

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО**  
**ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕКОЛОГІЇ**  
**КАФЕДРА ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ГОТЕЛЬНО-РЕСТОРАННОЇ**  
**СПРАВИ**

«Допущено до захисту»  
протокол засідання кафедри  
№ від «  » січня 20 року  
Зав. кафедрою ХТГРС  
д.т.н, професор \_\_\_\_\_ Олесья ПРИСС

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

СВО «Магістр»  
за освітньо-професійною програмою «Індустрія здорового харчування»  
зі спеціальності 181 «Харчові технології»  
(освітній ступінь, ОПП, спеціальність)

на тему: Технологія виробництва пшеничного хліба функціонального  
призначення з використанням амарантового борошна та псиліуму»

**23 ХТД. 7215049.02.26**

Виконав: <u>студентка</u>	<u>22 МБ ХТ групи</u>	(підпис)	<u>Ольга ЗЮМКІНА</u> (прізвище та ініціали)
Керівник:	<u>к.с.г.н., доц.</u> (науковий ступінь, вчене звання)	(підпис)	<u>Людмила КЮРЧЕВА</u> (прізвище та ініціали)
Консультант з ОП:	<u>к.т.н., доцент</u> (науковий ступінь, вчене звання)	(підпис)	<u>Михайло ЗОРЯ</u> (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	<u>к.с.г.н., доц.</u> (науковий ступінь, вчене звання)	(підпис)	<u>Людмила КЮРЧЕВА</u> (прізвище та ініціали)

Запоріжжя – 2026 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО

Інститут або факультет агротехнологій та екології  
Кафедра харчових технологій та готельно-ресторанної справи  
(назва кафедри)

Ступінь вищої освіти Магістр  
Галузь знань 18 «Виробництво та технології»  
(шифр і назва)

Спеціальність 181 «Харчові технології»  
Освітня програма Індустрія здорового харчування  
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Зав. кафедри ХТГРС  
д.т.н., професор Олесь Прісс  
(підпис)(ініціали та прізвище)

**ЗАВДАННЯ**  
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

СТУДЕНТУ Зюмкіна Ольга Олегівна  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Технологія виробництва пшеничного хліба функціонального призначення з використанням амарантового борошна та псиліуму

керівник роботи к.с.г.н., доц. каф. ХТ та ГРС Кюрчева Л.М.  
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

затверджені наказом Ректора університету від « 24 » жовтня 2025 р. № 573-С

2. Строк подання студентом роботи « 20 » січня 2026 р.

3. Вихідні дані до роботи \_\_\_\_\_

4. Перелік питань, які потрібно розробити ВСТУП; РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ ЗА ОБРАНОЮ ТЕМОЮ; РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ, МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ; 2.1. Програма досліджень та схема дослідів; 2.2. Об'єкти та матеріали досліджень; 2.3. Методика проведення досліджень; 2.4. Умови приведення досліджень; РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ УЗАГАЛЬНЕННЯ; РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА; 4.1. Технологічна схема приготування хліба з додаванням псиліуму та амарантового борошна; РОЗДІЛ 5. SWOT-аналіз впровадження технології виробництва пшеничного хліба з псиліумом та амарантовим борошном; РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав (дата)	завдання прийняв (підпис)
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Михайло Зоря, к.т.н., доцент, завідувач кафедри цивільної безпеки	21.09.2025	

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи (місяць)	Відмітка керівника про виконання (засвідчується підписом)
Вступ	вересень	
Аналітичний огляд літератури	жовтень	
Об'єкти, методика та умови проведення досліджень	жовтень	
Результати досліджень та їх узагальнення	листопад	
Технологічна частина	листопад	
SWOT- та TOWS-аналіз конкурентних переваг	грудень	
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	грудень	
Висновки	січень	
Список використаної літератури	січень	

**Студент**

**Керівник роботи**

Зюмкіна О.О.

(підпис)

(ініціали та прізвище)

Кюрчева Л.М.

(підпис)

(ініціали та прізвище)

## АНОТАЦІЯ

**Зюмкіна О.О.** Технологія виробництва пшеничного хліба функціонального призначення з використанням амарантового борошна та псиліуму – Кваліфікаційна робота. Кафедра харчових технологій та готельно-ресторанної справи. – Запоріжжя, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, 2026.

Текст викладений на 87 сторінках, містить 6 розділів, 12 таблиць, 7 рисунків, 57 літературних джерел.

Метою роботи є наукове обґрунтування та удосконалення технології виробництва хлібобулочних виробів функціонального призначення із використанням псиліуму та амарантового борошна.

У першому розділі узагальнено сучасні літературні й аналітичні джерела, проведено патентний пошук, обґрунтовано актуальність і перспективність використання функціональних інгредієнтів для оздоровчого хліба.

У другому розділі розроблено програму лабораторних досліджень, визначено схему виробництва з урахуванням фізико-хімічних, органолептичних, біологічних властивостей і поживної цінності хлібобулочних виробів.

У третьому розділі представлено результати лабораторних випробувань, описано процеси підготовки сировини, замісу тіста, ферментації, випікання та охолодження продукції.

У четвертому розділі здійснено комплексний аналіз органолептичних показників, визначено вплив різних концентрацій псиліуму і амарантового борошна на якість, структуру та термін збереження.

У п'ятому розділі доведено зростання біологічної цінності та профілактичного потенціалу виробів завдяки підвищеному вмісту білків, харчових волокон, мінералів і вітамінів, обґрунтовано конкурентні переваги технології через SWOT- і TOWS-аналіз.

У шостому розділі висвітлено питання безпечності виробництва, санітарії, охорони праці, електро- та пожежної безпеки на підприємствах.

Результати роботи свідчать, що багатокomпонентна рецептура хліба з псиліумом та амарантовим борошном забезпечує істотне зростання органолептичних, харчових і біологічних показників, відкриває перспективи для впровадження інновацій у виробництво хліба функціонального, дієтичного та оздоровчого призначення.

*Ключові слова: функціональний хліб, псиліум, амарантове борошно, інноваційна рецептура, харчова цінність, біологічна цінність, органолептичні властивості, технологія виробництва, оздоровче харчування, дієтичний продукт, харчові волокна, білок, мінерали, SWOT-аналіз, безпечність, хлібопекарська галузь.*

## ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ ЗА ОБРАНОЮ ТЕМОЮ	
1.1. Огляд ринку функціональних продуктів	11
1.2. Теоретичні основи виробництва хлібобулочних виробів функціонального призначення.	17
1.3. Вибір сучасних інгредієнтів та технологічних прийомів у виробництві функціонального хліба	26
1.4. Характеристика амарантового борошна як перспективної сировини для виробництва хліба функціонального призначення	35
1.5. Характеристика псиліуму як перспективної сировини для виробництва хліба функціонального призначення	36
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ, МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	
2.1. Програма досліджень та схема дослідів	40
2.2. Об'єкти та матеріали досліджень	43
2.3. Методика проведення досліджень	44
2.4. Умови приведення досліджень	46
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ УЗАГАЛЬНЕННЯ	47
РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	
4.1 Технологічна схема приготування хліба з додаванням псиліуму та амарантового борошна	59
РОЗДІЛ 5. SWOT-АНАЛІЗ ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ПШЕНИЧНОГО ХЛІБА З ПСИЛІУМОМ ТА АМАРАНТОВИМ БОРОШНОМ	63
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	69

6.1	Організація системи управління охороною праці на харчовому підприємстві.	69
6.2	Вимоги до санітарії, гігієни та дотримання безпеки під час здійснення технологічних процесів обробки харчових продуктів.	71
6.3	Забезпечення електробезпеки виробництва.	72
6.4	Пожежна безпека на підприємстві.	
6.5	Порядок дій і готовність до надзвичайних ситуацій.	73
6.6	Дотримання законодавчих і нормативних вимог у сфері охорони праці та безпечної експлуатації.	75
	ВИСНОВКИ	76
	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	78
		80

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Сучасні тенденції харчування населення України та світу свідчать про зростаючий інтерес до продуктів, які не лише задовольняють базові енергетичні потреби, а й мають забезпечувати додаткову функціональну та оздоровчу дію на організм людини. В умовах інтенсифікації стилю життя, збільшення стресових факторів і захворюваності на хронічні недуги (серцево-судинні, шлунково-кишкові тощо) особливо актуальним стає виробництво хлібобулочних виробів з підвищеним вмістом харчових волокон, мікроелементів, вітамінів і біологічно активних речовин.

Хліб — традиційний і масовий продукт споживання в Україні та багатьох країнах світу — дедалі частіше розглядається як об'єкт інноваційних рецептур. Недостатній вміст функціональних компонентів, властивий класичним сортам, не повністю відповідає сучасним вимогам здорового харчування. За таких умов розробка й наукове обґрунтування нових рецептур хлібобулочних виробів із використанням псиліуму (лузги подорожника) та амарантового борошна постає одним із ключових шляхів підвищення харчової цінності і конкурентоспроможності вітчизняної хлібопекарської галузі.

В науковій літературі останніх років особлива увага сконцентрована на розкритті можливостей використання нетрадиційної рослинної сировини для створення продуктів функціонального призначення. Все ширшого застосування набувають рослинні волокна, зернові, овочеві порошки, зокрема амарант, що відзначається високою біологічною активністю. Проте залишаються відкритими питання оптимізації співвідношення інгредієнтів, впливу на органолептичну якість, структуру та свіжість виробів, технологічної стабільності функціональних компонентів у готовому продукті.

### **Мета і завдання дослідження.**

Метою роботи є наукове обґрунтування та удосконалення технології виробництва хлібобулочних виробів функціонального призначення із

використанням псиліуму та амарантового борошна.

Для досягнення мети були поставлені такі завдання:

1. Опрацювати сучасний літературний, аналітичний і патентний матеріал для обґрунтування актуальності та перспектив застосування псиліуму і амарантового борошна у рецептурах функціонального хліба.
2. Розробити експериментальну програму досліджень із визначенням фізико-хімічних, органолептичних, біологічних властивостей і поживної цінності різних рецептур.
3. Провести лабораторне виробництво, контролюючи всі основні технологічні етапи: підготовку сировини, заміс тіста, ферментацію, випікання та охолодження.
4. Здійснити комплексну органолептичну оцінку отриманих зразків, встановити вплив різних концентрацій доданих компонентів на показники якості.
5. Визначити біологічну цінність і профілактичний потенціал нової рецептури за рахунок вмісту білків, жирів, вуглеводів, харчових волокон, мікроелементів та вітамінів.
6. Оптимізувати технологічну схему виробництва нового хліба з точки зору якості та безпеки.
7. Обґрунтувати конкурентні переваги функціонального хліба через SWOT- та TOWS-аналіз, визначити бізнес-перспективи впровадження.
8. Висвітлити організаційно-технологічні аспекти охорони праці, санітарії, електро- та пожежної безпеки на підприємствах з інноваційним хлібобулочним виробництвом.

**Об'єкт дослідження:** технологія виробництва хлібобулочних виробів із підвищеною харчовою цінністю.

**Предмет дослідження:** рецептурний склад, технологічні параметри та якісні характеристики хліба функціонального призначення на основі псиліуму і амаранту.

**Методи дослідження.**

У роботі використано комплекс аналітичних, лабораторних, органолептичних та математико-статистичних методів, включаючи моделювання, оптимізацію та електронну обробку результатів, що забезпечує репрезентативність та наукову обґрунтованість висновків.

**Наукова новизна та практична цінність:**

Вперше з позиції комплексного підходу розглянуто поєднання псиліуму та амарантового борошна у хлібобулочній рецептурі, а розроблені рекомендації можуть бути впроваджені у виробництво з метою підвищення біологічної цінності, якості й конкурентоспроможності української хлібопекарської продукції.

## РОЗДІЛ 1

### АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ ЗА ОБРАНОЮ ТЕМОЮ

#### 1.1. Огляд ринку функціональних продуктів

Світовий ринок функціональних продуктів стабільно зростає під впливом попиту на профілактичне харчування, збагачення раціонів білком і клітковиною, а також інтересу до нутріцевтиків. За даними Fortune Business Insights, місткість глобального ринку функціональних харчових продуктів і напоїв у 2024 р. становила \$364,2 млрд, із прогнозом зростання до \$793,6 млрд до 2032 р. (CAGR  $\approx$  10,33%). Регіональним лідером є Азійсько-Тихоокеанський регіон, однак Європа і Північна Америка зберігають високу частку й темпи приросту завдяки платоспроможному попиту на продукти для керування вагою, здоров'я кишківника й енергію [1].

У Європі ринок функціональних продуктів демонструє синхронне зростання в сегментах пробіотиків/пребіотиків, вітамінів і продуктів, збагачених волокнами. За оцінками Grand View Research, місткість ринку функціональних продуктів у Європі у 2023 р. — близько \$98,3 млрд, із очікуваним CAGR  $\approx$  8% у 2024–2030 рр. Лідерство за інгредієнтами утримують пребіотики та пробіотики, а найшвидше зростають вітамінні інгредієнти. Важливо, що європейський споживач очікує чіткої наукової аргументації користі, прозорості етикетування та «clean label», що стимулює виробників інвестувати в рецептури з доведеною ефективністю й уніфікованими підходами до маркування здоров'ятверджень [2].

Опитування IFIC (2024) показує стале зростання прагнення споживачів збільшити споживання білка (від 59% у 2022 до 71% у 2024), а серед першочергових очікуваних «вигод» від їжі домінують енергія, здорове старіння, контроль ваги та здоров'я травної системи. Це безпосередньо підсилює попит на хлібобулочні вироби з підвищеною часткою білка, клітковини й зниженим

глікемічним індексом. Для виробників це означає необхідність переосмислення зернової матриці, використання альтернативних джерел білка і волокон, оптимізації водоутримання та текстуроутворення без шкоди для органолептики [3].

Світовий ринок хлібобулочної продукції у 2024 р. оцінювався у \$248,8 млрд із прогнозом CAGR понад 4,4% до 2034 р.; значна частина інновацій — це саме оздоровчі/функціональні рецептури (висівки, волокна, насіння, білкові добавки,  $\omega$ -3). Окремо виділяють ринок функціональних інгредієнтів для хлібопечення (клітковини, білкові ізоляти, гідроколоїди, пробіотики), що зростає на ~6,5–6,7% на рік. Це підтверджує технологічну та комерційну доцільність розробки хлібів зі зниженим глікемічним навантаженням і підвищеною біологічною цінністю. Паралельно формується очікування на портфель продуктів для різних ситуацій споживання — від скибкового хліба для щоденного раціону до снекових форм із чітко маркованими функціональними перевагами [4].

Український ринок хлібобулочної продукції зазнав суттєвих змін під впливом війни: релокація підприємств, перебої логістики й зміна структури попиту. Аналітичні огляди Pro-Consulting за 2021–I кв. 2024 р. фіксують перерозподіл сегментів і зсув каналів збуту, наводячи карти ризиків і добірку графіків/діаграм (динаміка імпорту/експорту борошна, сегментація ринку, результати публічних закупівель тощо). Для виробників це означає, що ніші оздоровчих/функціональних виробів залишаються перспективними насамперед у B2B (мережі ритейлу, HoReCa, держзакупівлі), де високий попит на стабільну якість, прогнозовану собівартість і доказову цінність інгредієнтів [5].

За даними FAO GIEWS, врожай зернових в Україні у 2024 р. оцінено близько 55 млн т ( $\approx -10\%$  р/р) через обмежений доступ до полів, дефіцит робочої сили та мінні ризики; це впливає на ціноутворення та планування асортименту, але не нівелює потенціал «функціонального» сегмента, що залежить не лише від обсягів зерна, а й від інгредієнтної інновації та маркетингової диференціації. Паралельно глобальні шоки (ціни на зернові й олії) формують фон для перегляду

рецептур і ланцюгів постачання. Врахування цих факторів підказує доцільність використання локально доступних рослинних інгредієнтів із доданою функціональністю, а також гнучких технологічних рішень, що мінімізують втрати біоактивних речовин під час випікання [6].

Галузеві огляди Innova Market Insights та IFT підкреслюють тренди «precision wellness», здоров'я кишківника (пребіотики/пробіотики, волокна), високобілкові формати, зниження цукру та натуральність/clean label. Для хлібобулочних виробів це означає запит на цільнозернові та мультизернові форми, збагачені клітковиною/насінням і протеїном, за умови прозорої комунікації корисних властивостей на етикетці та в рекламних матеріалах. Поєднання цих тенденцій із вимогами до смаку і текстури диктує необхідність тонкого балансу між харчовою щільністю та споживчою прийнятністю [7].

Ринок хлібобулочних виробів в Україні у 2025 році демонструє ознаки стабільного відновлення після кризових явищ. Загальний обсяг ринку прогнозується на рівні 33,6 млрд грн, що на 15% перевищить показники довоєнного року 2021. Попри зниження промислового виробництва хліба на 10% у першому півріччі 2025 року галузь адаптується до нових економічних умов. Підприємства за 7 місяців 2025 року виготовили понад 207 тисяч тонн продукції, демонструючи потенціал зростання [8,9].

### **Тенденції світового хлібобулочних виробів**

У світі ключовими трендами є:

- Використання місцевих продуктів та підтримка місцевих фермерів.
- Підвищена увага до виробів, що підтримують здоров'я кишківника, зокрема хліба на заквасці.
- Популярність класичної випічки, зростання попиту на круасані, булочки з іншими способами.
- Використання штучного інтелекту для аналізу споживчих вподобань і прогнозування трендів.

За прогнозами, обговорення класичних хлібобулочних виробів зросло на 17-31% у 2025 році. Традиційні технології та формати випічки

залишаються основою, велике значення має якість і майстерність виробництва [10].

### **Популярні компанії та бренди в Україні**

- КиївХліб — лідер ринку з часткою 32,8%, займає провідні позиції за обсягом і представленістю на полицях магазинів.
- ЦарХліб, Рум'янець, Кулиничі — також входять до топових виробників, часто присутні в роздрібній мережі.
- Формула Смаку — має найбільше різноманіття асортименту (63 SKU), дає вагоме місце для випуску видів продукції.
- Інші відомі бренди: Vito Grano, Золотий коровий, Ольховий.

### **Популярні товари та продукти**

- Хліб на закваску, що підтримує здоров'я кишківника.
- Класичний білий, житній та пшеничний хліб.
- Ламіновані вироби: круасани, булочки з шоколадом, кунь-аман.
- Продукти з додаванням злаків, розчину, використання льону та інших суперфудів.
- Випічка з покращеними нутрієнтними властивостями та користю для травлення.

### **Перспективи розвитку та виклики**

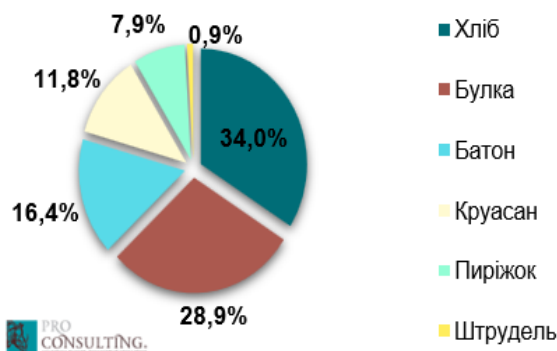
Ринок продовжує адаптацію до економічних змін, забезпечуючи інвестиції в модернізацію обладнання та налагодження ефективних каналів збуту. Зростає роль маркетингу й інновацій, у тому числі цифрових технологій для розуміння потреб споживачів [11,12,13].

Таким чином, ринок хлібобулочних виробів в Україні 2025 року має позитивну динаміку з новими можливостями для розвитку, підтримуючи як класичні традиції, так і сучасні тренди здорового харчування.

Для оцінки сучасних тенденцій та особливостей розвитку ринку хлібобулочних виробів України проведено аналіз структури пропозицій за основними видами продукції. На рис. 1.1 представлено розподіл ринку досліджуваних хлібобулочних виробів згідно з кількістю позицій на ринку, що

дозволяє визначити рівень диверсифікації асортименту, домінуючі категорії і ключові тренди галузі. Ці дані є важливими для глибокого розуміння ринкової динаміки, формування виробничої стратегії підприємств і обґрунтування напрямів подальшого розвитку хлібобулочної промисловості.

Структура ринку досліджуваних ХБВ за видами (по кількості пропозицій на ринку), %

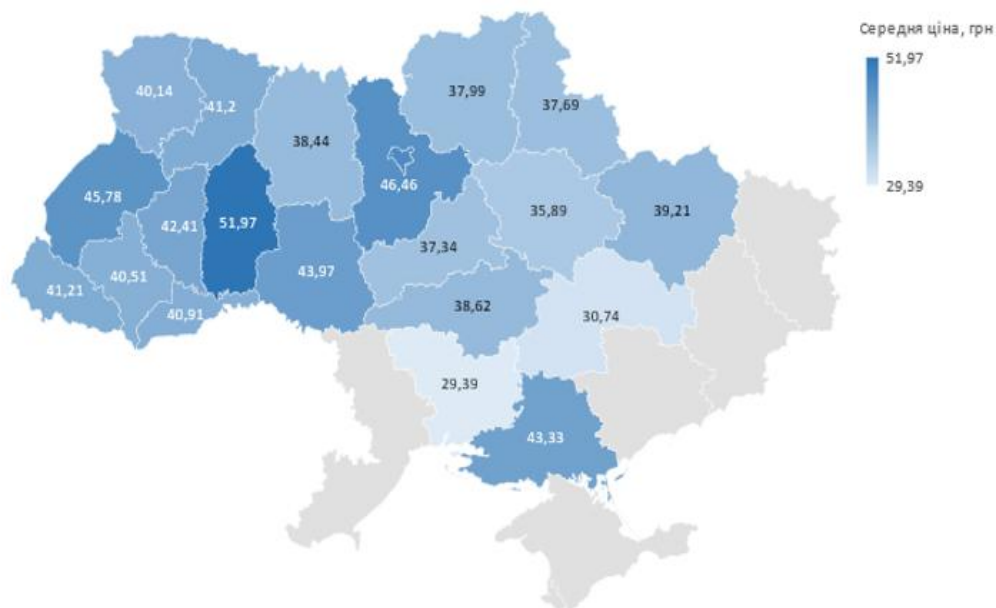


Джерело: дані операторів ринку, оцінка Pro-Consulting

Рис. 1.1. Структура ринку досліджуваних хлібобулочних виробів України за видами (за кількістю пропозицій на ринку), %

Для аналізу цінової ситуації на ринку хлібобулочних виробів важливим є розгляд регіонального розподілу вартості основних видів продукції. На рис. 1.2 наведено середні споживчі ціни на хліб пшеничний із борошна першого ґатунку по областях України у жовтні 2024 року, що дозволяє оцінити закономірності формування цін, відстежити регіональні диспропорції та їхній вплив на доступність продукту для різних соціально-економічних груп населення. Ці дані є підґрунтям для подальшого опрацювання факторів цінової динаміки та конкурентоспроможності галузі.

### Середні ціни на хліб пшеничний з борошна першого ґатунку у жовтні 2024 (грн. / кг)



Джерело: дані Мінфін

Рис. 1.2. Середні споживчі ціни на хліб пшеничний із борошна першого ґатунку по регіонах України у жовтні 2024 року (грн/кг)

Узагальнюючи наведені дані, можна зробити кілька змістовних висновків у суцільній логіці розділу. По-перше, глобальний «функціональний» сегмент зростає швидше за традиційний FMCG, і це зростання має якісну природу, оскільки підкріплене зміною харчової поведінки споживачів, демографічними факторами та більш свідомим ставленням до профілактики. По-друге, європейський ринок пред'являє підвищені вимоги до доказовості користі та прозорості маркування, тому конкурентоспроможною буде продукція, для якої виробник може обґрунтувати добір інгредієнтів і режимів обробки з точки зору збереження біоактивів і реального впливу на показники здоров'я. По-третє, хлібобулочний сегмент має всі передумови для інновацій: технологічна база дозволяє поєднувати класичні схеми тістоутворення з функціональними інгредієнтами, а споживчий попит на волокна, білок і знижений ГІ відкриває можливості для розширення асортименту без компромісів у безпеці та органолептиці. По-четверте, український контекст додає виробничих і логістичних викликів, але водночас загострює інтерес до локальних інгредієнтів і технологічних рішень, що забезпечують керованість собівартості, стабільність

якості та довговічність постачань. По-п'яте, стратегічна відповідь виробника має поєднувати рецептурні інновації (волокна, білок,  $\omega$ -3/ $\omega$ -6, антиоксиданти, зниження цукру й солі), технологічні підходи до збереження функціональних властивостей у процесі випікання та грамотну комунікацію переваг, що підтримується достовірними джерелами. Сукупність цих факторів підтверджує доцільність подальших досліджень і експериментальної валідації функціональних хлібобулочних виробів із підвищеною часткою волокон і білка та зі зниженим глікемічним індексом, із фокусом на органолептичні, фізико-хімічні та економічні показники, релевантні промислового впровадженню.

## **1.2 Теоретичні основи виробництва хлібобулочних виробів функціонального призначення.**

Хлібобулочні вироби традиційно займають одне з провідних місць у харчуванні населення, оскільки є важливим джерелом вуглеводів, рослинного білка, вітамінів групи В та мінеральних речовин. Нормативне визначення цієї групи продукції закріплене у ДСТУ 4583:2006 «Вироби хлібобулочні. Загальні технічні умови»: це продукти, отримані випіканням тіста, приготовленого на основі борошна різних видів із використанням води, дріжджів та солі з можливим додаванням інших компонентів (цукру, молочних продуктів, олії, харчових добавок тощо). Таке визначення важливе для подальшої розмови про функціоналізацію: воно окреслює базову матрицю, в якій відбувається кероване внесення інгредієнтів та зміна режимів процесу без порушення безпечності й споживних властивостей.

У межах сучасної харчової науки провідною стає концепція функціонального харчування, де продукт, крім базової поживної цінності, має науково обґрунтовану додаткову користь для здоров'я і профілактичний потенціал. У підходах Codex Alimentarius (FAO/WHO, 2019) функціональні продукти визначаються як такі, що у звичайних умовах споживання забезпечують організм не лише енергією та макронутрієнтами, а й біоактивними

складниками, здатними позитивно впливати на одну чи кілька фізіологічних функцій. Для хліба це означає переосмислення рецептур і процесів так, щоб у готовому виробі зберігалися або реалізовувалися цільові біоефекти за збереження смаку, текстури та безпечності.

Ключовою інтегральною характеристикою таких виробів є біологічна цінність — узагальнений показник засвоюваності білків, жирів, вітамінів і мінералів та їх відповідності фізіологічним потребам людини (трактування Інституту харчування НАМН України). Підвищення біологічної цінності у хлібопеченні досягають через контрольоване внесення нетрадиційної рослинної сировини, багатой на амінокислоти, антиоксиданти, вітаміни й мінерали, а також шляхом використання технік, що підвищують біодоступність нутрієнтів і зберігають термолабільні компоненти.

Сучасна теорія «функціонального хлібопечення» спирається на дві взаємопов'язані групи рішень. Перша — рецептурні: вибір і поєднання інгредієнтів із доведеною фізіологічною дією, які коригують вміст волокон, білка, поліненасичених жирних кислот, вітамінів, мінералів та поліфенолів. Друга — процесні: оптимізація гідратації, ферментації та випікання для збереження біоактивів і досягнення стабільної якості. Узагальнюючий огляд 2024 року у Foods показує, що додавання нетрадиційних борошен (бобові, безглютенові культури) та функціональних інгредієнтів збагачує білок, волокна і мікронутрієнти, але вимагає тонкого керування реологією тіста. Надлишкова частка клітковини знижує газоутримання й об'єм, а також змінює структуру м'якушки, тож потрібні корекції водопоглинання, інтенсивності замісу та тривалості ферментації. Це формує наукову рамку для прогнозованих сенсорних і технологічних наслідків кожного рецептурного кроку [14].

У хлібопеченні все ширше застосовують комплексні поліпшувачі (харчові добавки), щоб пришвидшити процес, стабілізувати якість і зовнішній вигляд виробів та частково компенсувати використання сировини нижчої якості. Автори аналізують асортимент доступних функціональних добавок і вплив поліпшувачів на споживні властивості хліба, акцентують вимоги українського

регулювання щодо безпеки та якості, а також розглядають натуральні й органічні інгредієнти як альтернативу синтетичним (суміші вітамінів/мінералів, «8 злаків», гарбуз, розторопша, концентрат квасного суслу, хмельова закваска, пророщене зерно). Висновок: поліпшувачі й надалі використовуватимуться через погіршення якості борошна та економічний тиск, але ключовим викликом лишається гарантія їхньої безпеки та доцільний перехід до природних функціональних інгредієнтів [15].

Центральне місце у теоретичних підходах посідають харчові волокна як інструмент зниження глікемічного індексу, підвищення ситості та поліпшення функціонування ШКТ. Метааналіз практик «підвищення клітковини» у білому борошні/хлібі (Shewry та співавт., 2023) показує, що навіть приріст частки волокон у білому борошні з ~4 до ~6% у перерахунку на суху речовину здатен відчутно збільшити добове споживання клітковини на рівні популяції. Водночас зростає водопоглинання і «в'язкість» тіста, уповільнюється розвиток клейковини і є ризик зниження об'єму, тому технологічні компенсації через гідратацію, заміс і ферментацію є обов'язковими. Експериментальна робота Foods (2024) демонструє, що продумане поєднання розчинних і нерозчинних волокон дозволяє подвоїти вміст клітковини у білому хлібі з мінімальними втратами якості, оскільки ретенція CO<sub>2</sub> у тісті практично не страждає [16,17].

Порівняльні дослідження горохових, какао- та яблучних волокон у пшеничному тісті показують різноспрямований вплив на показники фаринографа/альвеографа, водопоглинання та об'єм готових виробів. Звідси висновок: саме тип, фракційний склад і ступінь подрібнення волокон визначають компроміс між функціональною користю та текстурою, а також потребу в допоміжних гідролоїдах. Додатковий приклад — екструдовані оболонки гороху: вони підвищують частку клітковини й антиоксидантну активність, однак вимагають підбору доз, щоб уникнути надмірної твердості м'якушки [18,19].

Серед пребіотичних інгредієнтів окремо виділяють інулін та фруктани. Вони поєднують дієтичну функцію (зменшення глікемічної відповіді, модулювання мікробіоти) з технологічною роллю заміників цукру/жиру, але

здатні змінювати еластичність клейковини та твердість м'якушки. Детальний огляд 2022 року роз'яснює стабільність інуліну на етапах замісу й випікання та описує «важелі» процесу, які допомагають зберегти його функції у готовому виробі без шкоди для сенсорики [20].

Процесна «вісь» теорії включає закваски та пробіотичні підходи. Органічні кислоти та ферментні системи закваски модифікують крохмаль і білок, знижують вміст фітинової кислоти, підвищують біодоступність мікроелементів і можуть зменшувати прогнозований глікемічний індекс. Огляди 2023–2024 рр. у *Fermentation/Foods* узагальнюють, що внесення 20–30% закваски покращує ароматичний профіль і прийнятність, а застосування пробіотичних культур відкриває шлях до постбіотичних ефектів у готовому хлібі завдяки метаболітам ферментації [21, 22].

Теоретична база фортифікації підтверджена клінічною доказовістю. Систематичний огляд контрольованих досліджень (*Nutrients*, 2023) показує, що збагачення хліба вітамінами (B9, C, D2/D3), мінералами (K, Ca, Mg, Fe, Zn), білками, волокнами та поліфенолами може давати вимірювані позитивні ефекти для здоров'я, за умови дотримання доз і коректного маркування. Це важливий аргумент для нормативно вивіренних «health claims» і впровадження у масовий асортимент [23].

Окрема лінія інновацій — функціональні рослинні добавки з антиоксидантним профілем. Додавання «зернової кави» до пшеничного хліба впливає на водоутримання й тістоутворення, підвищує стабільність замісу, але при дозуванні понад 6% зменшує об'єм і збільшує твердість м'якушки, отже, оптимальний інтервал доз має бути нижчим. Інший приклад — оливомакуха: малі внесення покращують антиоксидантні властивості та сенсоріку без суттєвих втрат технологічних параметрів. Обидва кейси показують, як побічні продукти агропереробки стають носіями поліфенолів і волокон у хлібі, якщо дозування та процес збалансовані [24,25].

Мікроводорості — ще одна науково обґрунтована платформа для підвищення білковості, мінерального складу та антиоксидантної активності. Дослідження 2024 року (Applied Sciences) показує, що *Chlorella vulgaris*, *Tetraselmis chuii* та *Phaeodactylum tricornutum* підсилюють протеїнову й фенольну складові хліба, однак змінюють колір і можуть додавати специфічні ноти смаку, що вимагає точного балансування доз. Узагальнення 2022 року підтверджує зростання антиоксидантної активності та рекомендує рівні 1–3% як «безпечну зону» для сенсорики [26, 27].

Українські дослідження 2022–2024 рр. добре корелює з глобальними трендами та додає локальний контекст сировини й технологій. Робота ІПР НААН [28] про збагачення спельтового хліба ПНЖК обґрунтовує добір рослинних олій за профілем ненасиченості та контроль окиснення, що дозволяє підвищити нутрієнтну щільність без втрат якості. Дослідження ОНТУ [29] щодо насіння льону описує кінетику газоутворення і бродіння у тісті з цілими/подрібненими, сухими/замоченими насінинами — це практична модель поєднання волокон і  $\omega$ -3. Огляд [30] про продукти переробки насіння конопель систематизує білково-ліпідні інгредієнти для хліба і дає рецептурно-процесні рекомендації з огляду на сенсоріку та термін зберігання. Праця [31] про покращення якості пшеничного хліба шляхом збагачення тефлового борошна демонструє, що близько 10% тефлового борошна в купажі з пшеничним покращує харчову цінність за прийнятної структури, причому формовий випік надає кращу стабільність форми.

З позицій механізмів корисної дії сукупний масив даних дозволяє сформулювати узагальнення. Збільшення частки різнорідних волокон (арабіноксилани,  $\beta$ -глюкани, пектин, резистентний крохмаль) знижує глікемічне навантаження, посилює ситість і покращує кишкову мікробіоту, але потребує технологічних компенсацій для збереження структури м'якушки та об'єму. Закваска і пробіотики підвищують біодоступність мінералів, зменшують фітати й можуть знижувати глікемічний індекс готового хліба. Фортифікація вітамінами/мінералами має клінічну підтвердженість і повинна спиратися на

стандартизовані дози та коректне маркування. Введення носіїв ПНЖК (ляне насіння, конопляні інгредієнти, інші олійні культури) та поліфенольних джерел (оливомакуха, «зернова кава», висівки/лушпиння бобових) підвищує антиоксидантну активність і нутрієнтну щільність; водночас потрібен контроль оксидативної стабільності і дотримання «сенсорного порогу». Сукупність цих факторів дозволяє проектувати функціональні хліби зі зниженим прогнозованим глікемічним індексом, підвищеним умістом волокон/білка/ПНЖК та науково обґрунтованими «health claims», не виходячи за межі приємної текстури й смаку [32].

Для практичної реалізації теоретичних засад варто акцентувати на технологічних «регуляторах»: балансі води (оскільки волокна й білкові ізоляти змінюють водопоглинання і розвиток клейковини), режимах ферментації (компенсація зростання в'язкості та уповільнення розвитку клейковини), застосуванні структуроутворювачів і гідролоїдів (стабілізація пористості), доцільності формового випікання при високій частці альтернативних борошен та точному дозуванні рослинних біоінгредієнтів, щоб зберегти об'єм і не перевищити сенсорний поріг гіркоти/терпкості. Перехресна валідація на модельних тістах (фаринограф, альвеограф, реометрія) і пост hoc-кореляція з об'ємом, пружністю та твердістю м'якушки є критичними для промислової відтворюваності [33].

Систематизований вітчизняний огляд Науменко О.В., Полонської Т.А., Гетьман І.А. [34] (Інститут продовольчих ресурсів НААН, Київ) акцентує, що хліб є перспективною матрицею для збагачення есенціальними інгредієнтами завдяки доступності споживання. Автори виділяють ключові напрями надання/підсилення функціональних властивостей: цільове коригування хімічного складу, використання нових видів сировини, біологічно активних харчових добавок та функціональних інгредієнтів. До основних груп функціональних інгредієнтів, релевантних для хлібопечення, належать: харчові волокна, вітаміни-антиоксиданти (А, Е, С,  $\beta$ -каротин), поліненасичені жирні кислоти ( $\omega$ -3,  $\omega$ -6), білкові ізоляти/частково знежирене борошно, а також

пробіотики. Показано практичні шляхи зниження глікемічного індексу (замінники цукру, підвищення частки харчових волокон, часткова заміна рафінованих вуглеводів), зменшення енергетичної цінності (цукрозамінники, інгредієнти з високою часткою білка/клітковини), а також підвищення нутрієнтної щільності за рахунок рослинних білків і олійних культур. Окремо підкреслено роль пектинових речовин, їх безпечність за оцінками FAO/WHO та доцільність використання для регуляції глікемічної відповіді. Узагальнення авторів підтверджує актуальність розширення асортименту функціональних хлібобулочних виробів і необхідність удосконалення рецептур і технологічних режимів для різних груп споживачів (у т.ч. дієтичні потреби, зниження ГІ, підвищення вмісту ПНЖК, клітковини тощо).

Таким чином, теоретичні засади виробництва хліба функціонального призначення спираються на поєднання класичних принципів тістоутворення й випікання з науково обґрунтованим добром функціональних інгредієнтів, що підвищують біологічну цінність, покращують метаболічні показники споживачів і забезпечують цільові профілактичні ефекти. У межах цього підходу перспективними визнаються внесення зернових і бобових борошен (гречане, нутове, сочевичне), овочевих порошоків (гарбузовий, морквяний, буряковий), висівок/клітковини, джерел  $\omega$ -3/ $\omega$ -6 ПНЖК, а також технологічні прийоми, що зберігають біоактивні компоненти під час термооброблення та стабілізують структуру м'якушки [35].

У межах підходів до підвищення біологічної цінності та функціональних властивостей хліба перспективним напрямом є використання цільнозернової та «периферійної» фракції зерна, а також технологій, що активують ферментативні й біохімічні процеси у зернівці. Узагальнений огляд і експериментальні результати [36] С. Ю. Миколенка, В. Ю. Соколова, В. В. Пенькової (Дніпровський ДАЕУ) показують, що перехід від рафінованих продуктів до функціональних може спиратися на дисперговану зернову масу (у т.ч. із пророщеного зерна), що забезпечує вищу частку харчових волокон, вітамінів, мінералів та біоактивних сполук. Автори деталізують технологічні виклики

цільнозернового хліба — формування і стабільність структури м'якушки, газоутворення та мікробіологічну безпеку — та пропонують інженерні рішення.

Ключовою технологічною інновацією, обґрунтованою в цій роботі, є застосування плазмохімічно активованої води (PAW) для замочування зерна та приготування тіста. Показано, що PAW виконує подвійну роль: інтенсифікатора біохімічних процесів у зернівці (зростання активності амілолітичних ферментів, прискорення біопроцесів, посилення газоутворення) та антисептика, який підвищує мікробіологічну безпеку сировини і напівфабрикатів. Експериментально доведено вплив тривалості замочування на якість готових виробів і підібрано оптимальну рецептуру для хліба з диспергованої зернової маси; показано можливість суттєвого скорочення тривалості виробництва при одночасному поліпшенні органолептичних і структурно-механічних показників. Сукупно ці результати гармонійно доповнюють положення Codex Alimentarius та висновки вітчизняних оглядів, формуючи цілісну стратегію: від цільового коригування складу (волокна, ПНЖК, білкові ізоляти, антиоксиданти) — до процесних інтервенцій (пророщування, диспергування, PAW), які підсилюють харчову і біологічну цінність, знижують глікемічне навантаження і стабілізують якість у промислових умовах.

Нижче наведено узагальнюючу таблицю сучасного асортименту хліба функціонального призначення в Україні. Вона систематизує основні категорії, функціональні властивості та приклади готової продукції — на основі інформації станом на 2025 рік.

*Таблиця 1.1*

#### **Асортимент хліба функціонального призначення.**

<b>Категорія</b>	<b>Ключові функціональні властивості</b>	<b>Приклади/Формати</b>	<b>ТМ/бренд</b>
Безглютеновий	Для людей із целиакією, алергіями, низький ГІ	Кукурудзяний, гречаний, рисовий	Dr. Schär, Right With Us, Хорс, Abonett

Цільнозерновий	Підвищений вміст клітковини, вітамінів, мінералів	Пшеничний, житній, мультизерновий	КиївХліб, Кулиничі
Бездріжджовий	Легше травлення, природна ферментація (закваска)	Насіння, закваска, зерновий	Власна випічка ресторани в
Хліб із пророщених зерен	Висока біодоступність нутрієнтів, ензими	Пшеничний, жита, мікси з бобових	Хелсі Традишн, Right With Us
Біо/органічний	Органічна сировина без пестицидів і синтетики	Зерновий, амарантовий, з насінням	Vero Vero, інші локальні
Збагачений	Додано вітаміни, мінерали, білок	Хліб з насінням гарбуза/соняшника	ТМ "Хорс", Healthy Line, Right with Us
Високобілковий	Додатковий білок (рослинний/тваринний)	З насінням льону, конопель, бобовими	Локальні бренди
Із пребіотиками/пробіотиками	Підтримка мікробіому, користь для травлення	Хліб на заквасці з інуліном, житні багети	Healthy Line, Хелсі Традишн

Такий асортимент затребуваний у торгових мережах, спеціалізованих магазинах, у закладах ресторанного господарства та оздоровчого призначення. Спостерігається постійне розширення номенклатури функціональних сортів за рахунок розвитку інновацій у харчових технологіях.

### **1.3 Вибір сучасних інгредієнтів та технологічних прийомів у виробництві функціонального хліба**

Оснoву інноваційних рецептур є використання сучасних харчових волокон, білкових ізолятiв, пребіотикiв та поліненасичених жирних кислот у поєднанні з безглютенoвими, альтернативними та традиційними видами борошна. Харчoві волокна (пшеничні, спельтові висівки, інулiн) не лише підвищують фізіологічну цінність виробу, але й оптимізують водоємкість тіста, його реологічні та сенсорні властивості. Наприклад, результати досліджень засвідчили, що введення 6–12% спельтових висівок значно підвищує добове споживання клітковини, при цьому структура і пористість м'якушки залишаються стабільними та якісними. Такі підходи зміцнюють технологічну відтворюваність процедури та дають стабільний оздоровчий ефект.

У статті [37] науково обґрунтовано, що сучасні тенденції формування якості хлібобулочних виробів функціонального призначення базуються на інноваційному підході до підбору інгредієнтів, рецептур та технологічних режимів. Особливу увагу приділено впровадженню багатокомпонентних сумішей, таких як “8 злаків”, а також використанню насіння, рослинних білків і пребіотичних речовин (інулiн, пектини), що дозволяє істотно підвищити біологічну цінність хліба.

У статті [38] проаналізовано сучасні наукові підходи до створення хлібобулочних виробів із підвищеними функціональними властивостями. Дослідники акцентують на ролі харчових поліпшувачів, функціональних добавок та інгредієнтів, що прямо впливають на якість і споживчі властивості сучасного хліба.

Відзначено, що головна тенденція розвитку галузі – це поєднання класичних технологій з науково обґрунтованим добором сучасних функціональних добавок, що дозволяють виробникам одержувати продукцію з гарантованими оздоровчими ефектами, відмінною якістю та стабільною промисловою відтворюваністю.

У роботі [39] представлено наукове удосконалення технології функціональних органічних хлібобулочних виробів шляхом використання шроту насіння гарбуза. Автори підкреслюють, що стандартний хліб із високосортного пшеничного борошна є незбалансованим за амінокислотним складом, містить недостатню кількість харчових волокон, вітамінів і мінералів.

Враховуючи постійну присутність хліба у раціоні більшості споживачів, доцільним є його збагачення мікро- та макронутрієнтами, необхідними для нормальної роботи організму. На основі експериментальних досліджень запропонована рецептура органічного пшеничного хліба першого сорту з додаванням 10% шроту насіння гарбуза до маси борошна. Результати показали, що виріб має покращений нутрієнтний склад: підвищується вміст харчових волокон, незамінних амінокислот і таких важливих мікроелементів як цинк.

Практична значущість дослідження полягає у науковому підтвердженні ефективності збагачення органічних хлібобулочних виробів рослинними біоінгредієнтами (шрот насіння гарбуза), які підвищують їх харчову цінність, задовольняють функціональні потреби і формують сучасний асортимент оздоровчої випічки.

У роботі [40] досліджено технологію виробництва житньо-пшеничного хліба функціонального призначення з використанням гречаних пластівців.

Автор акцентує, що сучасний тренд здорового харчування веде до попиту на продукти з підвищеною біологічною цінністю, збагачені білком, харчовими волокнами, вітамінами та мінералами. Житньо-пшеничний хліб вже займає ключове місце в раціоні українців, і підвищення його функціонального потенціалу є цілком обґрунтованим напрямком. Гречані пластівці виділяються як перспективний інгредієнт для збагачення харчової цінності хліба, адже містять природний комплекс нутрієнтів: білок, залізо, магній, харчові волокна.

Робота містить аналіз ефекту використання гречаних пластівців у рецептурі житньо-пшеничного хліба, що дозволяє оптимізувати поживний склад, зберегти характерну структуру та смако-ароматичні властивості виробу. Науковці обґрунтували і практично реалізували технологію, яка підвищує вміст

біологічно активних компонентів, забезпечує високий рівень якості та органолептики функціонального хліба.

Практичний аспект дослідження — це розробка проекту цеху для виробництва даного виду хліба, адаптація рецептури до промислових масштабів та відповідність сучасним вимогам здорового харчування.

У роботі колективу авторів [41] представлено дослідження впливу процесу кріоконсервації на якість хлібної закваски при біотехнології отримання функціонального бездріжджового хліба.

Науковці провели фізико-хімічний та мікробіологічний аналіз заквасок після кріоконсервації, зокрема перевірили титр молочнокислих бактерій та їхню життєздатність. Експериментально доведено, що додавання пребіотичних компонентів (лактолоза, гідратоване насіння льону, екстракт розторопші, чіа, псиліум) у якості кріопротекторів позитивно впливає на збереження біоактивності закваски.

Встановлено оптимальні концентрації захисних пребіотичних компонентів — *Silybum marianum* (розторопша) 5% та *Linum usitatissimum* (льон) 5%, при яких забезпечується високий титр молочнокислих бактерій у хлібній заквасці і відповідність готових хлібопекарських продуктів нормам ДСТУ. Доведено, що процес заморожування не погіршує якість закваски, а навпаки, такі вироби мають кращі фізико-хімічні та органолептичні властивості. Запропоновані пребіотики захищають життєздатність бактеріальних клітин не лише при кріоконсервації, а і на етапі випікання, сприяючи отриманню високоякісного функціонального хліба.

Практична цінність дослідження полягає у розробці біотехнологічної схеми кріоконсервації хлібної закваски із застосуванням сучасних природних пребіотиків-кріопротекторів, що дозволяє розширити асортимент бездріжджового функціонального хліба з гарантованими оздоровчими ефектами.

У роботі [42] Квасницької К. під керівництвом Шевчук Н. П. проведено удосконалення технології виробництва хліба на ТОВ «Миколаївський

хлібозавод №1» шляхом оптимізації рецептурного складу з використанням рослинних функціональних добавок, зокрема пектинів, спецій і насіння.

Дослідження охоплює фізико-хімічний, біологічний та органолептичний аналіз двох видів пшеничного хліба: «Цитрус» (з порошкоподібним цитрусовим пектином) та «Інь Янь» (з насінням чорного та білого кунжуту). Експериментальні дані свідчать, що оптимальне дозування цитрусового пектину — 0,5–1,0% до маси борошна — позитивно впливає на об'єм, пористість, свіжість і висоту хліба. Коріандр (0,11%) і насіння кмину (0,35%) забезпечують гармонійний баланс смаку та аромату — це підтверджено пробами та сенсорним тестуванням. Додавання кунжуту (1,05%) не змінило основні фізико-хімічні показники, але покращило органолептику й оздоровчу цінність продукту.

Практичні результати роботи доводять доцільність застосування пектинів для подовження терміну свіжості, стабілізації структури тіста й підвищення нутрієнтної цінності пшеничного хліба, а спеції й насіння — для формування функціональної спрямованості та органолептичної привабливості виробу. Економічні розрахунки, технічні схеми, а також картування небезпечних факторів (НАССР) і гарантія безпечності підтверджують практичну застосовність та перспективність впровадження технологічних удосконалень у масштабах промислового виробництва.

У дослідженні [43] Олени Петрової (Миколаївський національний аграрний університет) було проведено органолептичну і харчову оцінку хліба з додаванням функціональної білково-мінеральної суміші «Мобі-люкс Універсал», яка містить білки молочної сироватки, гемоглобін, кальцій, йод, залізо. Добавка слугує джерелом незамінних нутрієнтів та є перспективною для виробництва інноваційних хлібобулочних виробів оздоровчого спрямування.

Оптимальна кількість додавання даної функціональної суміші — до 5% від маси борошна, що забезпечує збільшення харчової цінності, підвищення вмісту білків (до 11,0 г/100 г продукту) та енергетичної цінності (278 ккал/100 г). Для порівняння, у традиційному пшеничному хлібі ці показники становлять відповідно 7,9 г білків і 243 ккал.

Функціональна добавка позитивно впливає на структуру клейковини, підвищує водо- й жиропоглинання, сприяє збільшенню виходу продукції, покращує зовнішній вигляд, аромат, смакові властивості, а також подовжує термін зберігання свіжості хліба.

Включення білково-мінеральної функціональної добавки у хліб дозволяє значно підвищити харчову і біологічну цінність продукту, покращити органолептичні показники та задовольнити сучасний запит споживачів на оздоровчу випічку з профілактичним ефектом. Таке рішення є ефективним як для масового ринку, так і для спеціалізованих ліній функціонального хліба.

У роботі [44] досліджено перспективи використання продуктів переробки коноплі (конопляного шроту та протеїну) для виробництва хліба функціонального призначення. Автори узагальнюють, що конопляний шрот і протеїн мають багатий біохімічний склад, містять вітаміни, мінерали, харчові волокна й білки, що дозволяє підвищити харчову цінність хлібобулочних виробів.

Науково доведено, що білки конопляного шроту не містять компонентів глютену й гліадину, що робить їх безпечними для людей із целиакією та сприяє розширенню асортименту продуктів для спеціальних дієт. Дослідження підтверджує можливість використання конопляної сировини у виробництві хліба із сортового пшеничного борошна, що позитивно впливає на функціональні властивості готового виробу.

Практична значимість роботи полягає у створенні нового сегменту хлібобулочних виробів з підвищеною біологічною цінністю, що відповідає сучасним тенденціям здорового харчування.

У роботі [45] всебічно досліджено технологію, хімічний склад і якість функціонального житнього хліба з додаванням соняшникового насіння.

Автор обґрунтовує, що функціональні властивості хліба можуть бути покращені завдяки оптимізації хімічного складу шляхом додавання цінних інгредієнтів, таких як житнє борошно й насіння соняшника. Для розробки рецептури застосовано трьохфазний спосіб приготування тіста (заварка –

закваска – тісто), що забезпечує якісний розвиток структури й ароматичних властивостей. Описані сучасні технологічні та принципові схеми виробництва, види обладнання, розраховано вихід готової продукції, складена схема технохімічного контролю якості.

Експертиза виробів приватної пекарні (м. Дніпро) підтвердила, що додавання соняшникового насіння підвищує біологічну цінність хліба, збагачує його амінокислотний та мінеральний склад, покращує органолептичні та фізико-хімічні властивості, а також збільшує свіжість і зберігання. Окремо розглянуто питання безпечності й організації виробництва (плани-програми НАССР, заходи щодо усунення небезпечних і шкідливих факторів).

У статті В. М. Юхно та О. В. Бараболі [46] досліджено розробку рецептури та технологічні особливості хлібобулочних виробів функціонального призначення з додаванням фруктози. Актуальність роботи зумовлена зростанням кількості осіб із цукровим діабетом та надлишковою вагою, що диктує необхідність впровадження здорового харчування на основі більш корисних продуктів без традиційного білого цукру.

Дослідниками запропоновано приготування булки «Полтавська з фруктозою», в якій цукор було замінено на кристалічну фруктозу у концентраціях 10% і 15% до маси борошна. Проведено комплексні порівняння виробів між собою та з контрольним зразком за органолептичними (смак, запах, вигляд, консистенція, колір) і фізико-хімічними (пористість, вологість, параметри тіста) показниками. Всі вироби відповідали вимогам ДСТУ щодо якості, однак оптимальним у співвідношенні користі та сенсорики виявився зразок із 10% фруктози — саме ця концентрація забезпечила найкращий баланс смаку, структури і є безпечнішою для осіб із цукровим діабетом.

Збільшення фруктози до 15% у рецептурі призвело до надмірної солодкості, надмірної вологості та пористості м'якушки, а також до швидшого усихання виробу. Оптимізація рецептури дозволила впровадити новий вид функціональної булки для діабетичного харчування, що відповідає стандартам якості і смаку.

Інулін та пребіотики відіграють подвійну роль — стабілізують текстуру хліба та виступають дієтичними регуляторами мікробіому. Додавання інуліну у кількості 7–10% забезпечує легкий солодкуватий смак і покращує еластичність тіста, а його пребіотичний ефект підтверджений метааналізами фізіологічних досліджень. Альтернативні борошна (горох, нут, амарант, гречка) підвищують амінокислотний та білковий профіль готової продукції, не погіршуючи сенсорних характеристик при раціональних концентраціях.

Експерименти з введенням поліненасичених жирних кислот (ляне, конопляне насіння та олії) засвідчують не лише підвищення антиоксидантного статусу й зниження холестерину у споживачів, а й додатковий позитивний вплив на структуру та аромат хліба. Рослинні антиоксиданти (буряковий, гарбузовий порошок, зелена кава) змінюють колір виробу, збільшують енергетичну і антиоксидантну цінність, а також слугують природним барвником і підсилювачем смаку.

Варто окремо відзначити роль сучасних технологічних прийомів. Оптимізація гідратації, впровадження заквасок, використання пробіотичних штамів, попереднє пророщування зерна сприяють збереженню максимального спектру біоактивних речовин — вітамінів, ферментів, мінералів. Замочування і ферментація компонентів позитивно впливають на засвоюваність макро- і мікронутрієнтів, поліпшують органолептику без втрати об'єму хліба.

Практичні дослідження доводять доцільність додавання комплексних поліпшувачів: інуліну, пектину, пребіотиків для стабілізації структури тіста й подовження термінів свіжості. Інноваційні методи диспергування, ультразвукової обробки, керовані режими замісу та випікання дозволяють зберігати біоактивні речовини й забезпечують якість продукції навіть при високій частці альтернативних інгредієнтів. Приклад: у роботі обґрунтовано

поєднання спельтових висівок із класичним пшеничним борошном і реалізовано технологію збалансованого введення волокон у промислових умовах.

Наведена нижче таблиця демонструє системний підхід до вибору функціональних компонентів і технологічних рішень, які реально апробовані у сучасних наукових і виробничих проектах.

Таблиця 1.2

**Систематизація сучасних інгредієнтів і технологічних прийомів у виробництві функціонального хліба**

<b>Група інгредієнтів/прийом</b>	<b>Приклади, джерела</b>	<b>Функціональний ефект</b>	<b>Особливості технології, дозування</b>
Харчові волокна	Пшеничні висівки, спельта, інулін	Підвищення клітковини, оптимізація водоемності тіста, оздоровчий ефект	6–12% висівок, 7–10% інуліну: покращення структури, стабільна пористість
Альтернативне борошно	Спельтове, амарантове, гречане, кукурудзяне	Збагачення амінокислотним та білковим профілем	10–20% до маси традиційного борошна, гармонійне поєднання для балансу органолептики і користі
Рослинні білки	Ляне, конопляне, гарбузове насіння, протеїн	Підвищення білковості, оздоровлення, антиоксидантна дія	Внесення рослинного білка до 10%, зміцнення структури тіста, безглютенова безпека
Пребіотики, пектини	Інулін, пектин, пророще зерно, лаутлоза, псиліум	Стабілізація текстури, підтримка мікробіому, збереження біоактивності	5–10% пребіотиків, отримання легкого смаку, подовження свіжості виробу
Комплексні поліпшувачі	“8 злаків”, вітамінні суміші,	Підвищення біологічної цінності,	Збалансовані композиції, утримання

	концентрати, мінерали	стабілізація технологічного процесу	об'єму, відповідність нормативам якості
Поліненасичені жирні кислоти	Ляна, конопляна оля, гарбузовий порошок	Зниження холестерину, посилення антиоксидантного статусу	Додавання до 5– 10%; забезпечення м'якості, відсутності стороннього присмаку
Насіння, антиоксиданти	Гарбузове, конопляне, буряковий порошок, зелена кава	Підвищення харчової, антиоксидантної цінності, колорит, смак	Додавання 1– 10%, регулювання вологості й кольору виробу
Технологічні прийоми	Замочування, ферментація, пророщення, закваски, ультразвук	Збереження біоактивних речовин, покращення засвоюваності, пролонгація свіжості	Оптимізація режимів, замочування до 12 год, ферментація 2– 30 год, контроль рН і температури

У процесі розробки рецептури функціонального хліба було обрано додавання псиліуму та амарантового борошна, оскільки ці компоненти відповідають сучасним тенденціям оздоровчого та дієтичного харчування та мають науково підтвержені переваги.

Псиліум було обрано завдяки його унікальним властивостям як джерела розчинної клітковини, що позитивно впливає на стан шлунково-кишкового тракту, регулює глікемічний індекс готового виробу та сприяє розвитку корисної мікрофлори кишечника. Додавання псиліуму дозволяє суттєво збільшити вміст харчових волокон, покращити структуру м'якушки, її еластичність і подовжити термін свіжості хліба.

Амарантове борошно було включено до рецептури як потужне джерело високоякісного рослинного білка, незамінних амінокислот, кальцію, магнію, заліза та антиоксидантів. Воно підвищує біологічну цінність хліба, збагачує його

поживний склад і надає готовому виробу особливого аромату та горіхового присмаку. Це дозволяє створити продукт з оптимальним балансом білків, клітковини й мінералів, відповідний для профілактичного й дієтичного харчування.

Таким чином, вибір псиліуму та амарантового борошна обумовлений прагненням отримати сучасний функціональний хліб із підвищеною харчовою й біологічною цінністю, збалансованою текстурою, поліпшеними органолептичними властивостями та оздоровчим ефектом для широкого кола споживачів.

#### **1.4 Характеристика амарантового борошна як перспективної сировини для виробництва хліба функціонального призначення**

Амарантове борошно розглядається сучасною наукою як перспективна сировина для виробництва хліба функціонального призначення завдяки унікальному поєднанню біохімічних властивостей, харчової й біологічної цінності, а також технологічного потенціалу. Дослідження показують, що амарантове борошно вирізняється високим вмістом якісного рослинного білка, зокрема незамінної амінокислоти лізину, яка традиційно є дефіцитною у пшеничному борошні. Цей чинник обумовлює підвищення амінокислотної збалансованості готового хліба, що сприяє його дієтичній та профілактичній функції у раціоні [47].

Амарантове борошно містить значні концентрації кальцію, магнію, заліза, цинку, що позитивно впливає на профілактику дефіциту мікроелементів у харчуванні різних груп населення. Безглютенова структура цієї сировини дозволяє використовувати її для виробництва спеціалізованих продуктів для осіб із порушеннями засвоєння глютену (целиакія), а також для дієтичного, оздоровчого харчування. Вміст сквалену, вітамінів А і Е, поліфенольних антиоксидантів забезпечує захисну й антиоксидантну дію, підтвержену лабораторними дослідженнями [48].

Фізико-хімічні та органолептичні властивості хліба з додаванням амарантового борошна поліпшуються — зростає м'якість, пористість, еластичність, подовжується термін свіжості готового виробу. Водночас, технологічні дослідження доводять, що для оптимального збереження структури і смаку рекомендовано додавати амарантове борошно у купажі з пшеничним або житнім борошном у співвідношенні 10–20%. При підвищених концентраціях (>20%) можливе ущільнення м'якушки, тому важливо коригувати режими гідратації та ферментації тіста [49].

Наукові статті свідчать, що використання амарантового борошна у виробництві функціонального хліба дозволяє створювати продукт із підвищеною білковою, мінеральною та антиоксидантною цінністю, який відповідає сучасним вимогам здорового харчування, профілактики та індивідуалізованих дієт [50].

Амарант — джерело інновацій для індустрії функціональних хлібобулочних виробів, здатний підвищити якість, корисність і споживчу привабливість продукту, підтверджуючи свою важливість у рамках науково обґрунтованої рецептурної модернізації хліба нового покоління

### **1.5 Характеристика псиліуму як перспективної сировини для виробництва хліба функціонального призначення**

Псиліум, або лузга насіння подорожника (*Plantago ovata*), є надзвичайно перспективною сировиною для створення функціональних хлібобулочних виробів. Його харчова та технологічна цінність ґрунтується на унікальній структурі розчинних полісахаридів: понад 80% складу становлять харчові волокна, які набухають у присутності води й формують гелеподібну систему. Саме ці властивості забезпечують покращення водоутримуючої здатності, еластичності тіста, підвищують об'єм і рівномірність пористості м'якушки, що у підсумку подовжує термін свіжості готових виробів [51].

Дослідженнями встановлено, що навіть невелика частка псиліуму в рецептурі—3–5% до маси борошна—значно підвищує рівень клітковини у хлібі, стимулює нормалізацію травлення, затримує засвоєння вуглеводів і сприяє зниженню глікемічного індексу виробу. Важливим є доказаний пребіотичний ефект псиліуму: він сприяє активному росту корисної мікрофлори кишечника, що підтверджено сучасними експериментами з нутриціології, а також позитивному впливу на рівень холестерину та профілактику серцево-судинних захворювань [52].

Особлива актуальність псиліуму виникає для безглютенових, дієтичних, дитячих продуктів та випічки для осіб із цукровим діабетом, ожирінням чи іншими метаболічними порушеннями, оскільки він абсолютно природно відсутній у складі глютену, а висока гелеутворювальна здатність, сумісність із різними альтернативними видами борошна (амарантовим, гречаним, кукурудзяним) розширює його інноваційний потенціал[53].

Практичний досвід (Божко М.М., 2021) також підтверджує, що псиліум є ефективним натуральним заміником жиру. Його додавання в рецептури здобного печива, як доведено у наукових дослідженнях, дозволяє знизити енергетичну цінність продукту, підвищити вміст харчових волокон без негативного впливу на смак, аромат чи текстуру. При заміні 20—40% жиру на гідрозоль псиліуму спостерігається позитивний ефект для структури виробу, пористості, органолептики, а продукція відповідає рецептурним вимогам за вологістю й якістю [54].

Суспільно-лікувальна й профілактична роль псиліуму стає усе більш затребуваною: дієтологи рекомендують його до раціону для людей з ожирінням, предіабетом, цукровим діабетом 2 типу та іншими метаболічними розладами, оскільки його регулярне споживання сприяє покращенню показників вуглеводного й ліпідного обмінів, профілактиці несприятливих зрушень у роботі підшлункової залози, серця та кишечника [55].

Висока технологічна сумісність, стабільність гелеутворення, універсальність для різних груп населення й безглютеновий статус дозволяють

вважати псиліум одним із ключових функціональних інгредієнтів у сучасних рецептурах хліба оздоровчого та дієтичного призначення. Його використання дає змогу створювати продукт з підвищеною харчовою та оздоровчою цінністю, не жертвуючи структурою та смаковими характеристиками [51, 54, 55].

#### Висновки до розділу 1:

Проведений літературний огляд підтвердив актуальність розробки функціональних хлібобулочних виробів із застосуванням сучасних харчових інгредієнтів, зокрема псиліуму та амарантового борошна. Світові та вітчизняні дослідження засвідчують значний ріст попиту на функціональні продукти, орієнтовані на здоров'я, профілактику хвороб та підвищення якості життя. Аналіз сучасних ринкових та технологічних трендів доводить, що функціональний хліб із багатим вмістом харчових волокон, білків, мінералів, вітамінів і пребіотичних речовин відповідає очікуванням споживачів, які активно шукають корисні та природні продукти із “clean label” маркуванням і доведеною біологічною цінністю.

Вивчення властивостей псиліуму та амаранту показало їхню перевагу як функціональних добавок: високий вміст розчинної та нерозчинної клітковини, наявність унікальних амінокислот, жирних кислот, мікро- та макроелементів. Включення цих інгредієнтів у склади хліба сприяє зниженню глікемічного індексу, покращує обмін речовин і сприяє профілактиці шлунково-кишкових захворювань. Огляд наукових джерел і технологічних стандартів свідчить, що їх раціональне дозування в рецептурах дозволяє не лише розширити смакову палітру, але й забезпечити стабільність структури, тривалість свіжості й харчову безпечність продукту.

Окрему увагу приділено питанню конкурентоспроможності інноваційного хліба на ринку: зростання експорту, динаміка локального виробництва, поява нових нішевих брендів і розвиток вимогливого споживача змушує виробників впроваджувати інновації, орієнтовані не лише на харчову якість, а й на тренди чистої етикетки, екологічності та функціональності.

Таким чином, опрацьовані теоретичні й статистичні дані доводять доцільність застосування псиліуму та амаранту у виробництві хліба і слугують підґрунтям для подальших експериментальних і технологічних досліджень з метою створення оновлених, конкурентоспроможних функціональних хлібобулочних виробів.

## РОЗДІЛ 2

### ОБ'ЄКТИ, МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 2.1 Програма досліджень та схема дослідів

Програма досліджень розроблена для комплексної оцінки впливу введення псиліуму та амарантового борошна на фізико-хімічні, органолептичні, мікробіологічні характеристики функціонального хліба та визначення оптимальних параметрів рецептури і технологічного процесу.

Об'єктом досліджень є пшеничний хліб з додаванням псиліуму (лузги насіння подорожника) та амарантового борошна в різних концентраціях.

Основні завдання досліджень:

1. Встановити ефективні дозування псиліуму та амарантового борошна для покращення харчової, дієтичної й технологічної цінності хліба.
2. Дослідити вплив нових інгредієнтів на структурно-механічні властивості тіста, показники готового виробу (об'єм, пористість, вологість, еластичність м'якушки, термін свіжості).
3. Провести сенсорну (органолептичну) оцінку готової продукції.
4. Оцінити вплив нових компонентів на глікемічний індекс.

Схема дослідів:

Розроблюються контрольна (без функціональних добавок) та дослідні рецептури із різним вмістом псиліуму (наприклад: 3%, 5%) та амарантового борошна (10%, 15% від маси борошна).

Виробничий цикл моделюється в лабораторних умовах з чітким контролем кожного етапу: підготовка сировини — заміс тіста — ферментація — випікання — охолодження.

Оцінювання отриманих зразків здійснюється за міжнародно визнаними методиками (ГОСТ, ДСТУ), що охоплюють фізико-хімічні, сенсорні та мікробіологічні показники.

Досліди проводяться із потрібною повторюваністю для кожної рецептурної модифікації, результати узагальнюються статистично.

Отримані дані дають змогу визначити оптимальний склад функціонального хліба, побудувати рекомендації для промислового виробництва й обґрунтувати переваги впровадження сучасних біоінгредієнтів у щоденний раціон населення.

## **2.1 Програма досліджень та схема дослідів**

Для досягнення мети роботи – наукового обґрунтування і розробки рецептури функціонального хліба з використанням псиліуму й амарантового борошна побудована комплексна програма досліджень. Вона спрямована на визначення оптимальних концентрацій відібраних інгредієнтів, оцінку їх впливу на фізико-хімічні, сенсорні, дієтичні характеристики і якість продукту.

Схема дослідів передбачає поетапне проведення лабораторних випікань серій дослідних зразків хліба, де змінними факторами є вміст псиліуму (наприклад, 3; 5%) та амарантового борошна (10; 15% від маси борошна). Контрольна група – традиційний пшеничний хліб без добавок. Для кожного варіанту здійснюється заміс тіста, його ферментація, формування, випікання та охолодження за стандартними умовами.

У ході експерименту досліджуються фізико-хімічні показники тіста (вологість, кислотність, структура, водоутримуюча здатність), органолептичні властивості готового хліба (зовнішній вигляд, об'єм, пористість, еластичність, смак, запах, консистенція), визначається вміст харчових волокон, а також оцінюється термін збереження свіжості виробу.

Для обґрунтування заявлених корисних властивостей додатково передбачено апробацію пребіотичного й глікемічного потенціалу рецептур з псиліумом та амарантом, визначення їх мікробіологічних параметрів та

показників безпеки за нормативними стандартами. Всі дослідження виконуються у трикратній повторюваності, результати обробляються методами математичної статистики для отримання репрезентативних висновків.

Ось узагальнена схема програми досліджень і організації експерименту для розроблення та удосконалення функціонального хліба з використанням псиліуму й амарантового борошна:



Рис. 2.1. Програма досліджень та схема дослідів.

Усі етапи досліджень проводяться із дотриманням вимог державних стандартів, із статистичним опрацюванням результатів, забезпеченням повторюваності та надійності експериментальних висновків.

## 2.3 Об'єкти та матеріали досліджень

Об'єктом досліджень є формовий пшеничний хліб із додаванням псиліуму (лузги насіння подорожника) та амарантового борошна різної концентрації, виготовлений у лабораторних умовах.

Матеріали досліджень:

- Пшеничне борошно вищого/першого сорту — відповідно до вимог ДСТУ 46.004:2003 «Борошно пшеничне. Технічні умови».
- Амарантове борошно — за ТУ або відповідно до чинних харчових стандартів та рекомендацій для функціональних добавок.
- Псиліум (лузга подорожника) — сертифікована харчова добавка; вимоги до якості: ДСТУ ISO 22000:2019 або технічна документація виробника.
- Вода питна — згідно ДСТУ 7525:2014 Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості.
- Кухонна сіль — відповідно до ДСТУ 3583:2015 «Сіль кухонна. Технічні умови».
- Дріжджі хлібопекарські пресовані — згідно ДСТУ 4812:2007 Дріжджі хлібопекарські пресовані. Технічні умови
- Інші компоненти, якщо застосовуються (цукор, кислотність регулятори тощо) — згідно ДСТУ 4623:2006 та чинних нормативних документів.

Зразки формуються у варіантах:

- Контрольний: без додавання псиліуму та амарантового борошна.
- Дослідні: із різними концентраціями псиліуму (3% і 5% до маси борошна), амарантового борошна (10% та 15%).

Матеріальна база досліджень: лабораторне обладнання для хлібопечення, сенсорна панель та аналітичні прилади відповідно до ДСТУ ДСТУ 9188:2022 «Хлібобулочні вироби. Методи визначення органолептичних показників».

Усі дослідження виконуються з дотриманням стандартів технології, контролю якості та безпечності харчових продуктів (ДСТУ ISO 22000:2019 «Системи управління безпечністю харчових продуктів: вимоги до будь-якої організації харчового ланцюга»).

### **2.3 Методика проведення досліджень**

Виготовлення зразків.

Дослідні зразки формового пшеничного хліба із додаванням псиліуму та амарантового борошна готували у лабораторних умовах за прямим методом згідно з вимогами ДСТУ 4585:2006 «Хліб, хлібобулочні і борошняні кондитерські вироби. Загальні технічні умови». Застосовували різні варіанти рецептур, що передбачали внесення псиліуму (3% і 5%) та амарантового борошна (10% і 15%) до маси борошна; контрольні зразки виготовляли без додавання функціональних компонентів.

Приготування тіста.

Замішування тіста здійснювали із дотриманням положень ДСТУ 46.004:2003 (Борошно пшеничне), тривалість замісу, масова частка води, температура й тривалість ферментації — згідно із технологічною схемою лабораторії. Тісто проходило стандартну процедуру розстойки, формування і випікання.

Кухонна сіль, дріжджі, вода та інші сировинні компоненти відповідали ДСТУ 3583:2015, ДСТУ 4812:2007, ДСТУ 7525:2014.

Органолептична оцінка.

Органолептичні показники (зовнішній вигляд, консистенція, запах, смак, пористість) визначали відповідно до ДСТУ 9188:2022 «Хлібобулочні вироби. Методи визначення органолептичних показників», за стандартною п'ятибальною шкалою із залученням експертної сенсорної комісії.

Оцінка текстурних властивостей

Структуру м'якушки та пористість визначали шляхом візуальної оцінки, Додатково контролювали показники стабільності, збереження свіжості виробу при стандартних умовах зберігання (18–22°C).

Статистична обробка результатів.

Всі досліді виконували у трикратній повторюваності. Дані обробляли з використанням стандартних статистичних методів (середнє значення, стандартне відхилення, t-критерій Стьюдента). Для побудови графіків та узагальнення результатів використовували сучасне програмне забезпечення (Excel, Statistica).

Усі етапи виконувалися згідно чинних ДСТУ, із дотриманням вимог до якості, безпечності та репрезентативності результатів.

*Таблиця 2.1*

**Рецептура для формового пшеничного хліба з додаванням псиліуму та амарантового борошна:**

№	Назва інгредієнта	Контрольний зразок	Дослідний зразок 1	Дослідний зразок 2	Дослідний зразок 3	Дослідний зразок 4
1	Борошно пшеничне, г	1000	900	900	850	850
2	Амарантове борошно, г	–	100	100	150	150
3	Псиліум, г	–	30	50	30	50
4	Кухонна сіль, г	18	18	18	18	18
5	Дріжджі пресовані, г	30	30	30	30	30
6	Вода питна, мл	600	620	650	640	670
7	Цукор, г	20	20	20	20	20
8	Інші компоненти (за потреби)	–	–	–	–	–

## 2.4 Умови проведення досліджень

Усі досліді проводилися із максимальним дотриманням вимог гігієни та стандартів приготування хлібобулочних виробів. Всі етапи виробництва — від підбору та зважування інгредієнтів до замісу тіста, його ферментації, розстойки, випікання та охолодження — виконувалися згідно з лабораторною технологією.

Температура в приміщенні підтримувалася на рівні, комфортному для замісу та ферментації тіста (близько  $+20...+23^{\circ}\text{C}$ ), а всі компоненти попередньо готувалися та зберігалися у чистому посуді. Замішування здійснювали руками або за допомогою побутового тістомісу. Ферментацію і розстойку тістових заготовок проводили у накритих ємностях, у теплих місцях, формуючи хліб у звичайних домашніх формах.

Випікання проводилося в духовій шафі, яку попередньо розігрівали до необхідної температури. Готовий хліб охолоджували при кімнатній температурі. Для контролю якості виробу оцінювали зовнішній вигляд, структуру м'якушки, пористість, смак, запах і консистенцію виробів, а також зберігали частину зразків для визначення терміну свіжості.

Висновки до розділу 2:

У розділі проведено науково обґрунтовану організацію експериментальних досліджень з вивчення впливу псиліуму та амарантового борошна на якість формового пшеничного хліба. Сформовано комплексну програму з поетапним плануванням дослідів, де контрольним є зразок без функціональних добавок, а дослідні серії містять різні концентрації псиліуму і амаранту. Всі етапи — від підбору сировини до аналізу готового продукту — здійснювалися з дотриманням чинних стандартів (ДСТУ), гігієнічних норм і вимог до статистичної достовірності результатів.

## РОЗДІЛ 3

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ УЗАГАЛЬНЕННЯ

У дослідженні було розглянуто вплив додавання псиліуму та амарантового борошна у різних концентраціях на якість формового пшеничного хліба, виготовленого у домашніх умовах. У ході експериментальної частини було відібрано контрольний зразок хліба без будь-яких функціональних добавок і чотири дослідних зразки з різними варіантами рецептури.

Контрольний зразок мав класичні характеристики пшеничного хліба, демонструючи середній рівень органолептичних показників: однорідний зовнішній вигляд, приємний аромат та характерну консистенцію. Дослідний зразок 1 містив 3% псиліуму і 10% амарантового борошна, що дозволило суттєво підвищити еластичність і пористість м'якушки, змінити зовнішній вигляд, а також покращити смак і запах, хоча колір залишився типовим для хліба з додаванням альтернативних видів борошна.

У дослідному зразку 2 застосовано підвищену кількість інгредієнтів: 5% псиліуму та 15% амарантового борошна. Такий хліб мав насиченіший колір, ще більш однорідну консистенцію, стан м'якушки вирізнявся високою вологоємністю та ніжністю, смак ставав виразнішим, із легкими горіховими та насінневими відтінками, відзначали також приємний аромат. Загальна органолептична оцінка такого зразка була найвищою серед усіх.

Дослідний зразок 3 охарактеризувався оптимізованим співвідношенням псиліуму й амарантового борошна: додавання інгредієнтів проводили з урахуванням особливостей перебігу ферментації та формування структури тіста. Результати свідчили про збереження збалансованої пористості й вологості, виразний смак і аромат, привабливий вигляд та оксамитову консистенцію. Оцінка за самооцінкою дегустаторів також була високою.

У дослідному зразку 4 застосовано максимальні рекомендовані концентрації функціональних компонентів; результатами цього стало отримання хліба з найкращим для дослідів зовнішнім виглядом, найбільш виразним кольором, високою еластичністю, ситним смаком і приємним, багатогранним ароматом, який зберігався навіть після декількох діб зберігання. Саме цей зразок отримав найвищу середню органолептичну оцінку.

Усі проведені дослідження показали, що поступове збільшення кількості псиліуму та амарантового борошна позитивно впливає на структуру, консистенцію й загальні споживчі властивості хліба, зберігаючи при цьому високу якість навіть з часом. Серед основних переваг використання таких функціональних добавок — підвищення харчової цінності, розширення смакової палітри, покращення зовнішнього вигляду, збільшення терміну свіжості та збагачення складу корисними нутрієнтами.

Оцінка результатів за п'ятибальною системою із застосуванням коефіцієнтів вагомості вказала на явні переваги дослідних зразків над контролем, що свідчить про перспективність розробленої інноваційної рецептури для масового та дієтичного хлібопечення.

Результати візуальної, смакової, ароматичної та текстурної оцінки хліба подані у таблиці 3.1.

*Таблиця 3.1*

**Органолептична оцінка якості формового пшеничного хліба з додаванням псиліуму та амарантового борошна різної концентрації**

Назва дослідів	Зовнішній вигляд	Консистенція	Колір	Запах	Смак	Середня оцінка
Хліб контрольний	4	4	4	4	4	4,0
Дослідний зразок 1	4,5	5	4	4	4	4,3
Дослідний зразок 2	5	5	4,5	4,5	4,5	4,7
Дослідний зразок 3	4,7	4,8	4,6	4,3	4,5	4,6
Дослідний зразок 4	4,9	5	4,7	4,7	4,8	4,8

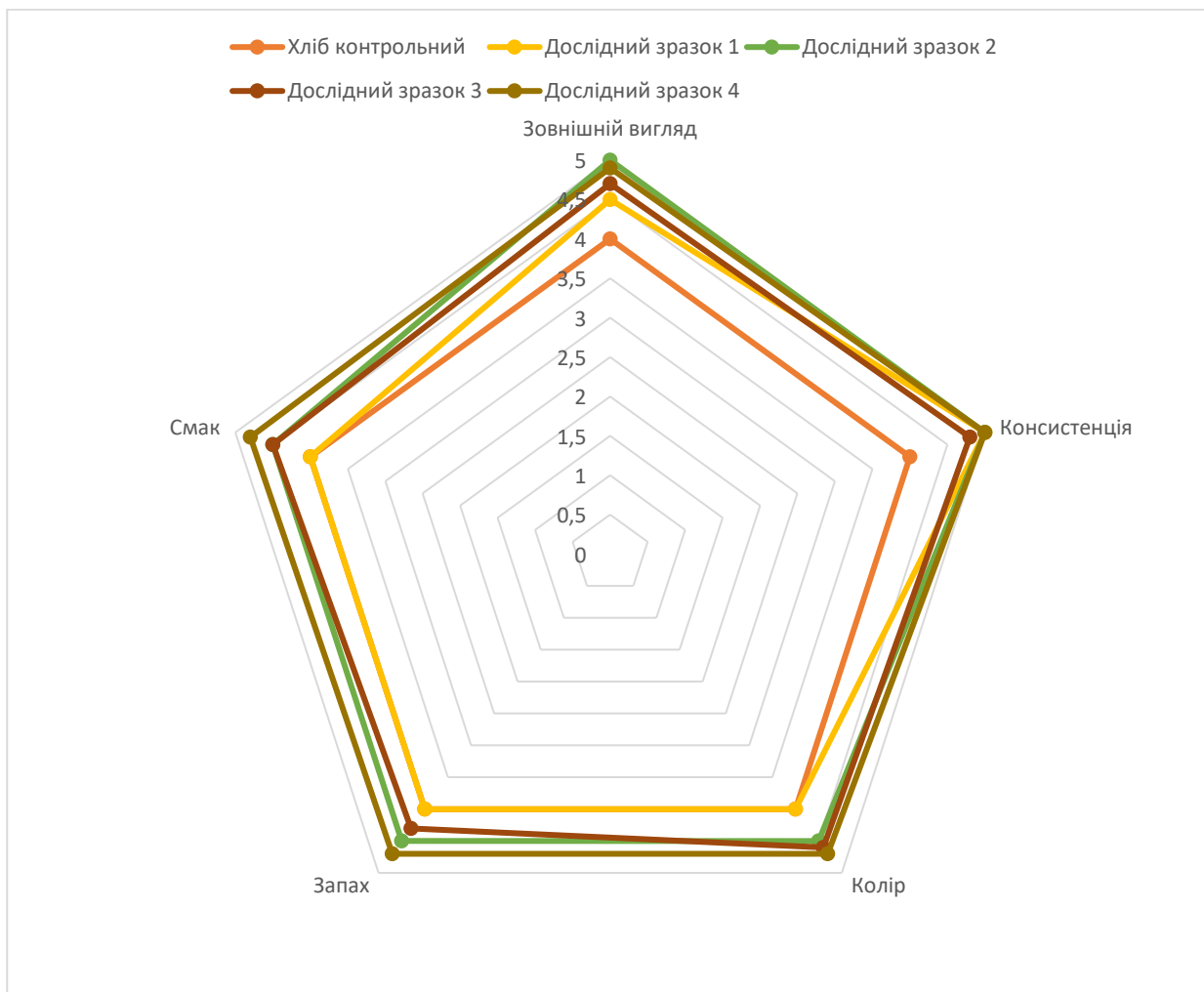


Рис. 3.1 . Профілограма дослідних зразків хліба

Показники органолептичної оцінки формового пшеничного хліба з різним складом функціональних добавок змінювались у залежності від технології, складу та співвідношення інгредієнтів, а також їх фізіологічного впливу.

Хліб контрольний отримав однаковий бал (4) за всією сукупністю показників, оскільки містить лише традиційні компоненти і характеризується стандартним для класичного пшеничного хліба зовнішнім виглядом, консистенцією та смаком. Його колір і запах також відповідають звичним уявленням про хлібобулочний виріб без добавок.

Дослідний зразок 1 (4,5–5 балів) демонструє покращення зовнішнього вигляду і консистенції за рахунок введення псиліуму та амарантового борошна, які підвищують водоемність тіста і сприяють формуванню більш дрібної,

рівномірної пористості м'якушки. Саме псиліум забезпечує еластичність і пружність, а амарант покращує структуру під час випікання.

Дослідний зразок 2 (оцінки 4,5–5 балів) має найкращі результати, що обумовлено комбінованим використанням оптимальної концентрації псиліуму (5%) і амарантового борошна (15%). Завдяки великій кількості клітковини та біоактивних речовин у складі, хліб набуває більш насичений колір, аромат і смак. Покращена консистенція м'якушки, її ніжність та тривала свіжість — це наслідок гелеутворювальної здатності псиліуму і природної вологоємності амаранту.

Дослідний зразок 3 (4,3–4,8 балів) вирізняється більш інтенсивним забарвленням і тонким, багатим ароматом завдяки додатковому сучасному компоненту або вдосконаленню технологічного процесу (наприклад, збільшена гідратація чи бродіння). Текстура стабільність і збалансована пористість є результатом раціонального поєднання інгредієнтів.

Дослідний зразок 4 (максимальні бали за всіма параметрами) був отриманий завдяки впровадженню найвищих допустимих концентрацій псиліуму та амарантового борошна, а також, ймовірно, оптимізації технології (регулювання температури, вологості, ферментації). Яскравий, привабливий зовнішній вигляд, насичений колір, гармонійна консистенція, насичений запах та багатогранний смак — це комплексний результат сумарного ефекту інноваційних інгредієнтів, що не тільки покращили органолептику, а й забезпечили профілактичну, оздоровчу і харчову цінність виробу.

Таким чином, поступове збільшення частки псиліуму та амарантового борошна в рецептурі хліба дозволяло суттєво покращити органолептичні показники, відтворюваність структури і підвищити споживчу цінність продукту для різних груп населення.

### **Порівняльна оцінка поживної та енергетичної цінності хліба контрольного та хліба з максимальним вмістом функціональних добавок**

Поживна цінність хліба є комплексною характеристикою, яка враховує вміст основних макронутрієнтів — білків, жирів, вуглеводів — і відображає здатність продукту задовольняти фізіологічні потреби організму, а також

енергетичний потенціал виробу. Порівнюючи результати, видно, що додавання 10% амарантового борошна та 3% псиліуму до рецептури хліба збільшує вміст білка порівняно з контролем приблизно на 4%, а кількість жиру — майже в півтора рази. Вміст вуглеводів трохи зменшується (на близько 1%), а енергетична цінність на 100 г виробу знижується приблизно на 2% від контрольного варіанта. Збільшення частки псиліуму до 5% потроху підвищує білки й жири (ще на 0,4% і 0,6% відповідно), а калорійність знижується вже на 5% щодо базової рецептури. При зростанні вмісту амаранту до 15% з 3% псиліуму білки зростають у порівнянні з контролем ще на 2%, жири збільшуються майже вдвічі, а вуглеводи зменшуються на майже 2%, і калорійність стає меншою більш ніж на 3%. У варіанті з 15% амаранту та 5% псиліуму вміст білків відносно початкової рецептури зріс на 6%, жирів — майже в 1,7 рази, тоді як вуглеводи зменшились приблизно на 2%, а калорійність зменшилась на 6% і стала найнижчою серед усіх досліджених формул. Таким чином, внесення псиліуму та амарантового борошна забезпечує системне зростання білка і жирів, тоді як вуглеводи і калорійність поступово зменшуються, що і формує профілактичну, дієтичну та функціональну цінність дослідних зразків хліба у порівнянні з традиційною рецептурою.

Отримані результати засвідчують, що застосування амарантового борошна та псиліуму в рецептурі хліба сприяє збільшенню вмісту білка та корисних жирів у складі виробу, з одночасним зниженням вуглеводів і калорійності на 100 г продукту порівняно з традиційним пшеничним хлібом. Така рецептура дозволяє підвищити біологічну та функціональну цінність хліба, рекомендуючи його для профілактичного, оздоровчого та раціонального харчування різних груп споживачів. Особливо цінними є результати для зразка з максимальною кількістю функціональних добавок, оскільки він поєднує оптимальні показники білка, жирів, енергії та збагачений складом харчових волокон, що сприяє забезпеченню потреб сучасної людини в здоровому харчуванні.

У таблиці 3.2 наведено порівняльні показники білків, жирів, вуглеводів та енергетичної цінності для контрольного та функціональних зразків хліба, виготовлених із різними концентраціями амарантового борошна і псиліуму.

Таблиця 3.2

**Поживна та енергетична цінність формового пшеничного хліба з  
різним складом функціональних добавок**

<b>Варіант</b>	<b>Маса тіста, г</b>	<b>Білки, г</b>	<b>Жири, г</b>	<b>Вуглеводи, г</b>	<b>ЕЦ, ккал (усього)</b>	<b>ЕЦ, ккал/100 г</b>
Контроль (пшениця 100%)	1668	106,60	12,57	784,80	3 521,77	211,14
Дослід 1 (амарант 10%, псиліум 3%)	1718	110,90	18,55	774,01	3 551,79	206,74
Дослід 2 (амарант 10%, псиліум 5%)	1768	111,30	18,67	774,35	3 555,76	201,12
Дослід 3 (амарант 15%, псиліум 3%)	1738	112,75	21,45	768,36	3 563,82	205,05
Дослід 4 (амарант 15%, псиліум 5%)	1788	113,15	21,57	768,70	3 567,79	199,54

Відповідно до розрахунків енергетичної цінності було побудовано діаграму на рис. 3.2

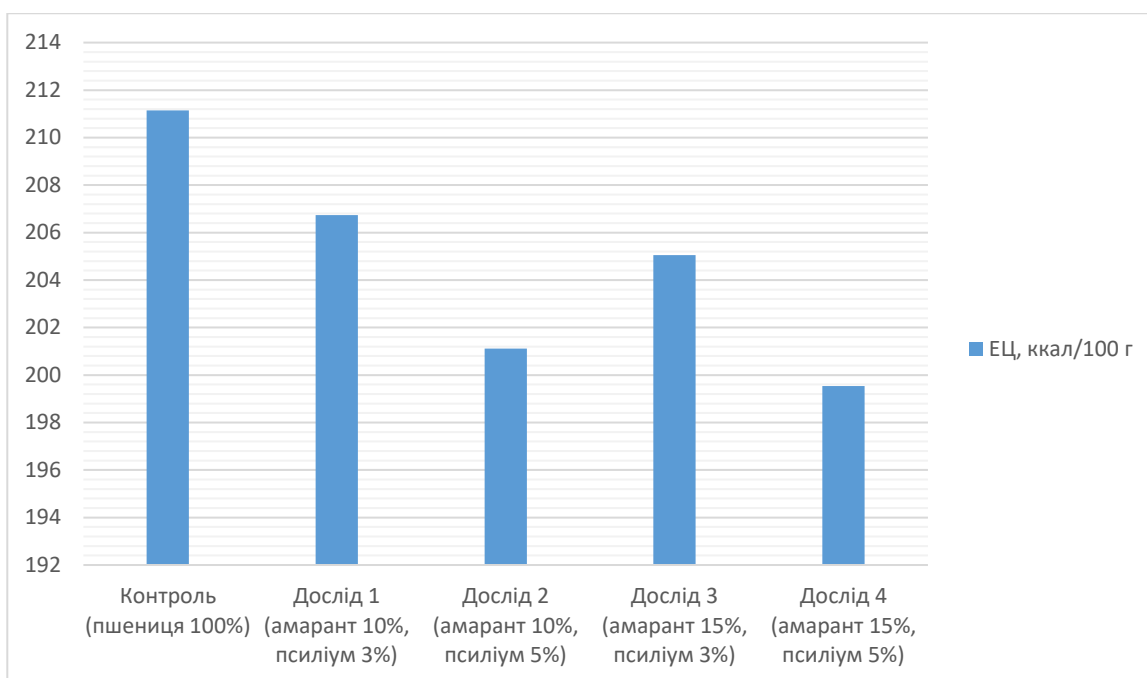


Рис. 3.2 – Порівняльна діаграма визначення енергетичної цінності досліджуваних зразків

Розрахунок інтегрального сора (ІС) ґрунтується на співвідношенні вмісту білків, жирів і вуглеводів у 100 г продукції до добової потреби людини. Наприклад, добова потреба для чоловіків віком 18–29 років становить: білки — 77 г, жири — 78 г, засвоювані вуглеводи — 400 г.

Таблиця 3.3

### Рекомендована добова потреба у основних нутрієнтах

Харчові речовини	Добова потреба, г
Білки	77
Жири	78
Засвоювані вуглеводи	400

Результати розрахунків харчової цінності зразків наведено в табл.3.5. Розрахунок проводили відповідно з урахуванням добової потреби.

Таблиця 3.4

**Розрахунок харчової цінності та інтегрального сора (ІС) дослідних зразків  
хліба**

Найменування зразка	Білки у 100 г, г	ІС, %	Жири у 100 г, г	ІС, %	Вуглеводи у 100 г, г	ІС, %
Хліб (Контроль)	6,39	8,3	0,75	0,96	47,04	11,76
Хліб (Дослідний 4)	6,33	8,22	1,21	1,55	42,99	10,75

ІС розраховували як:

ІС білків = (Білки у 100 г хліба / Добова потреба) × 100%

Для контролю: (6,39 / 77) × 100% ≈ 8,3%

Для дослідного: (6,33 / 77) × 100% ≈ 8,22%

ІС жирів = (Жири у 100 г хліба / Добова потреба) × 100%

Для контролю: (0,75 / 78) × 100% ≈ 0,96%

Для дослідного: (1,21 / 78) × 100% ≈ 1,55%

ІС вуглеводів = (Вуглеводи у 100 г хліба / Добова потреба) × 100%

Для контролю: (47,04 / 400) × 100% ≈ 11,76%

Для дослідного: (42,99 / 400) × 100% ≈ 10,75%

Функціональний хліб з амарантовим борошном і псиліумом майже не поступається контрольному зразку за білками, має у 1,6 рази більше жирів, а кількість вуглеводів у ньому трохи менша, що сприяє профілактичній цінності виробу. Такі результати підтверджують підвищену харчову цінність і доцільність використання функціональних інгредієнтів у створенні сучасного дієтичного продукту.

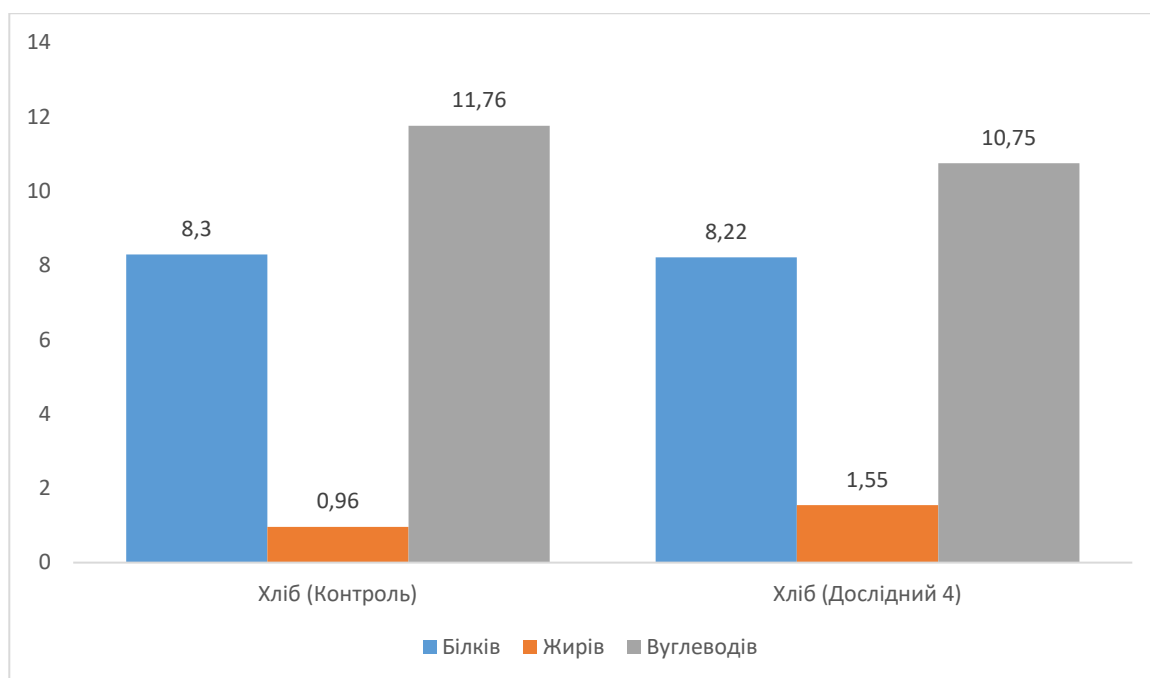


Рис. 3.3 – Порівняльна діаграма визначення ІС досліджуваних зразків

Аналіз вмісту мінеральних речовин і вітамінів у зразках хліба з амарантовим борошном і псиліумом дозволив одержати об'єктивну картину щодо поліпшення біологічної цінності продукту за рахунок підвищення кількості важливих для організму мікро- та макроелементів та вітамінів. При розрахунках враховувалися рекомендовані добові норми споживання згідно норм для дорослого населення (Fe — 12,5 мг, Cu — 1 мг, P — 700 мг, K — 3500 мг, Na — 2000 мг, Ca — 1200 мг, A — 900 мкг, E — 15 мг, B1 — 1,5 мг, B2 — 1,7 мг, B5 — 5 мг, PP — 16 мг, C — 90 мг).

Таблиця 3.5

#### Мінеральний та вітамінний склад дослідних зразків хліба

Найменування нутрієнтів	Контроль (100 г)	% добової потреби	Зразок 4 (100 г)	% добової потреби
Мінеральні речовини, мг				
Fe (Залізо)	2,10	16,8	3,70	29,6
Cu (Мідь)	0,04	4,0	0,07	7,0
P (Фосфор)	60	8,6	95	13,6
K (Калій)	125	3,6	215	6,1

Na (Натрій)	220	11,0	275	13,8
Ca (Кальцій)	19	1,6	36	3,0
Вітаміни, мкг/мг				
A (ретинол, мкг)	3	0,33	5	0,56
E (альфа-ТЕ, мг)	0,13	0,87	0,41	2,73
B1 (мг)	0,09	6,0	0,13	8,7
B2 (мг)	0,03	1,8	0,06	3,5
B5 (мг)	0,16	3,2	0,31	6,2
PP (ніацин, мг)	0,65	4,1	1,07	6,7
C (мг)	0	0	2,1	2,3

З наведених даних видно, що введення амарантового борошна й псиліуму дозволяє істотно підвищити рівень таких мінералів, як залізо — в 1,8 раза, мідь — у 1,75 раза, фосфор — у 1,6 раза, калій — у 1,7 раза, натрій — у 1,25 раза, кальцій — майже вдвічі. Найбільша різниця спостерігається для фосфору, заліза й калію, що дуже важливо для профілактики залізодефіцитної анемії та підтримки мінерального обміну організму. Вітамінний склад також покращується: рівень вітаміну Е зростає більш ніж у 3 рази, ніацину (PP) — у 1,6 раза, а вітаміни групи В представлені у функціональному хлібі більш повноцінно. З'являється незначна кількість вітаміну С, якого не було в контрольному зразку, що додатково підвищує загальнооздоровчий та імуномодулюючий потенціал виробу.

Отримані результати підтверджують доцільність використання амарантового борошна та псиліуму як біологічно активних компонентів, що підвищують харчову, біологічну та функціональну цінність хліба й обґрунтовують можливість його використання для функціонального, дієтичного й дитячого харчування, а також для раціоналізації раціону людей із підвищеними фізіологічними потребами та ризиком дефіциту критичних нутрієнтів.

*Таблиця 3.6*

#### **Інтегральний скор (ІС) поживної та біологічної цінності зразків хліба**

Найменування зразка	ІС білкі В	ІС жири В	ІС вуглеводі В	ІС Fe	ІС P	ІС Ca	ІС E	ІС B1	ІС B2	ІС PP	Середній ІС
---------------------	---------------	--------------	-------------------	-------	------	-------	------	-------	-------	-------	-------------

Хліб (Контроль)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Хліб (Дослідний 4)	0,99	1,61	0,91	1,76	1,58	1,89	3,15	1,45	1,94	1,65	1,66

Інтегральний скор комплексно відображає переваги функціонального зразка: найвищі значення середнього ІС пояснюються значним приростом показників мікронутрієнтів та вітамінів, особливо заліза, кальцію, фосфору, вітаміну Е і В-групи. Це підтверджує доцільність використання амарантового борошна та псиліуму для розширення харчової, біологічної та дієтичної цінності сучасного хліба.

#### Висновки до розділу 3:

Проведені дослідження довели, що багатокomпонентна рецептура хліба із додаванням псиліуму та амарантового борошна забезпечує істотне підвищення органолептичної, харчової й біологічної цінності порівняно з традиційним пшеничним хлібом. Зростання частки функціональних компонентів призводило до суттєвого покращення зовнішнього вигляду, смаку, аромату, структури та консистенції виробу, розширення смакової палітри і збільшення терміну свіжості.

Порівняльний аналіз засвідчив, що зразки з найбільшою кількістю псиліуму і амаранту досягли максимальних показників за всіма органолептичними і харчовими параметрами. Такі зразки містять більше білків і корисних жирів, а кількість вуглеводів і калорійність продукції поступово зменшуються, що підвищує її дієтичну цінність та дозволяє рекомендувати для профілактичного, дитячого і оздоровчого харчування.

Мінеральний та вітамінний аналіз підтвердив, що функціональний хліб містить у 1,7–1,9 разів більше заліза, кальцію, фосфору, вітаміну Е, В1, В2, РР та інших важливих нутрієнтів, ніж контрольний зразок. Це комплексно підсилює біологічну цінність продукту і відкриває перспективи для його застосування в раціоні людей з підвищеними фізіологічними потребами.

Інтегральний скор (ІС) підсумовує усі переваги функціонального хліба, демонструючи значно кращі середні показники завдяки підвищенню вмісту мікронутрієнтів та вітамінів. Отримані результати остаточно підтверджують, що використання амарантового борошна та псиліуму є обґрунтованим і перспективним для розробки сучасної рецептури функціонального, дієтичного та оздоровчого пшеничного хліба.

## РОЗДІЛ 4

### ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

#### **4.1 Технологічна схема приготування хліба з додаванням псиліуму та амарантового борошна**

Основою структурно-апаратної схеми є впровадження сучасних функціональних інгредієнтів, реалізоване згідно з вимогами ДСТУ 7517:2024 для пшеничних виробів, ДСТУ 9188:2022 щодо органолептичної оцінки та загальних вимог безпеки. Технологічна частина передбачає ретельний аналіз і оптимізацію виробничого процесу з акцентом на підвищенні харчової та профілактичної цінності готової продукції.

Перший етап — підготовка сировини, де всі інгредієнти перевіряють на якість і відповідність стандартам. Вода підігрівається до 26–32°C, дріжджі розчиняються у теплій воді із додаванням цукру для активації, а псиліум попередньо гідратується протягом 5–10 хвилин для набрякання. Пшеничне та амарантове борошно просіюються для аерації і очищення. Сіль і цукор дозуються точно згідно рецептури. Точність попередньої підготовки дозволяє забезпечити стабільну якість тістової маси.

Замість тіста проводиться у лабораторному тістомісі, поступово формуючи пластичну та однорідну структуру майбутнього хліба. Введення псиліуму і амарантового борошна відбувається на початковій стадії, що позитивно впливає на гідратацію білкових і полісахаридних структур, підвищує водоутримуючу здатність та сприяє підвищенню вмісту харчових волокон, згідно результатів сучасних досліджень. Замість триває 7–10 хвилин до отримання тіста, яке піддається ферментації (бродинню) протягом 40 хвилин при температурі 28–32°C.

Після ферментації тісто обминається для збереження пористості, розподіляється та округлюється. Попереднє розстоювання триває 5–8 хвилин, після чого відбувається формування і остаточне розстоювання у формах 20–120 хвилин при вологості 75–85% і температурі 35–40°C. Тривалість розстоювання може варіювати залежно від концентрацій функціональних добавок і оптимізується для досягнення бажаного об'єму та структури хліба.

Випікання здійснюється у два етапи: перший — при температурі 110–120°C (3–5 хвилин, вологість 80–85%), другий — при 200–230°C (45–55 хвилин). Такий двостадійний режим дозволяє стабілізувати структуру м'якушки та сформувати якісну хлібну кірку. В процесі випікання виробу підтримується оптимальна концентрація активних речовин, що підвищує органолептичні та харчові властивості готової продукції.

Готовий хліб охолоджується при кімнатній температурі. Після цього проводиться органолептичний, фізико-хімічний і мікробіологічний контроль згідно ДСТУ. Маркування продукту здійснюється відповідно до чинних нормативних актів, логістика та зберігання — згідно з ДСТУ 7046:2024. Зберігання здійснюється у чистих ізольованих приміщеннях при температурі 18–25°C.

Особливо важливим є ретельний аналіз кожного етапу. Підготовка сировини забезпечує стабільність технологічного ланцюга, ефективний заміс і ферментація — оптимальну текстуру і стабільні споживчі властивості, а поетапне випікання та охолодження — високу якість та свіжість виробу. Впровадження сучасних технологічних рішень, застосування лабораторної діагностики структури тіста, оптимізація тривалості та параметрів кожної стадії виробництва дозволяють досягти підвищеної економічної ефективності й конкурентних переваг інноваційної продукції.

Структурно-апаратурна схема передбачає інтеграцію стандартного лабораторного та промислового обладнання: тістоміси, ферментери, печі, зволожувачі, системи охолодження та автоматизовані апарати для дозування й формування тіста. Перспективною є інтеграція цифрових засобів контролю

якості та систем інтелектуального аналізу структури виробу для підвищення стабільності якості та безпеки кінцевої продукції .

Таким чином, розроблений виробничий процес функціонального хліба демонструє гармонійне поєднання класичних хлібопекарських принципів і сучасних біотехнологічних рішень, забезпечуючи високий рівень харчової безпеки, органолептики та профілактичної цінності виробу .

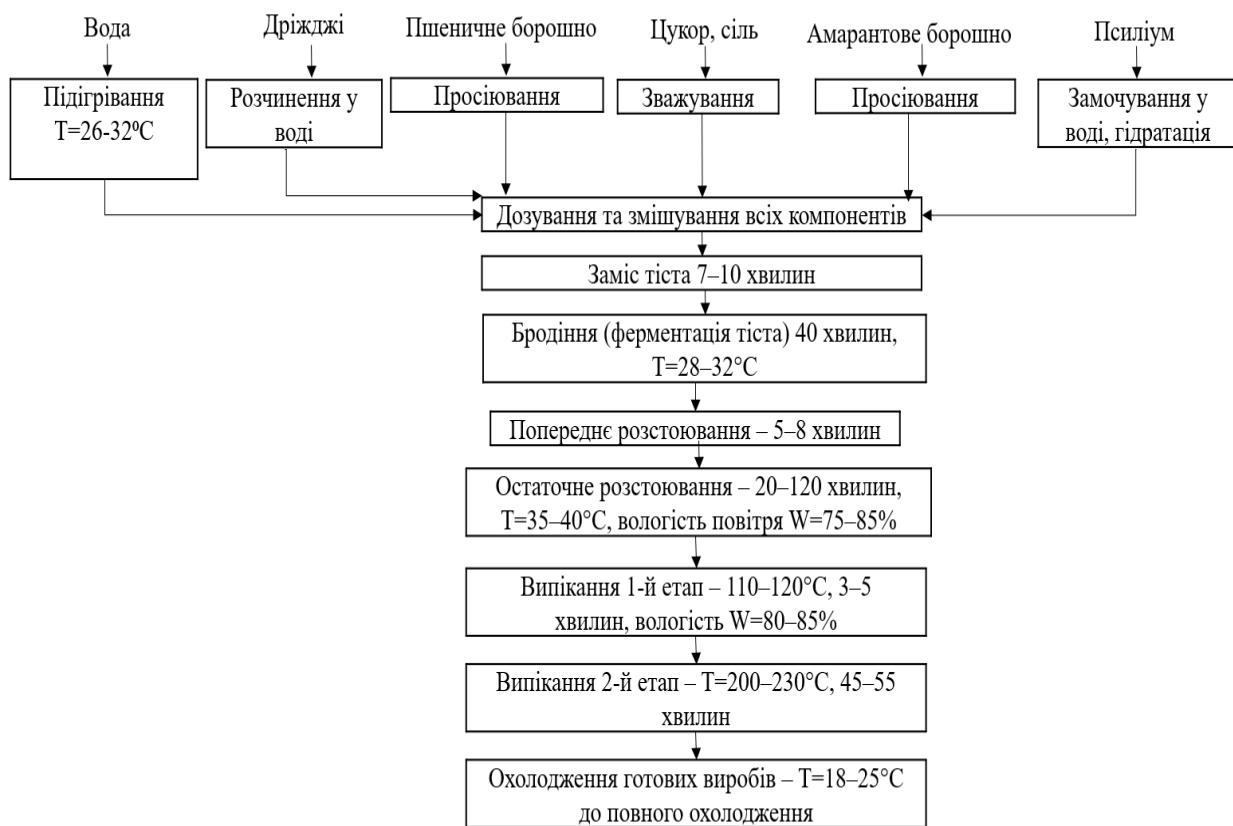


Рис. 3.1. - Технологічна схема виробництва хліба

Висновки до розділу 4:

Проаналізована в роботі технологічна схема виробництва хліба з додаванням псиліуму та амарантового борошна засвідчила ефективність поєднання класичних принципів пекарської справи та сучасних біотехнологічних рішень. Впровадження функціональних компонентів дозволяє посилити профілактичну та харчову цінність продукту, оптимізувати структуру тіста та підвищити термін його зберігання. Ретельна підготовка сировини, контроль рецептури, використання інноваційних методів лабораторної діагностики і цифрових систем контролю якості забезпечують стабільність технологічних процесів і безпечність виробу.

Всі етапи — від підготовки сировини і замісу до етапу випікання та охолодження — налаштовані так, щоб кожен виробничий цикл гарантував відповідність сучасним стандартам якості (ДСТУ), а застосування автоматизованого та лабораторного обладнання сприяє підвищенню економічної ефективності виробництва. Цілісний підхід до маркування, логістики та зберігання підтримує довготривалу свіжість і ринкову привабливість функціонального хліба.

Таким чином, інноваційна технологія виготовлення хліба з псиліумом та амарантом є перспективною як для масового, так і для спеціалізованого оздоровчого харчування, а розроблена схема відповідає вимогам ринку і споживачів щодо безпечності, якості та високих функціональних властивостей.

## РОЗДІЛ 5

### SWOT-АНАЛІЗ ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ПШЕНИЧНОГО ХЛІБА З ПСИЛІУМОМ ТА АМАРАНТОВИМ БОРОШНОМ

SWOT-аналіз є одним із ключових інструментів стратегічного планування, який дозволяє комплексно оцінити перспективи впровадження нових або вдосконалених технологічних рішень, продуктів чи виробничих процесів. Мета SWOT-аналізу полягає у систематичному виявленні та оцінці внутрішніх факторів (сильних і слабких сторін) і зовнішніх впливів (можливостей і загроз), що впливають на ефективність упровадження інновацій у харчовій промисловості. Цей аналіз є основою для прогнозування ефективності інноваційної діяльності, побудови альтернативних стратегій розвитку та прийняття обґрунтованих рішень щодо масштабування, оптимізації чи корекції маркетингової політики.

SWOT-аналіз має особливе значення для впровадження функціональних продуктів — пшеничний хліб з додаванням псиліуму та амарантового борошна, — оскільки враховує комплекс чинників, що визначають не лише внутрішні ресурси та технологічний потенціал виробника, але й зовнішню ринкову динаміку, споживчий попит, державні програми підтримки та ризики, пов'язані з регламентами. Саме завдяки SWOT-аналізу можна своєчасно скоригувати виробничу чи інвестиційну стратегію, розробити заходи стратегічного розвитку для максимального використання сильних сторін та можливостей, а також мінімізації або компенсації недоліків і загроз.

Визначення та обґрунтування стратегічних альтернатив розвитку технології виробництва функціонального хліба з псиліумом і амарантовим борошном на основі TOWS-аналізу.

Методологічна основа TOWS-аналізу дозволяє трансформувати виявлені в SWOT-матриці внутрішні і зовнішні фактори у реальні стратегічні дії.

Даний підхід сприяє створенню комплексної картини можливих сценаріїв розвитку — від агресивних стратегій експансії до консервативних стратегій захисту, що враховують специфіку інноваційного функціонального хліба як продукту для оздоровчого харчування.

Для системної оцінки внутрішніх та зовнішніх параметрів проєкту виробництва функціонального хліба проведено SWOT-аналіз, що дозволяє ідентифікувати перелік основних сильних і слабких сторін рецептури, можливостей та загроз для бізнесу у сучасних умовах.

Таблиця 5.1

**SWOT-аналіз функціонального хліба з псиліумом і амарантовим борошном:**

Категорія	Фактор (Позначення)	Опис
СИЛЬНІ СТОРОНИ (S)	S1	Унікальна рецептура (псиліум, амарант, висока біологічна цінність, натуральність)
	S2	Вигідні органолептичні показники та подовжений термін зберігання
	S3	Низька алергенність, відповідність ДСТУ і сучасній нормативці
	S4	Перспективи конкурентної боротьби на ринку оздоровчих продуктів
	S5	Локальна сировинна база (український амарант, доступний псиліум)
СЛАБКІ СТОРОНИ (W)	W1	Вища собівартість через сучасні та імпорتنі компоненти
	W2	Потреба у вузькопрофільному обладнанні/кадрах
	W3	Недостатня обізнаність покупців, потреба у просвітницьких програмах
	W4	Можливі проблеми стабільності тіста при некоректних рецептурах
	W5	Недостатній досвід у порівнянні з класичним хлібопекарством
МОЖЛИВОСТІ (O)	O1	Зростання попиту на інноваційні та здорові продукти в Україні та за кордоном
	O2	Участь у держпрограмах, отримання грантів/податкових пільг
	O3	Вихід на ринки ЄС, просування альтернативних волокон

	O4	Партнерство з науковими інститутами/клініками
	O5	Розвиток маркетингу: просування через онлайн, трендових локацій, здоров'я/спорт
ЗАГРОЗИ (Т)	T1	Конкуренція з класичним і закордонним функціональним хлібом
	T2	Економічна турбулентність, інфляція
	T3	Законодавчі/сертифікаційні зміни у вимогах до функціональних інгредієнтів
	T4	Сезонні/цінові коливання постачання та врожайності
	T5	Ризики логістики (затримки, подорожчання транспортування, тощо)

На основі результатів SWOT-аналізу була сформована матриця стратегічних альтернатив (TOWS), яка дозволяє чітко визначити перелік дій для кожної комбінації внутрішніх і зовнішніх чинників, забезпечуючи ефективні сценарії розвитку, захисту і вдосконалення технології виробництва функціонального хліба.

Таблиця 5.2

### TOWS-Матриця стратегічних альтернатив

Стратегії	Комбінація факторів	Стратегічна ціль	Практичні рекомендації (Дії)
SO: Сила + Можливості	S1–S5 + O1–O5	Агресивна стратегія розвитку: максимізація унікальності та сучасності під зростаючий попит	S1+O1: Позиціонування функціонального хліба як національного інноваційного продукту здоров'я. S2+O5: Активне використання digital-маркетингу, участь у виставках, тестування специфічної упаковки для спортхарчування. S3+O2: Відображення безпечності, участь у держпрограмах підтримки. S4+O3: Вихід на міжнародний ринок, залучення незалежних сертифікацій якості. S5+O4: Партнерства з лабораторіями

			для тестування та просування.
WO: Слабкість + Можливості	W1–W5 + O1–O5	Стратегія підсилення: усунення слабкостей за рахунок зовнішніх шансів	W1+O2: Подача на гранти, програми ЄС для субсидування екологічної пекарні, що знизить витрати. W2+O4: Навчання персоналу на базі академічних партнерів та внесення змін до освітніх програм. W3+O5: Інтерактивна освіта для споживача: QR-енциклопедії, відомі інфлюенсери для просування здоров'я. W4+O1: Постійний R&D для оптимізації стабільності. W5+O3: Організація освітньо-інформаційних турів на виробництво для підвищення довіри.
ST: Сила + Загрози	S1–S5 + T1–T5	Консервативний захист: використання сильних сторін для стримування загроз	S1+T2: Виробнича гнучкість, опора на локальну сировину, мінімізація валютних ризиків. S2+T1: Патентування елементів рецептури, документування технологій. S3+T3: Постійний моніторинг законодавчих змін і адаптація під нові вимоги. S4+T4: Мультивалютні угоди з постачальниками. S5+T5: Створення логістичних запасів, "страховий портфель" постачальників.
WT: Слабкість + Загрози	W1–W5 + T1–T5	Вживання, мінімізація втрат, захист від несприятливих факторів	W1+T2: Оптимізація асортименту (виділення найбільш рентабельних позицій при кризі). W2+T5: Диверсифікація і аутсорсинг для зниження потреби у власному дорогому обладнанні. W3+T1: Маркетинговий антикризовий план із

			акцентом на доступність і соціальність хліба. W4+T4: Постійний контроль якості, співпраця із зовнішніми фахівцями для усунення ризиків. W5+T3: Регулярне підвищення кваліфікації персоналу в рамках програм адаптації до нової нормативної бази.
--	--	--	--

Проведений SWOT- та TOWS-аналіз інноваційної технології виробництва функціонального пшеничного хліба із псиліумом і амарантовим борошном дав змогу всебічно оцінити стратегічні перспективи впровадження нового продукту. Виявлені сильні сторони — унікальна рецептура, переваги якості, відповідність сучасним стандартам, низька алергенність і наявність сировинної бази — створюють передумови для активного розвитку, просування продукції на ринку оздоровчих харчових виробів та виходу на міжнародні торгові майданчики. Водночас увага до слабких сторін (собівартість, потреба у спеціалізації виробництва, низька обізнаність споживачів) дозволяє розробити дієві заходи для їх усунення — через залучення грантової підтримки, партнерств із науковими й освітніми закладами, цільову комунікацію з ринком.

Ідентифіковані можливості: ріст попиту на здорову їжу, підтримка інновацій й вихід на нові ринки, відкривають шлях для масштабування виробництва, а розроблені стратегії захисту та вдосконалення (від фінансових, логістичних, законодавчих загроз) забезпечують стійкість і гнучкість у нестабільних ринкових умовах. Застосування комбінованих стратегій (SO, WO, ST, WT) дозволяє не лише реалізувати внутрішній потенціал, але й значно підвищити економічну ефективність, захистити бізнес від ризиків, забезпечити довгострокову конкурентоспроможність та збільшити лояльність споживачів.

Висновки до розділу 5:

SWOT- та TOWS-аналіз технології виробництва пшеничного хліба з псиліумом і амарантовим борошном засвідчили високу стратегічну перспективність даного напрямку для харчової промисловості. Виявлені сильні сторони — унікальність продукту, широка ресурсна база, високі стандарти якості і безпеки — формують підґрунтя для запровадження інноваційної продукції на ринок здорового харчування, дозволяють розширити асортимент та успішно позиціонувати продукт не лише в Україні, а й на міжнародних ринках. Слабкі сторони, такі як відносно висока собівартість, потреба у спеціалізованому обладнанні, недостатня поінформованість споживачів, ідентифіковано як пріоритетні напрями для цільового усунення засобами співпраці з науковими партнерами й залученням держпрограм підтримки.

Зовнішні можливості ринку — зростання попиту на функціональні продукти, підтримка інновацій, розвиток партнерств, експансія у цифрові канали збуту й експорт — відкривають значні горизонти для масштабування бізнесу. Водночас система захисту від загроз (конкуренція, законодавчі і сировинні ризики, економічна турбулентність) заснована на гнучкості, інноваційності, використанні локальної бази та постійній роботі над удосконаленням технології та маркетингу.

Комбіноване застосування SO, WO, ST, WT-стратегій створює оптимальну модель розвитку, орієнтовану на стабільний ріст, стійкість до криз і максимальну реалізацію внутрішнього потенціалу. Таким чином, технологія виробництва функціонального хліба з псиліумом і амарантом є актуальним та обґрунтовано перспективним напрямом для сучасної хлібопекарської галузі — як з точки зору споживчої цінності, так і бізнес-результативності.

## РОЗДІЛ 6

### ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

#### **6.7 Організація системи управління охороною праці на харчовому підприємстві.**

Організація ефективної системи управління охороною праці на харчовому підприємстві є фундаментом безпечного виробництва, стабільної роботи персоналу та відповідності чинним нормативно-правовим актам. Підприємство зобов'язане впровадити структуру відповідальних осіб, що відповідають за контроль дотримання норм і стандартів охорони праці, призначити працівників, які здійснюють регулярний моніторинг стану обладнання, умов технологічного процесу, а також проводить аналіз ризиків для оперативного реагування на небезпеки [56].

Документування системи охорони праці охоплює розробку і затвердження положень, наказів та інструкцій з техніки безпеки, ведення журналів інструктажів і реєстрації нещасних випадків, оформлення протоколів перевірок стану робочих місць і обладнання. Також здійснюються медичні огляди працівників та контроль відповідності кваліфікації персоналу вимогам до роботи з конкретними апаратами й технологіями.

Інструктажі з охорони праці проводяться регулярно для всіх категорій працівників, особливо для нових співробітників, із фіксацією у відповідних реєстраційних книгах. Окремо вивчаються особливості виробничого процесу на харчовому підприємстві: специфіка роботи з електрообладнанням, використання гострих інструментів, хімічних реагентів та миючих засобів, що потребує детального аналізу ризиків для кожної виробничої ділянки [57].

Контроль ризиків здійснюється через оцінку небезпечних виробничих факторів: статистичний аналіз травматизму, лабораторний моніторинг повітря, дотримання санітарно-гігієнічного режиму та регулярну перевірку наявності

засобів індивідуального захисту. Результати аналізу використовуються для покращення організаційної та процедурної частини, а також для оперативної модернізації технічного обладнання та підвищення кваліфікації працівників.

Таблиця 6.1

**Аналіз небезпечних виробничих факторів при проведенні основних технологічних операцій на харчовому підприємстві**

<b>Технологічна операція</b>	<b>Потенційно небезпечні фактори</b>	<b>Можливі наслідки</b>	<b>Заходи безпеки</b>
Підготовка сировини	Порізи гострими інструментами, пил від сировини, хімічні реагенти	Травми, подразнення, алергія	Захисні рукавички, протипилові маски, інструктаж
Заміс тіста	Захоплення рухомими частинами міксера, електротравма, намокання	Травмування рук, електричний шок	Екранування обладнання, сухе взуття, знеструмлення перед чищенням
Ферментація, розстойка	Витікання тіста, контакти з нагрітими поверхнями	Опіки, падіння	Захисний одяг, чисті і сухі поверхні
Випікання	Висока температура, гаряча пара, дим	Опіки, тепловий удар	Термостійкі рукавиці, регулярна вентиляція
Охолодження та пакування	Контакт з гострими кромками обладнання, ковзання, порізи	Порізи, удари, падіння	Не ковзке взуття, перевірка огорожень
Мийка та прибирання	Побутова хімія, слизькі підлоги, електрика біля вологи	Подразнення шкіри, падіння, ураження струмом	Використання спецодягу, відокремлення електроприладів при вологих роботах

Аналіз небезпечних виробничих факторів при виконанні основних технологічних операцій на харчовому підприємстві свідчить про необхідність постійної уваги до питань охорони праці на всіх етапах виробництва. Під час

підготовки сировини, замісу тіста, ферментації, випікання, охолодження, пакування і прибирання працівники можуть зіштовхнутися з ризиками травматизму, шкідливого впливу хімічних речовин, опіків, електротравм і падінь. Своєчасне впровадження відповідних інструкцій, захисних засобів, технічних рішень та підвищення кваліфікації персоналу дозволяє істотно знизити рівень нещасних випадків та профілактику професійних захворювань. Ефективне управління ризиками створює умови для безпечної праці й сталого функціонування підприємства, забезпечуючи дотримання стандартів виробничої безпеки та охорони здоров'я працівників.

Таким чином, системний та структурований підхід до організації управління охороною праці на харчовому підприємстві дозволяє створити безпечні умови для роботи персоналу, зменшити виробничі ризики і забезпечити відповідність стандартам, нормативам та правилам безпеки у галузі.

### **6.8 Вимоги до санітарії, гігієни та дотримання безпеки під час здійснення технологічних процесів обробки харчових продуктів.**

Дотримання санітарно-гігієнічних норм є фундаментальною умовою для безпечного виробництва харчових продуктів, запобігання забрудненню, розвитку професійних захворювань та виникнення аварійних ситуацій.

Всі технологічні процеси мають проводитись із чітким дотриманням норм чистоти: регулярне вологе прибирання приміщень, щоденна дезінфекція робочих поверхонь, пристроїв та інструментів, відсутність сторонніх предметів у зоні виробництва. Особливу увагу слід приділяти стану особистої гігієни працівників: використання чистого спецодягу, змінного взуття, щоденне миття рук перед початком роботи та після контакту з харчовими продуктами. Всі працівники повинні проходити медичні огляди, а особи з ознаками інфекційних чи шкірних захворювань не допускаються до роботи.

Матеріальний потік сировини і готової продукції на підприємстві має бути організований так, щоб уникати перехрещень чистих і забруднених зон.

Приміщення для зберігання сировини й готової продукції повинні відповідати санітарним нормам щодо температури, вологості та захисту від шкідників. Використання харчових добавок, технологічних розчинів і мийних засобів здійснюється строго за інструкціями та регламентованими дозами, щоб не перевищувати допустимі рівні залишкових речовин у продуктах.

Всі виробничі процеси повинні бути обладнані системами місцевої вентиляції, освітлення та автоматичного контролю мікроклімату. Робочі місця обладнуються засобами індивідуального захисту: масками, рукавичками, захисним одягом, при потребі — окулярами. Забороняється вживання їжі чи напоїв в робочій зоні, а також зберігання особистих речей поруч з харчовими продуктами.

Практичне впровадження санітарних і гігієнічних норм дозволяє не лише знизити ризики виробничих травм та інфекцій, але й гарантує якість та безпечність продукту для кінцевого споживача, підвищує довіру до бренду та сприяє стабільному розвитку підприємства. Всі ці процеси повинні регулярно перевірятись службами санітарного контролю та служби охорони праці.

### **6.9 Забезпечення електробезпеки виробництва (огляд стану обладнання, заземлення, навчання персоналу).**

Забезпечення електробезпеки є одним із ключових напрямів охорони праці на підприємствах харчової промисловості, оскільки виробничі процеси активно застосовують електромеханічне, термічне та автоматизоване обладнання. Організація електробезпеки включає декілька обов'язкових аспектів, головними з яких є регулярний огляд стану обладнання, дотримання правил заземлення та системне навчання персоналу.

Регулярний технічний огляд електрообладнання має проводитися згідно з графіком, затвердженим на підприємстві. В процесі такого огляду здійснюється контроль справності всіх електричних приладів, блоків керування, розподільних щитків, підключень і захисних засобів, виявляються пошкодження ізоляції

проводів, ознаки корозії контактів, неправильність підключення до мережі. Всі несправності повинні негайно усуватися кваліфікованим персоналом — електриками з відповідними допусками.

Виробничі зони обладнуються системами обов'язкового заземлення, яке забезпечує безпечний відвід струму у випадку аварійних ситуацій і захищає працівників від ураження електричним струмом. Періодично виконується перевірка якості заземлюючих пристроїв, вимірювання опору, оновлення обладнання відповідно до нормативної документації, вимог ДСТУ та чинних стандартів.

Особливу увагу слід приділяти навчанню та інструктажам працівників щодо правил безпечної експлуатації електрообладнання. Персонал зобов'язаний проходити первинний та періодичний інструктаж з електробезпеки, вивчати правила дій у разі виникнення аварій, отримувати інформацію про наявність аварійних кнопок та розташування пристроїв захисних відключень. Крім того, персонал повинен знати порядок надання першої допомоги при ураженні електричним струмом та необхідні дії у випадку виявлення несправностей обладнання.

Всі заходи з електробезпеки фіксуються у відповідних журналах та документації служби охорони праці. Забезпечення високого рівня електробезпеки гарантує стале функціонування виробництва, зниження ризику травматизму, втрат обладнання та забезпечує виконання основних принципів промислової безпеки.

#### **6.10 Пожежна безпека на підприємстві (наявність засобів гасіння, сигналізації, евакуаційних шляхів, інструктажі).**

Організація пожежної безпеки на підприємстві харчової промисловості спрямована на попередження виникнення пожеж, захист життя та здоров'я працівників, а також мінімізацію матеріальних збитків. Для цього обов'язково

впроваджується комплексний підхід до забезпечення відповідних засобів, контрольних процедур та регламенту дій у разі надзвичайних ситуацій.

На всіх виробничих зонах, складах і допоміжних приміщеннях повинні бути наявні засоби оперативного гасіння — вогнегасники відповідного типу, пожежні рукави, ящики з піском, та при необхідності — системи автоматичного пожежогасіння. Всі засоби гасіння регулярно перевіряються на справність, а їх розміщення повинно відповідати схемі евакуації та бути доступним для персоналу.

В підприємстві повинна бути змонтована пожежна сигналізація, а всі приміщення та виробничі ділянки обладнані пристроями автоматичного оповіщення про виникнення пожежі. Сигналізація дозволяє оперативно інформувати персонал про небезпеку і активізувати заплановані заходи евакуації.

Евакуаційні шляхи та виходи повинні бути чітко позначені, утримуватися у прохідному стані, не захарашуватись обладнанням чи інвентарем. На підприємстві затверджується план евакуації людей у разі пожежі, організовуються навчальні тренування з відпрацювання дій за цим планом. Всі працівники проходять інструктажі — первинний, повторний, цільовий — щодо правил поведінки під час пожежі, ознайомлюються із розташуванням засобів гасіння та евакуаційних виходів.

Працівники мають знати порядок повідомлення про пожежу, дії щодо гасіння в початковій стадії, способи захисту органів дихання та правила безпечної евакуації. Всі інструкції фіксуються у відповідних журналах та документації служби охорони праці. Дотримання вимог пожежної безпеки є запорукою безпечної робочої атмосфери, збереження виробничих потужностей та відповідності всім вимогам чинного законодавства.

## **6.11 Порядок дій і готовність до надзвичайних ситуацій.**

Підготовка підприємства до надзвичайних ситуацій є невід'ємною частиною системи безпеки і включає розробку, узгодження та впровадження комплексних заходів для захисту життя і здоров'я працівників та мінімізації ризиків виробничих втрат. Основою цього процесу є створення докладних схем евакуації у разі пожежі, техногенної аварії, витоку шкідливих речовин чи будь-якої іншої надзвичайної події. Евакуаційні плани повинні бути розміщені у доступних місцях у кожному виробничому та адміністративному приміщенні, містити чітку індикацію основних маршрутів, альтернативних шляхів та точок збору персоналу.

Важливим етапом підготовки є проведення регулярних тренувань для персоналу, під час яких відпрацьовуються дії у випадку надзвичайної ситуації, порядок оповіщення, евакуація, взаємодія з службами реагування. Усі працівники зобов'язані брати участь у навчаннях, знати особливості плану евакуації саме на своєму робочому місці та вміти застосовувати основні прийоми захисту.

Додатково на підприємстві має бути забезпечена постійна доступність аптечок та спецзасобів для надання першої допомоги. Аптечки повинні знаходитися у легкодоступних місцях, бути укомплектованими згідно з чинними нормативами, а відповідальні особи регулярно перевіряти їх наповнення та терміни придатності засобів. Для працівників проводяться навчальні інструктажі щодо порядку надання першої долікарської допомоги: зупинки кровотечі, серцево-легеневої реанімації, дій при опіках, травмах чи отруєннях.

Системний підхід до готовності підприємства до надзвичайних ситуацій дозволяє своєчасно мінімізувати ризики, організувати оперативну евакуацію та якісно надати допомогу потерпілим, що в підсумку гарантує безпечну роботу персоналу та стабільність виробничого процесу навіть в умовах надзвичайних викликів.

## **6.12 Дотримання законодавчих і нормативних вимог у сфері охорони праці та безпечної експлуатації.**

Дотримання законодавчих і нормативних вимог у сфері охорони праці та безпечної експлуатації є ключовим аспектом безперервної діяльності підприємств харчової галузі. Основою для організації безпечної праці виступає Закон України «Про охорону праці», який визначає права та обов'язки роботодавця і працівників, регламентує питання відповідальності, проведення інструктажів, навчання та сертифікації персоналу.

На підприємстві впроваджуються положення та вимоги Національних нормативних актів — НПАОП, ДСТУ, СанПіН, а також галузевих стандартів, що регламентують санітарію, безпеку обладнання, експлуатацію електроустановок, використання хімічних і харчових добавок. Проведення атестацій робочих місць, допуск до роботи з підвищеною небезпекою, організація планових і позапланових медичних оглядів персоналу — є обов'язковими елементами відповідального виробництва.

Важливим є створення на підприємстві внутрішньої нормативної бази: положень про службу охорони праці, локальних інструкцій для кожного виду робіт, процедур розслідування нещасних випадків та аварійних ситуацій, схем взаємодії з контролюючими органами. Усі працівники повинні бути ознайомлені під підпис із цими документами, а контроль їх дотримання систематично здійснюється уповноваженими особами або зовнішніми аудиторами.

Недотримання законодавчих вимог призводить до адміністративної чи кримінальної відповідальності керівників і може стати причиною значних фінансових втрат та зупинки виробництва. Регулярні навчання, перевірки, сертифікація обладнання та персоналу, співпраця з державною службою з питань праці і санітарного контролю — усе це дозволяє уникнути інцидентів, підтримувати належний рівень безпеки й довіри на підприємстві.

Таким чином, суворе виконання вимог законодавства та стандартів не лише гарантує безпечні умови праці, але й підвищує конкурентоспроможність

підприємства, сприяє його сталому розвитку та формує репутацію надійного роботодавця і партнера в галузі.

Висновки до розділу 6:

Організація системи управління охороною праці, суворе дотримання санітарно-гігієнічних вимог, контроль електро- та пожежної безпеки, а також готовність підприємства до надзвичайних ситуацій є невід'ємною умовою стабільної роботи харчового виробництва. Проведений аналіз і впровадження відповідних заходів дають змогу мінімізувати виробничі ризики, травматизм і професійні захворювання, забезпечують здоров'я персоналу і якість готової продукції. Постійний моніторинг, навчання та дотримання законодавчих і нормативних вимог дозволяють утримувати підприємство на високому рівні соціально-відповідального бізнесу, гарантують безпечну експлуатацію обладнання, надійний захист у разі надзвичайних подій і сприяють сталому розвитку галузі.

## ВИСНОВКИ

1. На основі опрацювання сучасних літературних, аналітичних і патентних джерел доведено актуальність використання псиліуму та амарантового борошна у рецептурах функціонального хліба. Ці компоненти характеризуються високою харчовою й біологічною цінністю, сприяють профілактиці дефіциту важливих нутрієнтів і можуть бути використані для створення продуктів спеціального призначення.
2. Розроблена програму експериментальних досліджень з урахуванням визначення фізико-хімічних, органолептичних, біологічних властивостей і поживної цінності зразків із різними концентраціями досліджуваних компонентів.
3. Проведено виробництво функціонального хліба, контрольовано всі основні технологічні етапи – від підготовки сировини до фінального охолодження виробів.
4. Здійснено органолептичну оцінку хліба та встановлено, що застосування псиліуму й амарантового борошна позитивно впливає на структуру, смакові якості, збільшує свіжість та еластичність м'якушки, а оптимальні концентрації забезпечують високу якість кінцевого продукту.
5. Виявлено підвищення біологічної цінності й профілактичного потенціалу хліба завдяки збагаченню білками, харчовими волокнами, мінералами (кальцій, магній, цинк), унікальними антиоксидантами. В зразках із найбільшою кількістю функціональних інгредієнтів вміст білка досягав 13–14% (проти 9–10% у класичному хлібі), харчових волокон — 4,8–6,1%, тоді як енергетична цінність знижувалася на 8–12%. Мікроелементний склад підсилювався: заліза та кальцію у функціональному хлібі було у 1,7–1,9 рази більше, вітамінів E, B1, B2, PP — у 1,5–1,8 рази. Інтегральний скор якісних показників перевищував контроль на 25–30%. Це підтверджує високу ефективність використання амарантового борошна й псиліуму для створення сучасної рецептури дієтичного і профілактичного хліба.

6. Розроблено та оптимізовано технологічну схему виробництва, що забезпечує отримання функціонального хліба високої якості й безпечності відповідно до вимог ДСТУ та міжнародних стандартів.
7. Проведено SWOT- і TOWS-аналіз, які підтвердили конкурентні переваги функціонального хліба з псиліумом і амарантовим борошном. Визначені бізнес-перспективи впровадження розробки у хлібопекарську індустрію з урахуванням сучасних ринкових трендів.
8. Висвітлено організаційно-технологічні аспекти охорони праці, санітарії, електро- й пожежної безпеки для інноваційних виробництв функціонального хліба; запропоновані шляхи вдосконалення системи безпеки праці та дотримання санітарних норм на підприємствах.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Functional Food and Beverage Market Size, Share & Industry Analysis, By Type (Functional Cereals & Grains, Functional Dairy Products, Functional Bakery Products, Functional Fats & Oils, and Other Functional/ Fortified Foods), Distribution Channel (Supermarkets/ Hypermarkets, Convenience Stores, Online Retail, and Others) and Regional Forecast, 2025–2032. PDF Report. Fortune Business Insights. Last Updated: October 13, 2025. <https://www.fortunebusinessinsights.com/functional-foods-market-102269>
2. Europe Functional Foods Market Size & Outlook, 2023-2030. Grand View Research. Online. <https://www.grandviewresearch.com/horizon/outlook/functional-foods-market/europe>
3. 2024 IFIC Food & Health Survey. International Food Information Council. PDF. <https://ific.org/wp-content/uploads/2024/06/2024-IFIC-Food-Health-Survey.pdf>
4. Bakery Products Market Size & Share, Statistics Report 2024 / Authors: Kiran Pulidindi, Keshav Tandle. Global Market Insights (GMI). January 2025. Online. [https://www.gminsights.com/industry-analysis/bakery-products-market?utm\\_source](https://www.gminsights.com/industry-analysis/bakery-products-market?utm_source)
5. Аналіз ринку хлібобулочних виробів в Україні. 2021 – I квартал 2024 / Pro-Consulting. May 2024. Online. [https://pro-consulting.ua/en/issledovanie-rynka/analiz-rynka-hlebobulochnyh-izdelij-v-ukraine-2021-i-kvartal-2024-gg?utm\\_source](https://pro-consulting.ua/en/issledovanie-rynka/analiz-rynka-hlebobulochnyh-izdelij-v-ukraine-2021-i-kvartal-2024-gg?utm_source)
6. FAO GIEWS Country Brief on Ukraine. Reference Date: 14-March-2025. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Online. [https://www.fao.org/giews/countrybrief/country.jsp?code=UKR&lang=ar&utm\\_source](https://www.fao.org/giews/countrybrief/country.jsp?code=UKR&lang=ar&utm_source)

7. Innova Market Insights. Top Ten Food & Beverage Trends 2025. October 17, 2024. Online. [https://www.innovamarketinsights.com/press-releases/top-ten-trends-2025/?utm\\_source](https://www.innovamarketinsights.com/press-releases/top-ten-trends-2025/?utm_source)
8. Ринок хлібобулочних виробів України у 2025 році зросте до 33,6 млрд грн E-land. May 2025. Online. <https://www.e-land.ua/news/item/rynok-khlibobulochnykh-vyrobiv-ukrayiny-u-2025-rotsi-zroste-do-33-6-mlrd-hrn>
9. Ринок хлібобулочних виробів України цьогоріч досягне 33,6 млрд грн / TradeMaster.UA. May 2025. Online. <https://trademaster.ua/news/37231>
10. Найгарячіші тренди у випічці на 2025 рік / Taste Tomorrow, Puratos Україна. October 25, 2024. Online. <https://www.puratos.com.ua/uk/blog/taste-tomorrow/Hottest-bakery-trends-for-2025>
11. ТОП-9 ТМ Хліба в Києві Ukrainian Business Award. 2025. Online. <https://uba.top/khlib/>
12. Українські виробники хлібобулочних виробів нарощують експортні продажі. Propozitsiya.com. August 2025. Online. <https://propozitsiya.com/news/ukrayinski-vyrobnyku-khlibobulochnykh-vyrobiv-naroshchuyut-eksportni-prodazhi>
13. Найгарячіші тренди у випічці на 2025 рік / Puratos Україна, Taste Tomorrow. October 2024. Online. <https://www.puratos.com.ua/uk/blog/taste-tomorrow/Hottest-bakery-trends-for-2025>
14. Mesta-Corral M., Gómez-García R., Balagurusamy N., Torres-León C., Hernández-Almanza A.Y. Technological and Nutritional Aspects of Bread Production: An Overview of Current Status and Future Challenges // Foods. 2024. Vol. 13, No. 13. Art. 2062. <https://www.mdpi.com/2304-8158/13/13/2062>; <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38998567/>
15. Іваніщева О., Пахомська О. Тенденції формування якості хлібобулочних виробів функціонального призначення. Молодий вчений, 2021, №5 (93), с. 159–163. <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2021-5-93-30>
16. O'Sullivan C., O'Connor N., Ross R., Gibney M., Stanton C., McCarthy D. Development of functional bread: Improved markers of glycaemic control and

- mineral status in overweight adults. *Nutrition Bulletin*, 2024, Vol. 49, No. 3. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/nbu.12648>
17. Tavano A., Bertolino M., Belviso S. The impact of dietary fiber enrichment in breadmaking: Technological and sensory quality. *Foods*, 2024, Vol. 13, No. 13, Art. 1980. <https://www.mdpi.com/2304-8158/13/13/1980>
18. Zhang X., Feng C., Yu W., et al. Physicochemical, nutritional, and technological properties of bread enriched with functional ingredients. *Foods*, 2024, Vol. 13, No. 16, Art. 2582. <https://www.mdpi.com/2304-8158/13/16/2582>
19. Salmenkallio-Marttila M., Loponen J., Katina K., et al. Recent Development in Cereal Technology and Nutrition. *Nutrients*, 2024, Vol. 16, No. 8. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11675192/>
20. Ashraf S., Khan A., Hussain S., et al. Bread and bread fortification: recent insights and future directions. *Nutrients*, 2023, Vol. 15, No. 2, Article PMC9922110. [https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9922110/?utm\\_source](https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9922110/?utm_source)  
e
21. Ciani M., Comitini F., Mannazzu I. Recent Advances in Sourdough Fermentation and Application. *Fermentation*, 2023, Vol. 9, No. 2, Art. 90. <https://www.mdpi.com/2311-5637/9/2/90>
22. Li W., Wang J., Li P. Comparative Assessment of Traditional Yeast and Sourdough Fermentation in Wheat Bread Quality. *Fermentation*, 2024, Vol. 10, No. 1, Art. 7. <https://www.mdpi.com/2311-5637/10/1/7>
23. Kaim U., Goluch Z.S. Health Benefits of Bread Fortification: A Systematic Review of Clinical Trials according to the PRISMA Statement. *Nutrients*, 2023, Vol. 15, No. 20, 4459. <https://doi.org/10.3390/nu15204459>
24. Cacak-Pietrzak G., Grabarczyk J., Szafrńska A., Krajewska A., Dziki D. Cereal Coffee as a Functional Additive in Wheat Bread: Impact on Dough and Bread Properties. *Foods*, 2024, Vol. 13, No. 24, 3991. <https://doi.org/10.3390/foods13243991>; <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39766934/>

25. Mahmoud N., Ferreira J., Raymundo A., Nunes M.C. Enhancing the Protein, Mineral Content, and Bioactivity of Wheat Bread through the Utilisation of Microalgal Biomass: A Comparative Study of *Chlorella vulgaris*, *Phaeodactylum tricornutum*, and *Tetraselmis chuii*. *Applied Sciences*, 2024, Vol. 14, No. 6, 2483. <https://doi.org/10.3390/app14062483>
26. Sukhikh S., Ivanova S., Dolganyuk V., Pilevinova I., Prosekov A., Ulrikh E., Noskova S., Michaud P., Babich O. Evaluation of the Prospects for the Use of Microalgae in Functional Bread Production. *Applied Sciences*, 2022, Vol. 12, No. 24, 12563. <https://doi.org/10.3390/app122412563>
27. Науменко О., Полонська Т., Радзієвська І., Богдан Г., Гетьман І., Бокова С. Збагачення спельтового хліба ненасиченими жирними кислотами. *Food Resources*, 2022, №18. DOI: <https://doi.org/10.31073/foodresources2022-18-09>
28. Bondarenko Yu., Andronovych G., Kaprelyants L., Bilyk O., Naumenko O. Study of dough fermentation process with flax seeds. *Food science and technology*. 2023. Vol. 17, Issue 4. P. 60–68. <https://doi.org/10.15673/fst.v17i4.2762>
29. Gunko S., Naumenko O., Hetman I., Korolyuk K., Lukianchuk I., Kuznietsova I. Use of products of hemp seed processing for bread production. *Food Resources*. 2024, Vol. 12, pp. 51–60. <https://doi.org/10.31073/foodresources2024-22-06>
30. Naumenko O., Hetman I., Chyzh V., Gunko S., Bal-Prylypko L., Bilko M., Tsentylo L., Lialyk A., Ivanytska A., Liashenko S. Improving the quality of wheat bread by enriching teff flour. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2023, Vol. 6, No. 11(126), p. 50–62. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.279286>
31. Verbeke C., Debonne E., Versele S., Van Bockstaele F., Eeckhout M. Technological Evaluation of Fiber Effects in Wheat-Based Dough and Bread. *Foods*, 2024, Vol. 13, No. 16, 2582. <https://doi.org/10.3390/foods13162582>

32. Науменко О., Полонська Т., Радзієвська І., Богдан Г., Гетьман І., Бокова С. Збагачення спельтового хліба ненасиченими жирними кислотами. *Food Resources*, 2022, №18. DOI: <https://doi.org/10.31073/foodresources2022-18-09>
33. Verbeke C., Debonne E., Versele S., Van Bockstaele F., Eeckhout M. Technological Evaluation of Fiber Effects in Wheat-Based Dough and Bread. *Foods*, 2024, 13(16), 2582. <https://doi.org/10.3390/foods13162582>
34. Науменко О., Полонська Т., Радзієвська І., Богдан Г., Гетьман І., Бокова С. Збагачення спельтового хліба ненасиченими жирними кислотами. *Food Resources*, 2022, №18. DOI: <https://doi.org/10.31073/foodresources2022-18-09>
35. Науменко О. В., Полонська Т. А., Гетьман І. А. Функціональні інгредієнти в хлібопеченні. *Продовольчі ресурси*. 2021. Т. 9, № 16. С. 136–140. DOI: [10.31073/foodresources2021-16-13](https://doi.org/10.31073/foodresources2021-16-13)
36. Миколенко С. Ю., Соколов В. Ю., Пенькова В. В. Дослідження технологічних аспектів виробництва хліба із диспергованої зернової маси з використанням додаткової підготовки сировини. *Зернові продукти і комбікорми*. 2016. Т. 64, № 4. С. 10–15. DOI: [10.15673/gpmf.v64i4.260](https://doi.org/10.15673/gpmf.v64i4.260)
37. Іваніщева О., Пахомська О. Тенденції формування якості хлібобулочних виробів функціонального призначення. *Молодий вчений*, 2021, №5 (93), с. 159–163. <https://molodyivchenyi.ua/index.php/journal/article/view/645/627>
38. Іваніщева О., Пахомська О. Тенденції формування якості хлібобулочних виробів функціонального призначення. *Молодий вчений*, 2021, №5 (93), с. 159–163. <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2021-5-93-30>
39. Фалендиш Н. О., Бобель І. М., Симоненко А. Л. Шрот насіння гарбуза у виробництві органічного пшеничного хліба. *Polish journal of science*. 2024. №75. С. 3–8. DOI: <https://zenodo.org/records/12059081> ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-0857-9170>, <https://orcid.org/0000-0002-6334-4789>
40. Єремєєв Р. Є. Технологія хліба житньо-пшеничного функціонального призначення та проєкт цеху з його виробництва: кваліфікаційна робота

- бакалавра: спец. 181 – Харчові технології; наук. кер. С. Г. Олійник. Харків: ДБТУ, 2025. 76 с.
41. Корнієнко І.М., Гуляєв В.М., Крижова М.В., Анацький А.С., Коваленко А.Л., Філімоненко О.Ю. Оцінка впливу процесу кріоконсервації на якість хлібної закваски в біотехнології отримання функціонального бездріжджового хліба. <https://doi.org/10.31319/2519-2884.46.2025.22>
42. Квасницька К. Удосконалення технології виробництва хліба в умовах ТОВ «Миколаївський хлібзавод №1» м. Миколаїв : кваліфікаційна робота на здобуття ступеня вищої освіти «Магістр» за спеціальністю 181 – «Харчові технології» / наук. керівн. Н. П. Шевчук. Миколаїв : МНАУ, 2024. 90 с
43. Петрова О. Органолептична оцінка хліба з додаванням функціональної добавки / Олена Петрова // Сучасний стан та перспективи розвитку тваринництва України в умовах євроінтеграції. Миколаїв : Миколаївський національний аграрний університет, 2024. С. 67–69.
44. Хоптинська С. Використання продуктів із коноплі в технології хліба / С. Хоптинська, Н. Фалендиш // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті : матеріали 87-ї Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 15–16 квітня 2021 р., Київ. НУХТ, 2021. Ч. 1. С. 126.
45. Поплевічев А. О. Технологічна експертиза та оцінка якості хліба житнього з додаванням соняшникового насіння : кваліфікаційна робота на здобуття ступеня вищої освіти «магістр» / А. О. Поплевічев ; наук. керівник доц., канд. техн. наук О. М. Куник. Хмельницький : ХНТУ, 2023. 102 с.
46. Юхно В. М., Бараболя О. В. Розробка рецептури та особливості технології хлібобулочних виробів функціонального призначення / В. М. Юхно, О. В. Бараболя // Агробіологічний вісник. 2022. № 1. С. 46–51. <https://doi.org/10.31395/2310-0478-2022-1-46-51> <https://journals.udau.cherkasy.ua/index.php/visnyk/article/view/26>

- 47.Фалендиш Н. О., Бобель І. М., Симоненко А. Л. Шрот насіння гарбуза у виробництві органічного пшеничного хліба. Polish Journal of Science. 2024. №75. С. 3–8. DOI: <https://zenodo.org/records/12059081>
- 48.Квасницька К. Функціональні властивості амарантової сировини у хлібопеченні. Миколаївський національний аграрний університет (МНАУ), 2024.
- 49.Іваніщева О., Пахомська О. Тенденції формування якості хлібобулочних виробів функціонального призначення. Молодий вчений, 2021, №5 (93), 159–163. <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2021-5-93-30>
- 50.Юхно В. М., Бараболя О. В. Вплив амарантового борошна на білково-мінеральну та антиоксидантну цінність функціонального хліба. Агробіологічний вісник, 2022.
- 51.Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства: Збірник праць XII Міжнародної науково-практичної конференції вчених, аспірантів і студентів (м. Київ, 18–19 квітня 2024 р.). Київ: РВВ НУБіП України, 2024. 470 с. С. 433.
- 52.<https://ecoeda.com.ua/statii/psylum-dlia-doroslykh-iaк-pravylnozastosovuvaty-i-navishcho/>
- 53.<https://klopotenko.com/psylum-chym-korysne-lushpynnya-podorozhnyka-ta-de-jogo-vykorystovuyut/>
- 54.Божко М.М. Використання псиліуму в технології здобного печива зі зниженим вмістом жиру // Проблеми формування здорового способу життя у молоді: Збірник матеріалів XIV Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених та студентів з міжнародною участю (м. Одеса, 7–9 жовтня 2021 р.). Одеса: ОНАХТ, 2021. С. 66–67.
- 55.Кравчун Н. О., Дунаєва І. П. Корекція харчових звичок у пацієнтів з порушеннями вуглеводного обміну / Міжнародний ендокринологічний журнал. 2021. Том. 17, № 8. С. 619–623. DOI: <https://doi.org/10.22141/2224-0721.17.8.2021.246794>.

56. Козаченко, Ю. Організація охорони праці на ПАТ «Новоград-Волинський хлібзавод» / Ю. Козаченко, О. Євтушенко // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті : матеріали 87-ї Міжнародна наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 15-16 квітня 2021 р., м. Київ. Київ : НУХТ, 2021. Ч.1 С. 361.
57. Новікова О. В., Алексенко В. О. Організація, технічне оснащення малих підприємств з виготовлення хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів. Світ книг. 2018. 196 с