого зеленого кольору та гіркоти [14].

Екстракт виноградних кісточок: дослідники з Китаю встановили, що екстракт суттєво підвищує антиоксидантний потенціал і пригнічує утворення N-(карбоксиметил) лізину (шкідливого кінцевого продукту глікування). Попри втрату 30–40% антиоксидантної активності під час випікання, екстракт позитивно впливав на колір, практично не змінюючи текстуру виробу [15].

Продукти переробки конопель: вчені з НУХТ визначили, що введення 5–7% конопляного борошна чи насіння збагачує хліб білками, клітковиною та омега-3/омега-6 жирними кислотами. Проте через розведення клейковини та біохімічну взаємодію білків при дозуванні 10% спостерігалось суттєве зниження пористості та питомого об'єму [16].

Шрот льону: дослідники з НУХТ встановили, що додавання 2,5–5,0% шроту льону підвищує кислотність тіста та виділення CO₂ дріжджами на 2,7–4,7%. Через високу вологопоглинальну здатність волокон час

вистоювання зростає на 5–15 хв, а розпливання зменшується. Перевищення дози понад 5% призводить до гіркуватого посмаку, трав'янистого аромату та падіння об'єму на 17–19% [17].

Амарантове борошно та насіння чіа: науковці з Дніпровського ДАЕУ з'ясували, що сумісне внесення продуктів переробки амаранту та чіа (5–10%) збільшує вміст незамінних амінокислот на 4–12% та мінералів (Fe, Cu, Ca). При цьому амарантове борошно знижує об'єм на 10–18%, тоді як насіння чіа завдяки слизовим речовинам навпаки збільшує питомий об'єм на 8% [18].

Серед нетрадиційних джерел біологічно активних речовин особливе місце посідає грибна сировина. Гриби характеризуються високим вмістом білків, харчових волокон, бета-глюканів, вітамінів та мінеральних речовин [19]. Полісахариди грибів широко досліджують через їх лікувальні та профілактичні властивості, зокрема вже відомо про їх позитивний вплив на імунітет людини, здатність знижувати рівень цукру та холестерину у крові та протипухлинну дію. [20, 21].

Свіжі гриби містять 89–93% вологи [22], що ускладнює їх пряме внесення в тісто. Тому основним способом застосування є висушування (штучне або природне) з подальшим подрібненням до стану борошна/порошку. До переваг грибних порошоків відносять: високу концентрацію БАР, тривалий термін зберігання, технологічна зручність дозування. Серед недоліки відзначають: низький вихід готового порошку (7–12% від початкової маси), високі енерговитрати на сушіння, ризик часткової деструкції термолабільних речовин та формування специфічного грибного аромату/присмаку.

Інноваційним та економічно обґрунтованим напрямом є використання відпрацьованих грибних субстратів (суміш міцелію та лігноцелюлозних залишків). Це дозволяє суттєво знизити собівартість добавки та відповідає принципам циркулярної економіки та безвідходного виробництва [23].

Аналіз літературних даних свідчить, що введення у хлібні вироби грибів, незалежно від виду, сприяє підвищенню харчової та біологічної цінності хліба за рахунок його збагачення харчовими волокнами, вітамінами, фенольними сполуками, білками, мінеральними речовинами та бета-глюканами, водночас збільшення частки грибної сировини понад певний рівень супроводжується погіршенням технологічних та органолептичних показників хлібних виробів, таких як пористість, пружність, об'єм, вологість, колір та смак [23–38].

Таким чином збагачення хлібних виробів грибною сировиною супроводжується чітко вираженим технологічним обмеженням:

1. Критичне дозування: більшість дослідників [25, 28, 30, 37, 38] вказують, що внесення грибних порошоків у кількості понад 15% призводить до руйнування структури м'якушки, потемніння скоринки, появи гіркуватого присмаку та різкого зниження питомого об'єму виробу, про що найбільш чітко свідчать результати досліджень вчених зі Швеції з заміною 50% пшеничного борошна на грибний порошок [23]).

2. Оптимальна концентрація: більшість науковців схилиються до того, що оптимальне дозування сухих грибних добавок становить 5–10% від маси борошна [25, 28, 30, 37, 38]. У такому діапазоні досягається синергія між підвищенням нутриціологічної цінності та збереженням високих органолептичних показників.

3. Особливості борошняної матриці: ступінь впливу грибних добавок на готові вироби також залежать і від виду борошна. Наприклад додавання грибного порошку до цілінозернового борошна (наприклад, до 15% у виробництві плоских коржів/лавашів [26]) менше впливає на зміну кольору та текстури, ніж при використанні борошна вищого гатунку [33].

Висновки з даного дослідження

На основі проведеного аналізу та систематизації науково-технічної літератури щодо використання нетрадиційної рослинної та грибної сировини у технологіях хлібобулочних виробів можна зробити такі розгорнуті висновки:

1. Економіко-технологічні виклики галузі та концепція функціонального харчування: Сучасний стан хлібопекарської галузі України характеризується спадом обсягів виробництва традиційних сортів хліба, що обумовлено воєнно-економічними чинниками, дефіцитом сировини високої якості та зростанням собівартості виробництва. Водночас зростання поширеності аліментарно-залежних захворювань (ожиріння, серцево-судинні патології, цукровий діабет) зумовлює стрімке збільшення попиту на функціональні продукти. Завдяки масовості споживання, високій енергетичній цінності та відсутності швидко вираженого сенсорного насичення, хліб є найбільш ефективною технологічною матрицею для масового збагачення раціону населення есенціальними нутрієнтами.

2. Закономірності впливу рослинних добавок на якість хліба: внесення нетрадиційної рослинної сировини (порошків батату, зеленого чаю, коріандру, куркуми, кави, шроту льону, конопель, амаранту, чіа, екстрактів та паст) дозволяє суттєво підвищити вміст харчових волокон, білків, незамінних амінокислот, мікро- та макроелементів (Fe, Cu, Ca), а також збагатити вироби поліфенолами й підвищити їхню антиоксидантну здатність. З'ясовано, що рослинні екстракти (зокрема виноградно-кісточковий) спроможні пригнічувати утворення шкідливих речовин. Водночас встановлено спільну технологічну проблему: введення більшості сухих рослинних добавок призводить до розведення клейковинного каркасу, зниження газоутримувальної здатності тіста, зменшення питомого об'єму виробу на 5–19% та підвищення щільності м'якушки.

3. Реологічні та біохімічні особливості формування тістових систем: Використання побічних продуктів переробки (наприклад, шроту льону чи конопляного борошна) супроводжується інтенсифікацією кислотонагромадження та стимуляцією газоутворення дріжджами (зростання виділення CO₂ на 2,7–4,7%). Проте

висока вологопоглинальна здатність харчових волокон цих добавок підвищує в'язкість тіста, що подовжує тривалість вистоювання тіста заготовок на 5–15 хв та зменшує їх розпливання. Натомість внесення безглютенової сировини (амаранту) погіршує об'ємні показники, тоді як залучення добавок із високим вмістом слизових речовин (насіння чіа) дозволяє частково компенсувати цей дефект і підвищити питомий об'єм на 8%.

4. Нутриціологічний потенціал грибно́ї сировини та відпрацьованих субстратів: Їстівні гриби (зокрема роду *Pleurotus*) є унікальними функціональними збагачувачами, оскільки містять термостійкі імунomodulatory полісахариди (бета-глюкани) та вітаміни (зокрема групи B і D), які відсутні у традиційному пшеничному хлібі. Застосування відпрацьованих грибних субстратів (міцелію з лігноцелюлозними залишками) визнано високоперспективним напрямом, який дозволяє отримати дешеву біологічно активну сировину та відповідає принципам циркулярної економіки та безвідходного виробництва.

5. Обґрунтування критичних та оптимальних дозувань: Аналіз органолептичних і фізико-хімічних показників готової продукції дозволив встановити межі технологічної допустимості збагачувачів. Внесення сухих рослинних і грибних порошоків у кількості понад 15% від маси борошна призводить до критичних дефектів: потемніння м'якушки та скоринки, надмірного ущільнення структури, зниження пористості, появи гіркуватого, трав'янистого або надто інтенсивного специфічного присмаку й аромату. Узагальненою оптимальною концентрацією для більшості досліджених сухих добавок (як рослинного, так і грибного походження) є діапазон 5–10% від маси борошна (для рідких рослинних паст — до 25–30%), за якого досягається максимальний оздоровчий ефект при збереженні стандартних споживчих та органолептичних характеристик хліба.

6. Подальші дослідження в цьому напрямі мають бути спрямовані на розробку способів попередньої технологічної або біотехнологічної обробки сировини для нівелювання її негативного впливу на клейковинний комплекс; математичне моделювання багатокомпонентних рецептурних сумішей для нівелювання небажаного присмаку/забарвлення; дослідження динаміки збереження біологічно активних речовин та антиоксидантної здатності готових виробів під час тривалого зберігання.

Література

1. Кійко В., Мельник О., Гавриленко О. Хлібопекарська галузь України в умовах воєнного часу. *Commodity science. Technologies. Engineering*. 2023. Vol. 45. № 1. Р. 27–40. DOI: [https://doi.org/10.31617/2.2023\(45\)03](https://doi.org/10.31617/2.2023(45)03)
2. Новойченко І. В., Малиновський В. В. Стан та основні тренди розвитку хлібопекарської промисловості України. *Ефективна економіка*. 2020. № 11. DOI: <https://doi.org/10.32702/2307-2105-2020.11.52>
3. Кондіус І. С., Радчук Ю. Л. Тенденції розвитку хлібопекарської галузі в Україні. *Економічний форум*. Т. 9. № 2. 2019. С. 47–56
4. Дурбалова Н. І. Інноваційно-інвестиційний вектор розвитку хлібопекарських підприємств. *Економіка харчової промисловості*. 2019. Т. 11 № 3. С. 66–72. <http://doi.org/10.15673/fie.v11i3.1463>
5. Гріщенко А. В. Дослідження тенденцій розвитку хлібопекарської промисловості України. *Агро-світ*. 2025. 1. С. 77–89. <https://doi.org/10.32702/2306-6792.2025.1.77>
6. World Health Organization. Obesity and overweight. URL: <https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/obesity-and-overweight> (дата звернення: 07.08.2026).
7. Nagata J., Yamada K. Foods with Health Claims in Japan. *Food Science and Technology Research*. 2008. Vol. 14. № 6. Р. 519–524. DOI: 10.3136/fstr.14.519.
8. Васьківська А. О. Розширення асортименту хлібобулочних виробів оздоровчого призначення у закладах ресторанного господарства. *Innovations and Technologies in the Service Sphere and Food Industry*. 2025. № 2(16). с. 95–102. [https://doi.org/10.32782/2708-4949.2\(16\).2025.15](https://doi.org/10.32782/2708-4949.2(16).2025.15)
9. Mau J. L. et. al. Physicochemical, antioxidant and sensory characteristics of bread partially substituted with aerial parts of sweet potato. *LWT – Food Science and Technology*. 2020. Vol. 117. Art. 108602. DOI: 10.1016/j.lwt.2019.108602.
10. Завгородня О. А., Пилипенко Д. М. Удосконалення технології виготовлення хліба з додаванням гарбузового пюре. *Хімія, біо- і фармтехнології, екологія та економіка в харчовій, косметичній та фармацевтичній промисловості* : матеріали XI Міжнар. наук.-практ. конф. (18–19 листопада 2023 р.). С. 166–168.
11. Ning J. et. al. Effect of green tea powder on the quality attributes and antioxidant activity of whole-wheat flour pan bread. *LWT – Food Science and Technology*. 2017. Vol. 79. Р. 342–348. DOI: 10.1016/j.lwt.2017.01.052.
12. Das L., Raychaudhuri U., Chakraborty R. Supplementation of common white bread by coriander leaf powder. *Food Science and Biotechnology*. 2012. Vol. 21. Р. 425–433. DOI: 10.1007/s10068-012-0054-9.
13. Lim H. S. et. al. Quality and antioxidant properties of bread containing turmeric (*Curcuma longa* L.) cultivated in South Korea. *Food Chemistry*. 2011. Vol. 124. Р. 1577–1582. DOI: 10.1016/j.foodchem.2010.08.016.
14. Zain M. Z. M., Baba A. S., Shori A. B. Effect of polyphenols enriched from green coffee bean on antioxidant activity and sensory evaluation of bread. *Journal of King Saud University – Science*. 2018. Vol. 30. Р. 278–282. DOI: 10.1016/j.jksus.2017.12.003.
15. Peng X. et. al. The effects of grape seed extract fortification on the antioxidant activity and quality attributes of bread. *Food Chemistry*. 2010. Vol. 119. Р. 49–53. DOI: 10.1016/j.foodchem.2009.05.083.

- 16.Бажай-Жежерун С.А., Береза-Кінзерська Л.В., Тогагинська О.В. Підвищення харчової цінності хліба шляхом збагачення його рослинною білкововмісною сировиною. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського*. 2021. Том 32(71). №2. С.125–130.
- 17.Дробот В. І., Іжевська О. П., Бондаренко Ю. В. Дослідження впливу шроту льону на якість хліба. *Зернові продукти і комбікорми*. 2015. № 1 (57). С. 42–45.
- 18.Миколенко С. Ю., Царук Л. Ю., Чурсінов Ю. О. Вплив продуктів переробки амаранту і чіа на якість хліба. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Нові рішення у сучасних технологіях. 2019. № 5(1330). С. 145–151. <https://doi.org/10.20998/2413-4295.2019.05.19>
- 19.Біологічні особливості лікарських макроміцетів у культурі. *Збірник наукових праць*. 2011.Т. 1. С. 19–25.
- 20.Mushrooms as Functional Foods / ред. P.C. Cheung. John Wiley & Sons, 2008. 29 p.
- 21.Stamets P. *MycoMedicinals: An Informational Treatise on Mushrooms*. Olympia, Washington : MycoMedia, 2002. 96 p.
- 22.Chang S., Buswell J. Medicinal Mushrooms: Past, Present and Future. *Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology*. 2023. Vol.184. P. 1-27. https://doi.org/10.1007/10_2021_197
- 23.Moshtaghian H., Parchami M., Rousta K., Lennartsson P. R. Application of oyster mushroom cultivation residue as an upcycled ingredient for developing bread. *Applied Sciences*. 2022. Vol. 12. № 21. <https://doi.org/10.3390/app122111067>
- 24.Ibrahim R. M., Ali M. I., Abdel-Salam F. F. Nutritional and quality characteristics of some foods fortified with dried mushroom powder as a source of vitamin D. *International Journal of Food Science*. 2022. Vol. 2022. № 1. DOI: <https://doi.org/10.1155/2022/2792084>
- 25.Lu X. et. al. Enhancing the nutritional properties of bread by incorporating mushroom bioactive compounds: The manipulation of the pre-dictive glycaemic response and the phenolic properties. *Foods*. 2021. Vol. 10. № 4. <https://doi.org/10.3390/foods10040731>
- 26.Dhillon G. K., Mahajan M. Enhancing Nutritional Quality of Unleavened Wheat Flatbread Using Oyster Mushroom flour: Elevating Wheat Flatbread's Nutritional Profile with Mushroom Flour. *Mushroom Research*. 2023. Vol 32. № 2. P. 141-147. DOI: <https://doi.org/10.36036/MR.29.1.2020.140805>
- 27.Gaglio R. et. al. Microbiological, chemical and sensory aspects of bread supplemented with different percentages of the culinary mushroom *Pleurotus eryngii* in powder form. *International Journal of Food Science and Technology*. 2019. Vol 54. № 4. P. 1197-1205. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13997>
- 28.Lu X., Brennan M. A., Serventi L., Brennan, C. S. Incorporation of mushroom powder into bread dough—effects on dough rheology and bread properties. *Cereal Chemistry*. 2018. Vol. 95. № 3. P. 418-427. DOI: 10.1002/cche.10043
- 29.Wahab N. B. A., Darus N. A., Daud S. A. M.. Incorporation of mushroom powder in bread. In *Proceedings of the National Technology Research in Engineering. Design and Social Science Conference (nTrends' 22)*. October 2022. P. 499-507.
- 30.Salehi F. Characterization of different mushrooms powder and its application in bakery products: A review. *International Journal of Food Properties*. 2019. Vol. 22 № 1. P. 1375-1385. <https://doi.org/10.1080/10942912.2019.1650765>
- 31.Adeoye B. K. et. al. Quality evaluation of bread enriched with mushroom powder. *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*. 2019. Vol 13. № 6. P. 11-18. DOI: 10.9790/2402-1306011118
- 32.Oyetayo V., Oyedeki R. Proximate and mineral composition of bread fortified with mushroom (*Pleurotus ostreatus* and *Calocybe indica*). *Microbiology Research Journal International*. 2017. Vol. 19. № 4. P. 1-9. DOI: 10.9734/MRJI/2017/32133
- 33.Srivastava A. et. al. Nutritional enhancement, microstructural modifications, and sensory evaluation of mushroom-enriched multigrain bread. *International Journal of Food Science and Technology*. 2024. Vol. 59. № 12. P. 9523-9531. DOI:10.1111/ijfs.17602
- 34.Irakiza P. N. et. al. Fortification with mushroom flour (*Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm) and substitution of wheat flour by cassava flour in bread-making: Nutritional and technical implications in eastern DR Congo. *Agriculture & Food Security*. 2021. Vol. 10. № 28. <https://doi.org/10.1186/s40066-021-00301-0>
- 35.Łysakowska P. et. al. The impact of *Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst. supplementation on the technological, chemical, and quality parameters of wheat bread. *Foods*. 2024. Vol. 13. № 19. 3101. <https://doi.org/10.3390/foods13193101>
- 36.Stepniewska S. et. al The impact of oyster mushrooms (*Pleurotus ostreatus*) on the baking quality of rye flour and nutrition composition and antioxidant potential of rye bread. *Foods*. 2025. Vol. 14. № 2. 199. <https://doi.org/10.3390/foods14020199>
- 37.Liu Y. et. al Wheat bread fortified with *Dictyophora Indusiata* powder: evaluation of quality attributes, antioxidant characteristics and bread staling. *International Journal of Food Science and Technology*. 2022. Vol. 57. № 9. P. 5982-5992. doi:10.1111/ijfs.15940
- 38.Losoya-Sifuentes C. et. al. Development and characterization of *Pleurotus ostreatus* mushroom—Wheat bread. *Starch*. 2022. Vol.74. № 1-2. <https://doi.org/10.1002/star.202100126>

References

1. Kiiko V., Melnyk O., Gavrylenko O. The bakery industry of Ukraine in wartime conditions. *Commodity science. Technologies. Engineering*. 2023. Vol. 45. № 1. P. 27–40. DOI: [https://doi.org/10.31617/2.2023\(45\)03](https://doi.org/10.31617/2.2023(45)03)
2. Novoiitenko I., Malinovskiy V. State and main trends of the development of the bread bakery industry in Ukraine. *Efektivna ekonomika*. 2020. Vol. 11. DOI: <https://doi.org/10.32702/2307-2105-2020.11.52>
3. Kondius I., Radchuk Yu. Trends for the development of the breeding industry in Ukraine. *Economic Forum*, 2019. Vol. 9. No 2. P. 47–56.
4. Durbalova N. I. Innovative and investment vector of bakeries development. *Food Industry Economics*. 2019. Vol. 11. No 3. P. 66–72. <http://doi.org/10.15673/fie.v11i3.1463>
5. Hrishchenko A. V. Research of trends in the development of the bakery industry in Ukraine. *Ahrosvit* 2025 №1. P. 77–89. <https://doi.org/10.32702/2306-6792.2025.1.77>
6. World Health Organization. Obesity and overweight. URL: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight> (date of inquiry: 07.08.2026).
7. Nagata J., Yamada K. Foods with Health Claims in Japan. *Food Science and Technology Research*. 2008., Vol. 14. № 6. P. 519–524.
8. Vaskivska A. Expansion of the range of healthy bakery products in restaurant establishments. *Innovations and Technologies in the Service Sphere and Food Industry*. 2025. № 2(16). P. 95–102. [https://doi.org/10.32782/2708-4949.2\(16\).2025.15](https://doi.org/10.32782/2708-4949.2(16).2025.15)
9. Mau J. L. et. al. Physicochemical, antioxidant and sensory characteristics of bread partially substituted with aerial parts of sweet potato. *LWT – Food Science and Technology*. 2020. Vol. 117. Art. 108602. DOI: 10.1016/j.lwt.2019.108602.
10. Zavorodnia O.A., Pylypenko D.M. Udoshkonalennia tekhnolohii vyhotovlennia khliba z dodavanniam harbuзовoho piure. *Khimiia, bio-i farmatekhnolohii, ekolohiia ta ekonomika v kharchovii, kosmetychnii ta farmatsevtichnii promyslovosti* : materialy Khl Mizhnar. nauk.-prakt. konf. (18–19 November 2023). P. 166–168.
11. Ning J. et. al. Effect of green tea powder on the quality attributes and antioxidant activity of whole-wheat flour pan bread. *LWT – Food Science and Technology*. 2017. Vol. 79. P. 342–348. DOI: 10.1016/j.lwt.2017.01.052.
12. Das L., Raychaudhuri U., Chakraborty R. Supplementation of common white bread by coriander leaf powder. *Food Science and Biotechnology*. 2012. Vol. 21. P. 425–433. DOI: 10.1007/s10068-012-0054-9.
13. Lim H. S. et. al. Quality and antioxidant properties of bread containing turmeric (*Curcuma longa* L.) cultivated in South Korea. *Food Chemistry*. 2011. Vol. 124. P. 1577–1582. DOI: 10.1016/j.foodchem.2010.08.016.
14. Zain M. Z. M., Baba A. S., Shori A. B. Effect of polyphenols enriched from green coffee bean on antioxidant activity and sensory evaluation of bread. *Journal of King Saud University – Science*. 2018. Vol. 30. P. 278–282. DOI: 10.1016/j.jksus.2017.12.003.
15. Peng X. et. al. The effects of grape seed extract fortification on the antioxidant activity and quality attributes of bread. *Food Chemistry*. 2010. Vol. 119. P. 49–53. DOI: 10.1016/j.foodchem.2009.05.083.
16. Bazhay-Zhezherun S.A., Bereza-Kindzerska L.V., Togachynska O.V. Enhancement of bread nutritional value by its enrichment with vegetable protein-containing raw materials. *Scientific Notes of Taurida National V.I. Vernadsky University*. 2021. Vol. 32(71). №2. P. 125–130.
17. Drobot V.I., Izhevskaya O.P., Bondarenko J.V., Effect of flax shrot to the quality of bread. *Grain Products and Mixed Fodder's*. 2015. № 1 (57). C. 42–45.
18. Mykolenko S., Tsaruk L., Chursinov Yu. Effect of amaranth products and chia on bread quality. *NTU "KhPI" Bulletin: Series "New Solutions in Modern Technologies"*. 2019. № 5(1330). P. 145–151. <https://doi.org/10.20998/2413-4295.2019.05.19>
19. Biologichni osoblyvosti likarskykh makromisetiv u kulturi. *Zbirnyk naukovykh prats*. 2011. V. 1. P. 19–25.
20. Mushrooms as Functional Foods / ред. P.C. Cheung. John Wiley & Sons, 2008. 29 p.
21. Stamets P. *Mycomedical: An Informational Treatise on Mushrooms*. Olympia, Washington : MycoMedia, 2002. 96 p.
22. Chang S., Buswell J. Medicinal Mushrooms: Past, Present and Future. *Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology*. 2023. Vol. 184. P. 1–27. https://doi.org/10.1007/10_2021_197
23. Moshtaghian H., Parchami M., Rousta K., Lennartsson P. R. Application of oyster mushroom cultivation residue as an upcycled ingredient for developing bread. *Applied Sciences*. 2022. Vol. 12. № 21. <https://doi.org/10.3390/app122111067>
24. Ibrahim R. M., Ali M. I., Abdel-Salam F. F. Nutritional and quality characteristics of some foods fortified with dried mushroom powder as a source of vitamin D. *International Journal of Food Science*. 2022. Vol. 2022. № 1. DOI: <https://doi.org/10.1155/2022/2792084>
25. Lu X. et. al. Enhancing the nutritional properties of bread by incorporating mushroom bioactive compounds: The manipulation of the pre-dictive glycaemic response and the phenolic properties. *Foods*. 2021. Vol. 10. № 4. <https://doi.org/10.3390/foods10040731>
26. Dhillon G. K., Mahajan M. Enhancing Nutritional Quality of Unleavened Wheat Flatbread Using Oyster Mushroom flour: Elevating Wheat Flatbread's Nutritional Profile with Mushroom Flour. *Mushroom Research*. 2023. Vol. 32. № 2. P. 141–147. DOI: <https://doi.org/10.36036/MR.29.1.2020.140805>
27. Gaglio R. et. al. Microbiological, chemical and sensory aspects of bread supplemented with different percentages of the culinary mushroom *Pleurotus eryngii* in powder form. *International Journal of Food Science and Technology*. 2019. Vol. 54. № 4. P. 1197–1205. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13997>
28. Lu X., Brennan M. A., Serventi L., Brennan, C. S. Incorporation of mushroom powder into bread dough—effects on dough rheology and bread properties. *Cereal Chemistry*. 2018. Vol. 95. № 3. P. 418–427. DOI: 10.1002/cche.10043
29. Wahab N. B. A., Darus N. A., Daud S. A. M.. Incorporation of mushroom powder in bread. In *Proceedings of the National Technology Research in Engineering, Design and Social Science Conference (nTrends' 22)*. October 2022. P. 499–507.
30. Salehi F. Characterization of different mushrooms powder and its application in bakery products: A review. *International Journal of Food Properties*. 2019. Vol. 22 № 1. P. 1375–1385. <https://doi.org/10.1080/10942912.2019.1650765>
31. Adeoye B. K. et. al. Quality evaluation of bread enriched with mushroom powder. *IOSR Journal of Environmental Science. Toxicology and Food Technology*. 2019. Vol. 13. № 6. P. 11–18. DOI: 10.9790/2402-1306011118
32. Oyedayo V., Oyediji R. Proximate and mineral composition of bread fortified with mushroom (*Pleurotus ostreatus* and *Calocybe indica*). *Microbiology Research Journal International*. 2017. Vol. 19. № 4. P. 1–9. DOI: 10.9734/MRJI/2017/32133
33. Srivastava A. et. al. Nutritional enhancement, microstructural modifications, and sensory evaluation of mushroom-enriched multigrain bread. *International Journal of Food Science and Technology*. 2024. Vol. 59. № 12. P. 9523–9531. DOI: 10.1111/ijfs.17602
34. Irakiza P. N. et. al. Fortification with mushroom flour (*Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm) and substitution of wheat flour by cassava flour in bread-making: Nutritional and technical implications in eastern DR Congo. *Agriculture & Food Security*. 2021. Vol. 10. № 28. <https://doi.org/10.1186/s40066-021-00301-0>
35. Łysakowska P. et. al. The impact of *Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst. supplementation on the technological, chemical, and quality parameters of wheat bread. *Foods*. 2024. Vol. 13. № 19. 3101. <https://doi.org/10.3390/foods13193101>
36. Stepniowska S. et. al. The impact of oyster mushrooms (*Pleurotus ostreatus*) on the baking quality of rye flour and nutrition composition and antioxidant potential of rye bread. *Foods*. 2025. Vol. 14. № 2. 199. <https://doi.org/10.3390/foods14020199>
37. Liu Y. et. al. Wheat bread fortified with *Dictyophora Indusiata* powder: evaluation of quality attributes, antioxidant characteristics and bread staling. *International Journal of Food Science and Technology*. 2022. Vol. 57. № 9. P. 5982–5992. doi:10.1111/ijfs.15940
38. Losoya-Sifuentes C. et. al. Development and characterization of *Pleurotus ostreatus* mushroom—Wheat bread. *Starch*. 2022. Vol. 74. № 1–2. <https://doi.org/10.1002/star.202100126>