

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломної роботи
освітнього ступеня «Магістр»
на тему:

**Обґрунтування технології хлібобулочних
виробів на основі тритикалевого борошна з
використанням пряно-ароматичних добавок**

Виконала: здобувачка вищої освіти 2 курсу,
групи МгХТ-1-24
освітньо-професійної програми «Харчові
технології»
зі спеціальності 181 «Харчові технології»

_____ Олесь САСНКО

Керівник: _____ Олена КОВАЛЬОВА

Дніпро 2025

**ДНПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій
Ступінь вищої освіти: «Магістр»
Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»
Спеціальність: 181 «Харчові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
харчових технологій,
кандидат технічних наук, доцент
Віталій КОШУЛЬКО

(підпис)

«24» жовтня 2025 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧЦІ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Саснко Олесі Олегівні

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології хлібобулочних виробів на основі тритикалевого борошна з використанням пряно-ароматичних добавок». Керівник роботи: Ковальова Олена Сергіївна, кандидатка технічних наук, доцентка, затверджені наказом закладу вищої освіти від «24» жовтня 2025 року № 3184.
2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 11 грудня 2025 року
3. Вихідні дані до роботи 1 Літературні джерела та періодичні видання. 2 Наукова та науково-технічна документація, що стосується питань виробництва хлібобулочних виробів функціонального призначення. 3 Нормативно-технологічна документація та інструкції щодо ведення технологічних процесів на підприємствах з виробництва хлібобулочних виробів. 4 Патенти та авторські свідоцтва.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Аналітичний огляд. 2 Методична частина. 3 Експериментальна частина. 4 Практична реалізація результатів досліджень. 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 6 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Аналітичний огляд. 2 Мета та задачі досліджень. 3 Схема проведення експериментальних досліджень. 4 Результати досліджень та їх обговорення. 5 Практична реалізація результатів досліджень. 6 Кошторис витрат на проведення досліджень. 7 Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Посада, прізвище та ім'я консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 4	доцентка КОВАЛЬОВА Олена	24.10.2025	11.12.2025
5	доцентка КОВАЛЬОВА Олена	24.10.2025	11.12.2025
6	доцентка КОВАЛЬОВА Олена	24.10.2025	11.12.2025

7. Дата видачі завдання 24 жовтня 2025 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	24.10-27.10.25	виконано
2	Аналітичний огляд	28.10-07.11.25	виконано
3	Методична частина	08.11-14.11.25	виконано
4	Експериментальна частина	15.11-30.11.25	виконано
5	Практична реалізація результатів досліджень	01.12-06.12.25	виконано
6	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	07.12-08.12.25	виконано
7	Організаційно-економічна частина	09.12.25	виконано
8	Загальні висновки та список джерел посилання	10.12.25	виконано
9	Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу	11.12.25	виконано

Здобувачка вищої освіти

_____ Олесь САСНКО
(підпис)

Керівник роботи

_____ Олена КОВАЛЬОВА
(підпис)

РЕФЕРАТ

Тема: «Обґрунтування технології хлібобулочних виробів на основі тритикалевого борошна з використанням пряно-ароматичних добавок»

Кваліфікаційна робота: 81 сторінка, 14 рисунків, 20 таблиць, 0 додатків, 40 літературних джерел.

Мета роботи – теоретичне обґрунтування та експериментальне вдосконалення технології виробництва хлібобулочних виробів на основі тритикалевого борошна з використанням пряно-ароматичних добавок – СО₂-щротів петрушки, кропу та селери.

Об'єкт дослідження – технологічний процес виробництва хлібобулочних виробів на основі тритикалевого борошна.

Предмет дослідження – вплив пряно-ароматичних СО₂-щротів петрушки, кропу та селери на показники якості, структурно-механічні, органолептичні та технологічні властивості хлібобулочних виробів із тритикалевого борошна.

Тритикалеве борошно вирізняється підвищеною харчовою цінністю, збалансованим амінокислотним складом та покращеними функціональними властивостями, що робить його перспективним компонентом для виробництва оздоровчих і функціональних продуктів. Використання пряно-ароматичних добавок дозволяє не лише покращити органолептичні характеристики виробів, але й підвищити їх біологічну активність, розширити асортимент та адаптувати продукцію до потреб споживачів, орієнтованих на здорове харчування. Поєднання тритикалевого борошна з натуральними ароматичними компонентами сприяє підвищенню конкурентоспроможності продукції, забезпечує її інноваційність та відповідає сучасним тенденціям у галузі харчових технологій.

КЛЮЧОВІ СЛОВА

Тритикале, борошно, оздоровчі продукти, прянощі, технологія, функціональність, якість, гармонія, смак, інновації.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД.....	10
1.1 Технологічні та борошномельні властивості зерна тритикале.....	10
1.2 Особливості хімічного складу зерна тритикале.....	12
1.3 Хлібопекарські властивості борошна, виготовленого із зерна тритикале.....	15
1.4 Промислове використання тритикалевого борошна в харчових цілях.....	21
1.5 Характеристика насіння пряно-ароматичних рослин та особливості їх хімічного складу.....	22
1.6 Застосування насіння пряно-ароматичних рослин та продуктів їх переробки у хлібопеченні.....	25
Висновки за розділом.....	27
2 МЕТОДИЧНА ЧАСТИНА.....	29
2.1 Організація роботи та схема проведення досліджень.....	29
2.2 Основні методи дослідження.....	30
2.2.1 Методи дослідження основних показників якості сировини хлібопекарського виробництва.....	30
2.2.2 Методи оцінки якості напівфабрикатів.....	30
2.2.3 Методи оцінки якості готової продукції.....	31
2.3 Математичне планування та обробка результатів експериментів.....	31
Висновки за розділом.....	32
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА.....	33
3.1 Обґрунтування вибору борошна із зерна тритикале.....	33
3.2 Обґрунтування вибору продуктів переробки насіння пряно-ароматичних рослин – СО ₂ -шротів.....	36
3.3 Вибір оптимального способу приготування тіста із тритикалевого сіяного борошна.....	38
3.4 Вибір оптимального способу приготування тіста з тритикалевого оббивного борошна.....	41

3.5 Вплив CO ₂ -шротів насіння пряно-ароматичних рослин на хлібопекарські властивості тритикалевого сіяного борошна та якість хліба	45
3.6 Вплив CO ₂ -шротів насіння пряно-ароматичних рослин на хлібопекарські властивості тритикалевого оббивного борошна на якість хліба	50
3.7 Вплив CO ₂ -шротів насіння пряно-ароматичних рослин (петрушки, кропу та селери) на харчову цінність хліба з тритикалевого борошна.....	55
Висновки за розділом	57
4 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ	59
4.1 Технологія виробництва хлібобулочного виробу «Пряний».....	59
4.2 Технологія виробництва хліба «Запашний».....	60
Висновки за розділом	61
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	63
5.1 Розробка карти безпеки праці під час виробництва хлібобулочних виробів .	63
5.2 Шляхи утилізації відходів під час виробництва хлібобулочних виробів	66
Висновки за розділом	70
6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	71
6.1 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження	71
6.2 Розрахунок вартості дослідження	74
Висновки за розділом	75
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	76
БІБЛІОГРАФІЯ	78

ВСТУП

Аналіз споживаних харчових продуктів останніми роками показав, частка хлібобулочних виробів у раціоні досить велика і продовжує зростати, що пов'язано з їх відносно невисокою вартістю порівнюючи з іншими продуктами харчування [8].

Однак, харчова цінність традиційних хлібобулочних виробів, що виробляються за державними стандартами, не відповідає сучасним вимогам науки про харчування: не дотримується необхідного балансу білків та вуглеводів (високий вміст вуглеводів при недостатньому вмісті білків, харчових волокон, вітамінів та мінеральних речовин) [10].

Тому введення в рецептуру хлібобулочних виробів нових компонентів, що надають їм дієтичних, профілактичних і функціональних властивостей, а також підвищують харчову цінність, дозволить вирішити проблему дефіциту необхідних харчових речовин, а також надати готовій продукції заданий позитивний характер [1].

У цій ситуації актуальним є вдосконалення технології та розширення асортименту хлібобулочних виробів, збагачених натуральними харчовими інгредієнтами, а також технологій переробки та застосування нетрадиційної сировини для цього [8].

Як інгредієнти, що підвищують харчову цінність, у хлібопеченні рекомендується використовувати сировину, що містить білок, харчові волокна, вітаміни, мінеральні речовини, біологічно активні добавки (БАД), харчові добавки натурального походження та інші компоненти [3].

Серед хлібопекарських злаків провідна роль належить пшениці, що має відмінні хлібопекарські якості. Однак, як показує практика культивування, пшениця недостатньо стійка до низки захворювань, реагує на екстремальні екологічні фактори, а також має знижений вміст лізину. Увагу селекціонерів здавна привертала ідея передачі пшениці низки цінних властивостей та ознак її найближчого культурного родича – жита. Жито швидко пристосовується до різних умов вирощування. Його перевагами є висока продуктивність та стійкість до несприятливих кліматичних умов, а недоліками – низькі хлібопекарські якості.

У зв'язку з цим інтерес представляє зернова культура тритикале, що є штучним гібридом пшениці та жита [10, 14].

Тритикале набув швидкого і широкого поширення в борошномельній та круп'яній промисловості більшості країн світу, завдяки високій врожайності, стійкості до хвороб, що дозволяє виключити передпосівне насіння, високої зимостійкості, підвищеного порівняно з пшеницею вмісту лізину та універсальності у використанні [2, 3].

Про доцільність використання цієї культури у хлібопекарському виробництві свідчать наукові праці. Особлива увага приділяється новим високоврожайним сортам тритикале. Їх застосування дозволить зняти дефіцит житнього борошна, розширити сировинну базу хлібопекарської галузі, збільшити асортимент хлібобулочних виробів, підвищити їхню харчову та біологічну цінність [8].

Серед перспективних видів вторинної сировини для хлібопечення практичний інтерес становлять продукти переробки насіння пряно-ароматичних рослин CO₂-екстракти та CO₂-шроти.

CO₂-технології вважаються унікальним явищем у харчових галузях. Досить довгий шлях впровадження CO₂ технологій пов'язаний з високою наукоємністю, складністю апаратурного оформлення та іншими причинами.

Особливо широкий розвиток та затребуваність отримали CO₂-екстракти пряно-ароматичної, лікарської та ефірооїльної рослинної сировини [5].

До останнього часу при виробництві екстрактів із застосуванням харчового діоксиду вуглецю шроти, як вихідна сировина, майже не використовувалися, незважаючи на їх цінний склад. Після екстракції діоксидом вуглецю водорозчинні цінні компоненти шротів повністю залишаються у яких можуть використовуватися як харчові чи кормові добавки [8].

На жаль, теоретичні та практичні основи отримання та застосування продуктів переробки насіння пряно-ароматичних рослин з метою виробництва хлібобулочних виробів на основі тритикалевого борошна вивчені зовсім недостатньо.

У зв'язку з цим удосконалення технології хлібобулочних виробів на основі тритикалевого борошна з використанням продуктів переробки насіння пряно-ароматичних рослин є дуже актуальним і має теоретичне значення (для біохімії хлібопечення) та прикладне – для технології хлібопекарського виробництва.

Мета роботи – теоретичне обґрунтування та експериментальне

вдосконалення технології виробництва хлібобулочних виробів на основі тритикалевого борошна з використанням пряно-ароматичних добавок – СО₂-шротів петрушки, кропу та селери.

За для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- дослідження хлібопекарських властивостей борошна, що одержується з зерна тритикале;
- вибір оптимального способу приготування тіста з тритикалевого сіяного і оббивного борошна;
- вивчення хімічного складу пряно-ароматичних добавок СО₂-шротів насіння петрушки, кропу та селери;
- теоретичне обґрунтування та експериментальне підтвердження використання пряно-ароматичних добавок у хлібопекарському виробництві;
- удосконалення технології та розробка рецептур нових сортів хлібобулочних виробів на основі тритикалевого борошна з використанням пряно-ароматичних добавок;
- розрахунок вартості проведених експериментальних досліджень.

Об'єкт дослідження – технологічний процес виробництва хлібобулочних виробів на основі тритикалевого борошна.

Предмет дослідження – вплив пряно-ароматичних СО₂-шротів петрушки, кропу та селери на показники якості, структурно-механічні, органолептичні та технологічні властивості хлібобулочних виробів із тритикалевого борошна.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

1.1 Технологічні та борошномельні властивості зерна тритикале

Відомо, що зі збільшенням маси 1000 зерен підвищується їх цінність. Зростання цього показника зазвичай супроводжується більшою крупністю зерна, підвищенням склоподібності та вмісту ендосперму, що зрештою забезпечує більший вихід борошна. У порівнянні з пшеницею та житом тритикале характеризується нижчою об'ємною масою [8].

Показник густини зерна є інтегральною характеристикою, що відображає сукупність фізико-хімічних властивостей, зокрема масу 1000 зерен, будову, хімічний склад та інші параметри. Завдяки цьому щільність зерна тісно корелює з основними технологічними показниками його якості [2].

Встановлено, що зі збільшенням вмісту крохмалю щільність зерна підвищується, тоді як більша частка білка, навпаки, спричиняє її зменшення. Це особливо помітно при порівнянні показників густини тритикале з пшеницею та житом.

Тритикале також має кращу вирівняність зерна, що є вагомою технологічною перевагою. Чим однорідніше за розміром зерно партії, тим легше забезпечити однаковий технологічний вплив під час його обробки. Великі зерна містять більше ендосперму, що сприяє підвищенню виходу борошна. Особливо цінним у виробничих процесах вважається зерно більшої ширини та товщини, оскільки його вища сферичність пов'язана з більшою часткою ендосперму. Форма та розміри зерна мають суттєве значення під час вибору режимів його зберігання, очищення, транспортування й переробки [14].

Зерно тритикале за товщиною перевершує жита, по довжині – пшеницю, має гарну вирівняність, масу 1000 зерен – на рівні пшениці. Зерно тритикале успадковує від пшениці високу склоподібність. Згідно з сучасними уявленнями, структура ендосперму, його склоподібність, або борошністість, залежить від кількості, складу, властивостей, розмірів, форми та розташування крохмальних зерен; кількості, властивостей та розподілу білкових речовин; характеру та міцності зв'язку між білковими речовинами та

крохмалем.

Дані, що характеризують масу 1000 зерен, свідчать про відсутність пропорційної залежності між натурою зерна і масою 1000 зерен. Якщо стан поверхні, форма зернівок впливають на зменшення натури зерна тритикале, то переважання великих фракцій у випробуваних пробах призводить переважно збільшення маси 1000 зерен. Так середнє значення маси 1000 зерен у тритикале із сортоділянок було 43 г, тритикале товарного – 42 г. Виявлено значні коливання цього показника для проб в обох групах: 29,72 – 52,29 г – для зерна із сортоділянок; 36,70 – 49,93 г – для зерна тритикале товарного.

Незважаючи на високу масу 1000 зерен, натура тритикале дещо менша, ніж у пшениці та жита, що пояснюється більшою шпаруватістю, менш щільним укладанням зерна внаслідок більш подовженої форми та шорсткого складчастого стану поверхні зернівки.

Досліджувані проби мали натуру від 709 до 782 г/л, причому 12 проб із 18 мали понад 745 г/л. Більш широкий діапазон коливань за вдачею характерний для проб товарного зерна – від 692 до 800 г/л. З 26 досліджуваних проб 15 мали натуру понад 745 г/л [14, 18].

Проведений комплексний аналіз отриманих даних показав досить велике варіювання за такими показниками, як склоподібність зерна, натурна маса, а також маса 1000 зерен у досліджуваних сортів тритикале. Широта варіювання даних показників пояснюється селекційними особливостями зерна тритикале кожного сорту. Сорти з переважанням геному пшениці характеризуються вищими технологічними показниками зерна. Нижчі показники якості мають сорти, що несуть житньо-пшеничну транслокацію, обумовлену наявністю блоку гліадинів 1В/1R характерну для жита.

Були проведені дослідження з вивчення борошномельних властивостей зерна тритикале з метою отримання борошна різних виходів. При цьому для отримання борошна із зерна тритикале використовувалися різноманітні помели.

Під час перероблення зерна тритикале на борошно в млиновій установці за схемою двосортного 80 % помелу жита (5 драних і 3 розмельних систем), що передбачає отримання сіяного та обдирного борошна, зафіксовано значне підвищення зольності борошна на останніх стадіях дрального й розмельного процесів. Це впливає на якість

сформованих сортів борошна. Із зерна тритикале вдається отримати 39,7 – 44,4 % сіяного борошна з зольністю 0,75 % [22].

На лабораторному млині проведено порівняльні оббивні, обдирні та сортові помели пшениці, жита й тритикале як за традиційною житньою технологією (15 % сіяного та 65 % обдирного борошна), так і за схемами багатосортних помелів, характерних для пшениці.

Результати досліджень свідчать, що зерно тритикале найбільш раціонально переробляти на 95 % оббивне та 87 % обдирне борошно відповідно до класичних схем розмелювання жита. Хліб, виготовлений із такого борошна за технологією житнього хліба, не поступається якістю аналогічним виробам із житнього борошна.

Технологічна схема при оббивному помелі тритикале включала п'ять драних систем, тоді як для жита – чотири. За 87 % обдирного помелу тритикале та жита довжину виробничої лінії приймали однаковою, при цьому зольність обдирного борошна тритикале була дещо нижчою. У 80 % сортовому помелі тритикале та жита застосовували п'ять драних і три розмельні системи, а 15 % сіяного борошна відбирали на першій розмельній системі [8, 16].

Ефективність виробництва борошна та якість готової продукції значною мірою визначаються технологічними властивостями зерна, які можуть бути оптимізовані завдяки гідротермічній обробці та правильно підібраним її режимам. Проведені дослідження довели, що гідротермічна обробка позитивно впливає на вихід і якість борошна з тритикале [3].

1.2 Особливості хімічного складу зерна тритикале

Вивченню хімічного складу зерна тритикале було присвячено низку робіт. Хімічний склад зернових культур істотно варіює залежно від зони вирощування, агроекологічних умов та сортових особливостей [4]. Для тритикале характерний нижчий вміст крохмалю та вищий вміст білка порівняно з іншими хлібними злаками.

У середньому зерно тритикале містить: води – 14,1 %, білків – 12,9 %, вуглеводів – 68,7 %, жирів – 1,4 %, клітковини – 3,2 % та золи – 2,1 %. Ендосперм тритикале

включає: 27 – 29 % водорозчинних білків, 8 – 9 % солерозчинних, 26 – 27 % спирторозчинних та 19 – 21 % білків, що розчиняються в оцтовій кислоті.

Дослідження, проведені з різними видами тритикале, показали, що фракційний склад білків тритикале успадковується за проміжним типом. Встановлено, що в сумарному білку міститься більше, ніж у пшениці та житі, водо- та лужнорозчинних білків, а кількість спирторозчинних наближається до пшениці [4].

Амінокислотний склад білка тритикале типовий для злакових, але займає проміжне положення між складом жита та твердої пшениці. Електрофореоптичні дослідження протеїну тритикале, так само як і протеолітична активність, не показали жодного компонента, якого не містилося б у житі та пшениці. Деякі сорти тритикале мають майже таку ж протеолітичну активність, як і жито [5].

Харчова цінність білка визначається насамперед кількістю незамінних амінокислот, що входять до його складу. Дослідженнями, проведеними в нашій країні та за кордоном, встановлено, що білок тритикале характеризується добре збалансованим амінокислотним складом.

Найважливішою для харчування амінокислотою є лізин. За його змістом білки тритикале наближаються до жита, але перевищують цей показник пшениці.

Е. Віллегас і Р. Бауер (Мексика) показали, що білки покращених форм тритикале та жита приблизно на 20 – 30 % багатші лізином, ніж м'яка яра або тверді пшениці.

За даними Цимміт, середній вміст лізину становив мг/г азоту: у тритикале – 196, у пшениці – 179, у жита – 212.

У білку зерна тритикале відзначається нижчий вміст триптофану (1,31% проти 1,66%), ніж у пшениці, проте, при цьому покращується показник збалансованості трьох найважливіших амінокислот – триптофану, лізину та метіоніну, оптимальним співвідношенням для яких є 1:3:3. За даними аналізів кілька покращених ліній тритикале містили лізин у кількості, близькій до високолізинової кукурудзи [17]. Склад зерна тритикале та пшениці за вмістом амінокислот наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Середній вміст амінокислот у білках пшениці та тритикале, г, амінокислоти на 100 г загального азоту (за даними FAO)

Амінокислоти	Пшеничне борошно	Тритикалеве борошно
Лізін	17,8	19,5
Валін	27,5	24,3
Лейцин	45,1	41,6
Ізолейцин	20,5	18,6
Метіонін	9,3	6,1
Треонін	18,4	19,7
Триптофан	6,9	6,4
Фенілаланін	28,3	28,5
Цистин	15,8	7,8
Тирозин	18,6	19,6
Аргінін	28,7	38,3
Гістидин	14,4	13,7
Аланін	22,7	25,9
Аспарагінова кислота	30,9	41,5
Глютамінова кислота	186,7	152,7
Гліцин	25,5	26,4
Пролін	62,2	52,2
Серін	28,8	25,1

Білковий комплекс зерна тритикале в середньому включає 6 – 11 % альбумінів, 7 – 8 % глобулінів, 31 – 38 % проламінів та 16 – 21 % глютелінів. У всіх різновидів тритикале вміст водорозчинного азоту вищий, ніж у вихідних батьківських форм.

За кількістю білків, що утворюють клейковину, тритикале суттєво перевершує жито та наближається до пшениці, що свідчить про здатність амфідиплоїдного зерна формувати клейковину, подібну до пшеничної [5].

Висока варіативність у вмісті білка та лізину порівняно з пшеницею вказує на значний потенціал подальшого покращення якості білка цієї культури паралельно зі селекцією за такими важливими ознаками, як урожайність та вирівняність зерна [17].

Основним компонентом зерна тритикале, як і інших злакових, є крохмаль, на частку якого припадає близько 76 % маси зерна. Крохмаль тритикале характеризується

нижчим вмістом амілози (23,8 %) порівняно з пшеницею та житом. За показником щільності (при 30,0 °C) крохмаль тритикале перевищує крохмаль жита (1,4466 проти 1,4208), але поступається крохмалю м'якої пшениці (1,4833) [11].

Тритикале має більшу кількість зв'язаних фосфоліпідів, ніж пшениця, що, ймовірно, є успадкованою рисою від жита. У той же час підвищений вміст екстрагованих ліпідів у борошні з ендосперму тритикале, ймовірно, надійшов від твердої пшениці. За складом і кількістю ліпідів тритикале не демонструють проміжних властивостей між батьківськими видами пшениці та жита [5].

Мінеральні речовини (зола) відіграють важливу роль при оцінюванні харчової цінності зерна та продуктів його переробки. Їх найбільше накопичується в алейроновому шарі, оболонках та зародку [6]. Основними мінералами є фосфор і калій, далі за кількістю йдуть магній, кальцій, марганець, залізо, мідь та інші елементи. Також присутні мікроелементи: цинк, бор, кобальт, фтор тощо [16].

За вітамінним складом тритикале подібне до пшениці, містячи приблизно однакові кількості тіаміну, рибофлавіну, біотину, фолієвої та пантотенової кислот. Загалом вітамінний комплекс тритикале більш повноцінний, ніж у жита, за винятком нікотинової кислоти, рівень якої є таким самим, як у жита, і значно нижчим, ніж у пшениці [16].

Отже, за хімічними характеристиками тритикале є типовим злаком із високим вмістом білків і вуглеводів, величина яких залежить від умов вирощування. За своїми властивостями культура займає проміжне положення між пшеницею та житом.

1.3 Хлібопекарські властивості борошна, виготовленого із зерна тритикале

Оскільки хлібопекарське виробництво ґрунтується на біохімічних процесах, розгляд біохімічних властивостей та хімічного складу зерна тритикале має велике значення [4].

За загальним хімічним складом зерно являє собою типовий плід злаку, що характеризується високим вмістом вуглеводів і кількістю білка, що варіює в досить широких межах залежно від сорту, добрив, умов погоди в період дозрівання та інших

факторів, що не завжди можна передбачити [5].

Вміст окремих компонентів хімічного складу зерна тритикале і його біохімічні показники в основному успадковуються за проміжним типом, але деякі з них перевершують властиві батьківським формам і набувають характеру гетерезису [3].

Так, відмінністю тритикале є підвищений вміст білка в зерні. За даними [9], у зерні жита міститься 12,47 % білка, у зерні ж пшениці – 14,54%, тритикале – 16,42%.

Університет Манітоби (Канада) спільно з Міжнародним центром селекції кукурудзи та пшениці провів велику роботу з вивчення білка тритикале. Було встановлено, що зерно тритикале містить від 10,7 % до 16,3 % білка, у той час як озима пшениця – від 10,5 % до 12,0 %. За даними польських дослідників, гексаплоїдні форми тритикале містять 18,5 – 21,5 %, октаплоїдні – 14,7 – 19,3 % білка, тоді як жито – 11,7 %, а пшениця – 12,2 %.

Відомо, що підвищений вміст білка в зерні часто пов'язаний з поганою виконаністю зернівки. Проте ця закономірність є й у тритикале на ранніх стадіях селекції. В результаті тривалого селекційного процесу зерно має великі розміри, добре виконано, і, незважаючи на це, вміст білка в ньому вищий, ніж у пшениці, що вирощена в однакових умовах [5]. Пшениця і жито значно різняться за фракційним складом білків. Вміст водорозчинних (альбумінів) та солерозчинних (глобулінів) білків у зерні жита вищий, а білків, що утворюють клейковину, менше, ніж у зерні пшениці.

Найбільш істотною відмінністю зерна тритикале від зерна жита є те, що воно, подібно до пшениці, містить клейковину, що відмивається звичайним способом. Це відіграє важливу роль у хлібопеченні. Вміст сирої клейковини зазвичай високий. Однак на її якість впливає геном жита: на початку відмивання вона зазвичай розповзається між пальцями, потім збирається в грудку. Фізичні властивості її, з погляду хлібопекарського виробництва, невисокі. Її характеризують як слабку, надмірно розтяжну, що несприятливо позначається на реологічних властивостях тіста [3].

Враховуючи, що зерно, можливо, містить багато слизових речовин, були проведені дослідження одержання клейковини методами відмивання житньої клейковини.

Фізико-хімічні властивості крохмалю мають важливе значення для якості хліба, особливо для стану його м'якуша.

У зарубіжній літературі спостерігається суперечливість даних із фізико-хімічних властивостей крохмалю тритикале. Вчені стверджують, що середній діаметр гранул крохмалю проміжний між діаметром аналогічних гранул жита та пшениці, а їх розподіл (розмірний склад) бімодальний, з піками, що відповідають одиничним пікам кожної з батьківських форм [5].

За іншими даними, крохмаль тритикале та твердої пшениці мають однаковий розмірний склад та питому вагу гранул [7].

Відзначено низьку амілографічну в'язкість суспензії борошна із тритикале при нагріванні [5].

У досліджах із ізольованим крохмалем тритикале, пшениці та кукурудзи встановлено, що температура початку клейстеризації та руйнування крохмальних зерен у тритикале нижча, ніж у пшеничного борошна. Це має важливе значення для ферментативного гідролізу крохмалю в м'якуші хліба при випіканні, так як атаку клейстеризованого крохмалю в 200 – 300 разів більше, ніж у нативного крохмалю.

Визначено здатність зерна тритикале до саморозрідження завдяки наявності в ньому активної альфа-амілази та специфічній будові крохмальних гранул тритикале [6].

Дуже істотною особливістю, що відрізняє тритикале від пшениці, є підвищена активність його ферментів, що обумовлено спадковістю, отриманою від жита, і незавершеністю (плутаністю) синтезу біополімерів з генетичних причин. У нормальному (непророслому) зерні пшениці активність амілолітичних ферментів помірною, і амілаза представлена в основному цукроутворювальною формою α -амілазою.

На відміну від зерна пшениці, нормальне зерно жита містить активну декстринувальну або α -амілазу. Це властивість успадковує тритикале, зокрема тривидові, що негативно позначається на хлібопекарських властивостях борошна, так як м'якуш хліба стає липкуватим, що заминається при розжовуванні, подібно до м'якуша хліба з пророслого зерна пшениці.

Вчені, вивчаючи склад крохмалю та активність α -амілази показали, що амілографічна в'язкість борошняних суспензій пшениці, жита та тритикале суттєво різнилося: сильна пшениця Манітоба – 390; тверда пшениця Стьюарт – 290; жито сорту Трофілін – 70; тритикале – 30.

Однак, при порівнянні максимальної амілографічної в'язкості ізольованих крохмалів встановлено, що вона практично однакова у тритикале та пшениці і становить відповідно 790 та 740 од., що свідчить про високу α -амілазну активність тритикале. При інгібуванні останньої азотнокислим сріблом встановлено, що амілографічна в'язкість водоборошнених суспензій тритикале та жита зростає рівень в'язкості суспензій пшеничного борошна.

Виявлено, що у тритикале дві форми α -амілази: в одній рН оптимум дорівнює 4,5, в іншій – 6,0. Перша форма менш термостабільна, ніж друга [7].

Протеолітична активність борошна тритикале визначена в дослідженнях [5] на чужорідному субстраті – гемоглобіні (при рН 4,45) методом Аір-Андерсона, виявилася майже на рівні житнього борошна і суттєво вище, ніж у пшеничного борошна.

Для оцінки тривидових тритикале як нового виду сировини для хлібопекарської промисловості у Харкові проводили дослідження біохімічних та хлібопекарських властивостей зерна Амфіплоду 206, отриманого УкрНДІ рослинництва, селекції та генетики як найбільш перспективної за господарсько-біологічними ознаками [4].

Особливості білкового комплексу та підвищена автолітична активність мають сильний вплив на реологічні властивості тіста.

Однак еластичність та розтяжність тіста великою мірою знижені; стійкість тіста, або збереження максимальної консистенції в 5 разів менше, ніж у пшеничного борошна, а розрідження тіста в кінцевий момент замісу (через 12 хвилин) дуже велике.

Газоутворююча здатність борошна тритикале перевершує пшеничну, наближається до житнього борошна, що цілком зрозуміло, якщо врахувати високу активність α -амілази [15].

Проте своєрідність властивостей білкового комплексу та наявність активної α -амілази у тритикале негативно позначається на газоутримувальну здатність тіста [3].

Пробні випічки з борошна тритикале односортного лабораторного помелу проводилися багаторазово вітчизняними та зарубіжними дослідниками, які показали, що хлібопекарські властивості тритикале більшою мірою залежать від сорту та району зростання зерна, а також на результати випічки впливають рецептура і спосіб тістоприготування.

Перші дослідження випікання хліба з тритикале було проведено 1960 р у США. Були отримані негативні результати: за об'ємом та пористістю хліб значно поступався пшеничному з борошна рівного виходу. Показники на рівні пшениці було отримано лише з додаванням поліпшувачів. Хліб хорошої якості був отриманий при використанні збагаченої рецептури, яка включала 6 % цукру, 2,5 % пекарського жиру, 1% сухого знежиреного молока, 0,3 % поживної суміші для дріжджів, 0,5 % емульгаторів у вигляді суміші моно- і дигліцеридів [12].

Було досліджено можливість використання обдирного та оббивного борошна тритикале для приготування густих та рідких заквасок, а також рідких дріжджів. За якістю напівфабрикати з оббивного та обдирного тритикалевого борошна не поступаються напівфабрикатам, приготованим з житнього борошна [16].

Розроблено опарний та безопарний способи приготування хлібобулочних виробів із сумішей борошна тритикале сіяного та пшеничного борошна 1с із внесенням у тісто або в опару концентрованої молочно-кислої закваски. Також були розроблені нові сорти хліба з борошна зерна тритикале та його сумішей з пшеничним борошном 1с та пшеничним борошном 2с: хліб волинський, заварний новий, полтавський, харківський, польовий та булочки поліські [10, 16].

Також було запропоновано новий білковий продукт із тритикалевих висівок. Розроблено спосіб отримання хліба підвищеної біологічної цінності з тритикалевого борошна за рахунок введення білкового продукту з висівок тритикале (5 % до загальної маси борошна) та препарату L-лізин моногідрохлориду (1,2 % до загальної маси борошна в тісті) [6, 8,11].

Був розроблений спосіб приготування хліба з введенням у тісто з тритикалевого борошна в дозуванні 40 %, що забезпечує підвищення біологічної та харчової цінності хліба за рахунок збільшення в ньому частки білка та клітковини [8, 14]. Досліджувалась можливість підвищення біологічної цінності хліба з тритикалевого борошна за рахунок додавання в рецептуру соєпродуктів – соєвого молока та соєвої сироватки, що знижують дефіцит по лімітуючій амінокислоті лізину на 11 та 5 % відповідно.

Розроблені способи приготування тіста з борошна зерна тритикале типу сіяного, обдирного і оббивного, а також з сумішей борошна з зерна тритикале і пшеничного з

вмістом в них 60 – 80 % борошна з зерна тритикале, що містяться в рецептурі приготуванні тіста на густій опарі 2 %, 3 % і 3,5 % борошна відповідно для тіста з борошна тритикале типу сіяного, обдирного та оббивного або з внесенням в опару КМКЗ із вмістом в ній борошна 1,5; 3,5 і 5 % відповідно для тіста з борошна тритикале типу сіяного, обдирного та оббивного [11].

Була досліджена можливість приготування хліба з борошна зерна тритикале типу сіяного на густій опарі з внесенням до неї 0,5 % пресованих і 10 % рідких дріжджів і з борошна зерна тритикале типу обдирного та оббивного на густій опарі з внесенням до неї тільки рідких дріжджів в кількості 35 %. Хліб мав найвищі показники якості [13, 17].

З метою підвищення харчової цінності хліба з борошна зерна тритикале типу сіяного та обдирного визначили доцільність використання молочної сироватки. І тут готувати тісто з борошна зерна тритикале необхідно за розробленим способом, тобто. на густій опарі із внесенням до неї закваски. Розроблено проект технологічної інструкції на приготування батонів нарізних із суміші борошна пшеничного 1с та борошна із зерна тритикале типу сіяного та відповідний проект технічних умов на цей вид виробу [10, 16].

Було проведено дослідження можливості використання борошна із пророслого зерна тритикале у дитячому харчуванні. Було розроблено рецептури сухих зерно-молочних сумішей з борошном із пророслого зерна тритикале. Отримані дані показали, що зерно-молочні суміші збалансовані за вмістом основних харчових компонентів і витримують фізіологічно необхідне для дітей співвідношення білків, жирів і вуглеводів – 1:1:4.

Було також визначено та досліджено фракційний склад пектинових речовин у зерні та борошні різних сортів тритикале. Вивчено вплив різних видів пектинових речовин на хлібопекарські властивості тритикалевого борошна. Проведено дослідження щодо впливу різних дозувань пектинових речовин на хлібопекарські властивості борошна тритикале, а також обрано оптимальне дозування. Розроблено технології та рецептури нових видів хліба функціонального призначення на основі тритикалевого борошна із застосуванням пектинових речовин [2, 4, 8, 14].

1.4 Промислове використання тритикалевого борошна в харчових цілях

Тритикалеве борошно добре підходить для виробництва різних видів печива. Дослідження підтверджують, що з нього можна виготовляти якісне цукрове печиво, хоча коефіцієнт розтікання та зернистість поверхні таких виробів дещо нижчі, ніж у печива з борошна м'якої червонозерної озимої пшениці. Крім того, тритикалеве борошно придатне для виробництва вівсяного, кокосового та шоколадного печива [3, 6].

Його також ефективно застосовують у технології тортів, пончиків, оладок і млинців. Встановлено, що використання хлорованого тритикалевого борошна забезпечує кращу структуру м'якуша тортів, ніж необробленого, причому збільшення дози хлору від 0,3 до 0,7 мг/г сприяє помітному покращенню текстури. Однак навіть оптимально хлороване тритикалеве борошно не забезпечує такої якості тортів, як стандартне пшеничне. Пончики, виготовлені з тритикалевого борошна, характеризуються меншим питомим об'ємом порівняно з виробами зі звичайного борошна [6].

Під час порівняння в технології оладок і млинців встановлено, що оладки з тритикалевого борошна були пишнішими та ніжнішими, тоді як млинці – темнішими, але обидва види продукції отримали позитивні сенсорні оцінки [15].

У лабораторних умовах також було опрацьовано технологію макаронних виробів. Виявлено, що отримати якісні спагеті лише з тритикалевого борошна або його суміші з маніоком неможливо. Для короткорізаних макаронів оптимальним виявилось використання близько 35,0 % борошна маніоку, при цьому попередня клейстеризація 5,0 % цієї частки суттєво покращувала якість готового продукту [8, 15].

Придатність тритикалевого борошна для виробництва локшини оцінювали шляхом порівняння його з борошном твердої пшениці та борошном, яке традиційно використовується в домашній кулінарії. Було встановлено, що тритикале здатне забезпечити прийнятну якість локшини залежно від рецептури та режимів замішування.

За допомогою екструзії з цільного або обрешеного зерна тритикале можна виготовляти високоякісні сніданкові продукти. Найкращі результати щодо текстури, кольору та смаку отримували при використанні цільного зерна, зволоженого до 20,0 %

та екструдованого при 176,8 °C через малі отвори або при 204,5 °C через великі [3, 6].

Тритикалеве борошно також входить до складу сумішей для оладок та вафель, де традиційно застосовують 5,0 – 10,0 % житнього борошна. Оладки та вафлі з тритикалевого борошна не відрізнялися зовні від пшеничних, але мали інший смак та аромат, що отримав позитивні відгуки дегустаторів [16].

Окремо досліджено можливість виробництва пластівців із тритикалевого борошна. У порівнянні з ячмінними пластівцями в них відрізнявся вміст білка, крохмалю та цукрів, тоді як зольність була аналогічною. Гідротермічна обробка зерна значно покращувала водопоглинання пластівців, що підтверджує необхідність цього етапу для отримання якісного продукту [2].

Солод із тритикале є перспективною добавкою у хлібопеченні, особливо для тіста із низьким вмістом цукру. Завдяки високому вмісту розчинного білка (приблизно 53,0 % від загальної кількості), тритикалевий солод містить більше зброджуваних цукрів та низькомолекулярних азотистих сполук, ніж солод інших злаків, що покращує об'єм хліба, пористість м'якуша і колір скоринки [16].

Узагальнюючи результати досліджень, можна зазначити, що тритикале демонструє високу врожайність, добру адаптивність до стресових умов, підвищений вміст білка та значний потенціал для продовольчого використання. Підвищення ефективності його застосування можливе не лише за рахунок селекції, але й через удосконалення технологій післязбиральної обробки та переробки зерна, а також оптимізацію технологічних процесів виробництва продуктів на основі тритикалевого борошна [3].

1.5 Характеристика насіння пряно-ароматичних рослин та особливості їх хімічного складу

Кріп городній або пахучий – однорічна рослина сімейства зонтичних. Плоди дрібні, коричневі двонасінні. Цвіте кріп у липні – серпні. Плоди дозрівають у серпні – вересні. У дикому вигляді зустрічається у країнах Середземномор'я. Культивується як пряна рослина. Ефірна олія міститься у всіх органах рослини. Олійність сировини

змінюється у межах (0,24 – 0,63 %) залежно від умов зростання. Три чверті ефірної олії знаходиться в парасольках, решта – порівну в листі та стеблах. У зелених рослинах кропу містяться білки, жирна олія, клітковина та цілий ряд біологічно активних речовин: вітаміни С (135 – 183 мг %), В₁, В₂, Р, каротин, флавоноїди (кварцетин, ізорамістин, кемпферол). У плодах кропу до 22 % олії, 15 % білків [5].

В олії кропу виявлено 10 компонентів. Ефірні олії із зрілих плодів та із зелених рослин різняться складом. Основними компонентами олії з листя, стебел, квітучих парасольок є вуглеводні, вміст карвону близько 16 %. У олії із насіння міститься 60 % карвону. Тому в промисловій ефірній олії вміст карвону характеризується проміжною величиною (20 – 45 %), яка визначається фазою дозрівання плодів [10]. Ефірна олія із зернової та трав'янистої сировини кропу суттєво відрізняється за складом та вмістом основних компонентів, що впливає на запах олії. Олія із зернової сировини відрізняється високим вмістом карвону та меншою кількістю компонентів, запах нагадує кмін.

Ефірна олії з насіння є безбарвною рідиною з ароматом кмину і куміну, приємним смаком, який поступово стає гострим і різким. Олія повинна розчинятися в чотирьох-дев'яти об'ємах 80 % етилового спирту, містити 40 – 60 % карвону. При зберіганні олія кропу поступово темніє через хімічні перетворення карвону і карвакролу.

Петрушка має лікарські властивості: її ефірна олія помірно стимулює роботу нирок, має сечогінну дію. У народній медицині препарати петрушки використовуються давно. Настояї та відвари з петрушки збільшують онурез, підвищують тонус внутрішніх органів, пригнічують процеси бродіння в кишечнику, розчиняють камені і пісок у сечовивідних шляхах, збільшують кількість молока у матерів, що годують, служать сечогінним, жовчогінним і спазмолітичним засобом.

Петрушка приносить значне поліпшення загального стану хворого при набряках серцевого походження, водянці, нирково-кам'яній хворобі, простатиті, колітах.

Листя та коренеплоди петрушки містять аскорбінової кислоти до 293 мг/100г сирої речовини, каротину до 19,8 мг/100г, флавоноїдів, ефірної олії, а також заліза та магнію, присутні вітаміни В₁, В₂, РР – 1,0 мг/100. Листя петрушки містить також фолієву кислоту (вітамін В₉) – 9,8 мг/1000г і ніотинову (вітамін РР) – 3,1 мг/1000г.

Високий вміст біофлавіноїдів у листі петрушки (157 мг/100г) поєднується з

високим вмістом вітаміну С – 150мг/100г [13].

Селера пахуча (звичайна) – дворічна трав'яниста рослина. Квітки дрібні, білі, зібрані численні складні парасольки. Плід овальний, завдовжки 2 мм. Цвіте у липні-серпні.

Родоначальником селери є дика або болотяна селера, яка зустрічається на солоних ґрунтах від Швеції до Алжиру, Єгипту, Ефіопії та Кавказу. Селеру культивують як цінну городню культуру. З лікувальною метою використовують корінь, листя, плоди.

Народна медицина використовує селеру при лікуванні гіповітамінозів, захворювань шлунково-кишкового тракту. Настій коренів, насіння і листя – як засіб, що підвищує загальну опірність організму, що покращує апетит і процеси травлення, як протизапальний, болезаспокійливий, протиалергічний, сечогінний та легкий проносний засіб [4, 10]. Хімічний склад насіння деяких пряно-ароматичних рослин наведено у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Хімічний склад насіння деяких пряно-ароматичних рослин

Компоненти	Петрушка	Селера	Кріп
Білки, %	12,2 – 13,4	12,9 – 13,5	12,2 – 13,3
Жири, %	16,5 – 17,5	15,5 – 16,5	15,5 – 18,0
Вуглеводи, %			
Моно- та дисахариди	2,50 – 4,2	2,8 – 3,0	3,9 – 4,7
Крохмаль %	13,55	14,3	14,33
Клітковина, %	15,8	15,5	13,7
Зола, %	5,5 – 7,5	4,7 – 5,5	6,5 – 7,6
Мінеральні речовини, мг			
Na	7,3 – 7,7	7,5 – 7,9	7,4 – 7,8
Co	348 – 352	358 – 365	355 – 360
Ca	53,2 – 55,4	60,5 – 65,0	55,5 – 60,0
P	241,0 – 251,0	274,1 – 294,5	251 – 271,8
Вітаміни, мг			
Вітамін В ₁	0,06 – 0,07	0,01 – 0,03	0,04 – 0,05
Вітамін В ₂	0,08 – 0,09	0,03 – 0,04	0,05 – 0,06
PP	0,95 – 0,98	0,80 – 0,85	0,70 – 0,75

1.6 Застосування насіння пряно-ароматичних рослин та продуктів їх переробки у хлібопеченні

Для ароматизації деяких сортів житнього та житньо-пшеничного хліба широко застосовують насіння ефіроолійних культур коріандру та кмину. Насіння вноситься в тісто у сухому вигляді або у вигляді заварок. Однак технологія ароматизації сухим насінням має ряд недоліків.

При зберіганні, транспортуванні та посипанні виробів відбувається втрата насіння, а в процесі приготування заварок – втрати ароматичних речовин. Домішки, які іноді містяться у великій кількості, можуть потрапляти в харчовий продукт; погіршується товарний вид продукції. При додаванні насіння важко досягти рівномірності розподілу смаку та аромату в окремих виробах, а також у різних партіях хліба через відхилення у діючої речовини.

Процес внесення прянощів трудомісткий, його складно автоматизувати та механізувати; для зберігання насіння необхідні спеціалізовані сховища.

В даний час вищенаведені насіння пряно-ароматичних рослин не знайшли свого застосування з багатьох причин:

- неможливість збереження біологічних переваг у звичайних складських умовах;
- швидке мікробіологічне обсіменіння та псування;
- пошкодження комірними шкідниками;
- нетехнологічність застосування у промислових об'ємах;
- втрата товарного вигляду кінцевого продукту та часте прискорення його мікробіального псування тощо.

Продуктами переробки насіння пряно-ароматичних рослин є CO₂-екстракти та CO₂-шроти, що утворюються після вилучення CO₂-екстрактів з вихідної сировини.

Особливо широкий розвиток та затребуваність отримали CO₂-екстракти пряно-ароматичної, лікарської та ефіроолійної рослинної сировини. Багато видів рослин відносяться одночасно до вищеназваних трьох напрямків: кріп, фенхель, аніс, айр, різні види перців, селера, петрушка, імбир, гвоздика, коріандр, калган, чебрець, розмарин,

меліса, ялівець, м'ята перцева, куркума, материнка, кардамон, кориця та ін. Високий вміст біологічно активних речовин у цих рослинах, широкий спектр смако-ароматичних показників, доступність і практична невичерпність при розумному підході вже давно зробили більшість цих рослин необхідними в щоденному харчуванні [5, 13].

Тільки CO₂-екстракція дозволяє витягти комплексно смако-ароматичні та біологічно активні речовини в нативному стані, адекватно наявності та поєднання їх в натуральному продукті з прянощів та іншої рослинної сировини, що раніше вважався відходом харчових виробництв: круп'яної (зародки, лущиння), виноробства (насіння, вичавки, цедри) та ін.

Оригінальний сам спосіб отримання CO₂-екстрактів. Процес вилучення смакових та ароматичних речовин із рослинної сировини відбувається при кімнатній температурі (+18 – 25 °C), але під тиском до 65 атм (6,5 МПа). Після того, як із сировини вилучено цінні компоненти, тиск в апараті знижується до атмосферного, розчинник миттєво випаровується і в збірці залишається чистий натуральний продукт (без рослинної оболонки). CO₂-екстрактом цей продукт назвали суто умовно, щоб пояснити споживачеві, яким способом він був отриманий.

CO₂-екстракти мають найбагатший компонентний склад: органічні кислоти, жиророзчинні вітаміни та провітаміни (А, Д, Е, К, F), антиоксиданти різної природи, жири, у тому числі поліненасичені, стериди та стерини, рослинні гормони, флавоноїди, ефірні олії та багато інших речовин. CO₂-екстракти – істинно натуральні концентрати, витягнуті з рослин, які мають їх властивостями і є біологічно активними добавками.

На даний момент добре вивчено хімічний склад більшості CO₂-екстрактів, органами охорони здоров'я вони допущені до використання в харчових продуктах, у тому числі і дитячому харчуванні, де можуть повністю замінити однойменну рослинну сировину. Отримані за цією технологією екстракти перевершують за якістю всі види екстрактів, що випускаються раніше.

Незважаючи на ряд переваг CO₂-екстрактів, вони мають недоліки. Основним недоліком CO₂-екстрактів є їхня висока вартість. Вартість продукту при додаванні до нього того чи іншого CO₂-екстракту також істотно зростає. Тому використання CO₂-екстрактів, особливо у хлібопеченні, призведе до значного подорожчання

хлібобулочних виробів.

До всіх харчових добавок, у тому числі і до CO₂-екстракта насіння пряно-ароматичних рослин застосовуються певні вимоги щодо вмісту в них токсичних елементів та радіонуклідів. Також визначено максимальні значення мікробіологічного обсіменіння сировини, забрудненості пестицидами, що допускаються для харчових добавок, у тому числі і для насіння пряно-ароматичних рослин.

Висновки за розділом

Зерно тритикале характеризується проміжними технологічними та фізико-хімічними властивостями між пшеницею та житом: воно має велику масу 1000 зерен (42–43 г), добру вирівняність, товщину більшу за жито та довжину більшу за пшеницю, що забезпечує високий вихід борошна (39,7–44,4 % сіяного борошна) при традиційних і спеціальних схемах помелу.

Хімічний склад зерна тритикале містить високий вміст білка (12,8–16,4 %), крохмалю (68,6 %), клітковини (3,1 %) та мінеральних речовин (2,0 %), що забезпечує проміжне значення між пшеницею та житом за харчовою цінністю. Білки тритикале багаті на незамінні амінокислоти, зокрема лізин (19,6 г/100 г азоту), і здатні формувати клейковину пшеничного типу.

Хлібопекарські властивості борошна тритикале залежать від сорту, агрокліматичних умов та рецептури: завдяки наявності клейковини та підвищеній активності α -амілази можна отримувати хліб та напівфабрикати високої якості, зокрема при використанні густої опари та добавок (молочно-кислі закваски, L-лізин, білкові продукти з висівок).

Тритикалеве борошно придатне для виготовлення різних харчових продуктів: печива, тортів, оладок, млинців, макаронних виробів та пластівців, при цьому важливу роль відіграє гідротермічна обробка зерна для поліпшення технологічних і смакових характеристик продуктів.

Загалом, тритикале є перспективною культурою для харчової промисловості завдяки високій врожайності, стійкості до посухи та хвороб, цінним хімічним складом і

можливості підвищення біологічної та харчової цінності продуктів за рахунок технологічної оптимізації та збагачення рецептури.

Аналіз науково-технічної та патентної літератури показав перспективність та доцільність застосування тритикалевого борошна, а також продуктів переробки насіння пряно-ароматичних рослин (петрушки, кропу та селери) у хлібопекарському виробництві при розробці технологій хлібобулочних виробів.

Мета роботи – теоретичне обґрунтування та експериментальне вдосконалення технології виробництва хлібобулочних виробів на основі тритикалевого борошна з використанням пряно-ароматичних добавок – CO₂-шротів петрушки, кропу та селери.

За для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- дослідження хлібопекарських властивостей борошна, що одержується з зерна тритикале;
- вибір оптимального способу приготування тіста з тритикалевого сіяного і оббивного борошна;
- вивчення хімічного складу пряно-ароматичних добавок CO₂-шротів насіння петрушки, кропу та селери;
- теоретичне обґрунтування та експериментальне підтвердження використання пряно-ароматичних добавок у хлібопекарському виробництві;
- удосконалення технології та розробка рецептур нових сортів хлібобулочних виробів на основі тритикалевого борошна з використанням пряно-ароматичних добавок;
- розрахунок вартості проведених експериментальних досліджень.

Об'єкт дослідження – технологічний процес виробництва хлібобулочних виробів на основі тритикалевого борошна.

Предмет дослідження – вплив пряно-ароматичних CO₂-шротів петрушки, кропу та селери на показники якості, структурно-механічні, органолептичні та технологічні властивості хлібобулочних виробів із тритикалевого борошна.

2 МЕТОДИЧНА ЧАСТИНА

2.1 Організація роботи та схема проведення досліджень

Формування інформаційних даних на тему кваліфікаційної роботи проводили за фондами бібліотек, а також мережі Інтернет. Схема проведення експериментів представлена на рисунку 2.1.

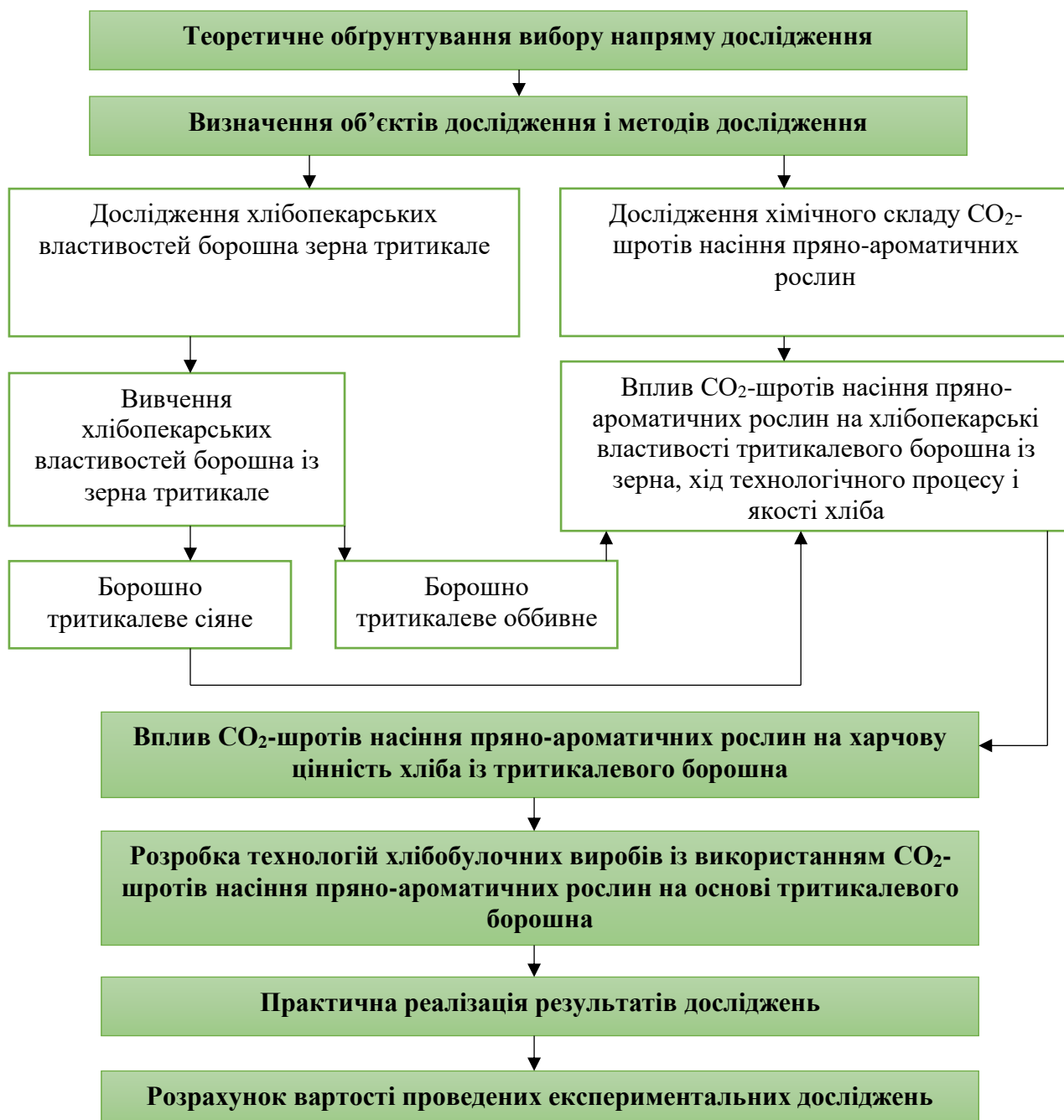


Рисунок 2.1 – Узагальнена схема проведення експериментальних досліджень

2.2 Основні методи дослідження

2.2.1 Методи дослідження основних показників якості сировини хлібопекарського виробництва

Масову частку вологи в сировині визначали за ДСТУ ГОСТ 29144:2009, кислотність – за ДСТУ ГОСТ 27493-87, вміст мінеральних речовин (зольність) – за ДСТУ ГОСТ 27494:2019.

Здатність борошна до потемніння визначали під час випікання коржиків (це процес карамелізації цукрів, залежний від типу борошна, білків та температури) визначається його якістю, зокрема вмістом цукрів, білків, зольністю, і вологості, де темніше борошно (вищий сорт, більше цільних зерен) або борошно з додаванням житнього борошна дасть темніший коржик, а якість борошна (клейковина) вплине на його структуру та рівномірність пропікання, при чому висока вологість сповільнює потемніння [13].

Визначення вмісту та властивостей сирої клейковини проводили за ДСТУ ISO 21415-1:2009. Пружно-пластичні властивості клейковини оцінювали за показаннями приладу ІДК-2.

Додатково якість клейковини характеризували за показником K_{20} за допомогою пенетрометра, що визначає глибину занурення вантажу в клейковину. Для характеристики сили борошна визначали також реологічні властивості тіста на пенетрометрі.

Дослідження структурно-механічних властивостей тіста проводили на приладі Структурометр, який призначений для визначення міцності та реологічних характеристик продукту. У роботі використовували режим визначення пружних та пластичних деформацій.

2.2.2 Методи оцінки якості напівфабрикатів

В опарі, активованих пресованих дріжджах визначали температуру, вологість, кислотність та підйомну силу за швидкістю спливання «кульки», у тісті – кінцеву кислотність та вологість.

2.2.3 Методи оцінки якості готової продукції

Випікання хліба проводили в лабораторних умовах за ДСТУ 4604:2006 з наступною оцінкою органолептичних та фізико-хімічних показників якості проб. Тісто готували опарним, безопарним, а також пришвидшеним способом.

Оцінку якості хліба проводили через 16 годин після випічки за органолептичними та фізико-хімічними показниками, прийнятими для характеристики якості хліба та рекомендованим стандартом та рядом посібників.

Додатково визначали формостійкість (Н/Д) подового, масу та об'єм формового хліба.

Вологість, кислотність та пористість хліба визначали за ДСТУ 9188:2022.

Ступінь свіжості хліба визначали через 4, 12, 18, 24, 36 та 48 годин після випікання за структурно-механічними властивостями м'якуша на автоматизованому пенетрометрі.

В роботі використали також 2 проби борошна пшеничного хлібопекарського першого сорту. Як розпушувач застосовували дріжджі хлібопекарські пресовані. Використовували також сіль кухонну харчову, воду питну, цукор-пісок, маргарин, олію соняшникову.

2.3 Математичне планування та обробка результатів експериментів

Для математичної обробки експериментальних даних та планування експерименту досліджень використовували сучасні статистичні пакети Microsoft Office Excel з урахуванням статистичної достовірності результатів вимірів.

Моделювання оптимальних дозувань CO₂-шротів насіння пряно-ароматичних рослин здійснювали в середовищі Excel, внаслідок чого були отримані адекватні композитні моделі, що дозволяють визначити оптимальні параметри процесу всередині вибраних інтервалів факторів.

Використовуючи математичні засоби програм Excel, визначали вплив різних дозувань CO₂-шротів насіння пряно-ароматичних рослин на структурно-механічні властивості клейковини і тіста. Встановили залежність між різними дозуваннями CO₂ -

шротів насіння пряно-ароматичних рослин та показниками структурно-механічних властивостей клейковини та тіста.

Для вирішення завдань щодо визначення оптимальних дозувань CO₂-шротів насіння пряно-ароматичних рослин був використаний пакети Microsoft Office Excel.

Висновки за розділом

Організація досліджень була системною: дані формувалися на основі бібліотечних фондів та мережі Інтернет, а експериментальна робота проводилася за узагальненою схемою, що забезпечувала контроль усіх етапів процесу.

Методи дослідження включали сучасні стандартизовані процедури визначення фізико-хімічних властивостей сировини, клейковини, тіста та готових виробів, що гарантує достовірність та порівнянність результатів.

Оцінка якості сировини враховувала вологість, кислотність, зольність, клейковину та її реологічні властивості, а контроль напівфабрикатів і готового хліба проводився за органолептичними, фізико-хімічними та структурно-механічними показниками.

Математичне планування та обробка експериментальних даних у середовищі Microsoft Excel дозволили отримати композитні моделі для визначення оптимальних дозувань CO₂-шротів насіння пряно-ароматичних рослин та встановити їх вплив на структурно-механічні властивості клейковини і тіста.

Використані методи забезпечують комплексну оцінку технологічних та якісних характеристик продукту і дозволяють науково обґрунтувати оптимальні параметри технологічного процесу.

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Обґрунтування вибору борошна із зерна тритикале

Попередньо досліджували основні показники якості зерна тритикале, подані у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Основні показники якості зерна тритикале

Зерно	Маса 1000 зерен, г	Натурна маса, г/л	Скловидність, %	Кількість сирі клейкової, %	Кількість сирого протеїну, %
Тритикале	46,0 – 53,0	725 – 775	50 – 57	19,0 – 23,5	11,7 – 13,9

Основні показники якості борошна зерна тритикале представлені у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Основні показники якості тритикалевого борошна

Показники	Значення
Вологість, %	14,2
Кислотність, град.	3,3
Зольність, %	0,50
Кількість клейковини, %	19,5

Відомо, що хлібопекарські властивості пшеничного борошна в основному визначаються такими його показниками: газоутворювальною здатністю; здатністю утворювати тісто, що має певні структурно-механічні властивості, тобто силою борошна; кольором борошна та здатністю його до потемніння в процесі приготування з нього хліба, крупністю помелу.

Хлібопекарські властивості житнього борошна обумовлені насамперед: автолітичною активністю борошна; кольором борошна та здатністю його до потемніння в процесі виробництва хліба, крупністю помелу.

Так як тритикалеве борошно займає проміжне положення, доцільно було вивчити

такі властивості:

- силу борошна;
- газоутворювальну здатність борошна;
- автолітичну активність борошна;
- колір борошна та здатність його до потемніння;
- крупність помелу.

На першому етапі роботи було досліджено силу тритикалевого борошна за вмістом і якістю клейковини, а також за реологічними властивостями тіста на пенетрометрі та структурометрі. Результати досліджень зведено до таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Основні показники зерна тритикале, що характеризують силу борошна

Зерно	Вміст клейковини, %	Якість клейковини, од. приладу		Структурно-механічні властивості тіста, од. приладу		
		ІДК	K ₂₀	K ₆₀	H ₁ мм	H ₂ мм
Тритикале	19,5	80	198	236	1,18	0,92

Таким чином, з аналізу даних, представлених у таблиці видно, що борошно із зерна тритикале є середнім за силою.

Для пшеничного борошна показник автолітичної активності грає роль за наявності борошна з пророслого зерна, а для житнього борошна цей показник дуже важливий, оскільки зерно жита завжди характеризується підвищеною активністю ферментів і підвищеною автолітичною активністю. Враховуючи, що тритикале є гібридом пшениці та жита, доцільно було дослідити автолітичну активність тритикалевого борошна. Результати дослідження представлені у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Автолітична активність борошна зерна тритикале

Зерно	Стандартний метод, % на СР	Число падіння, с
Тритикале	43,9	244

Газоутворююча здатність (ГУЗ) борошна обумовлюється вмістом у ньому власних цукрів та його цукроутворювальною здатністю.

По ГУЗ можна будувати висновки про очікувану інтенсивність бродіння тіста під час його дозрівання, потім у період вистоювання і початковий момент випічки.

Колір м'якуша хліба залежить від кольору борошна. Колір борошна в основному визначається кольором ендосперму зерна, з якого виготовлено борошно, а також кольором і кількістю борошна периферійних частинок зерна.

Проте світле борошно може у випадках давати хліб із темним м'якушем. Тому для характеристики хлібопекарських переваг борошна має значення не тільки його колір, а й здатність до потемніння. Здатність борошна до потемніння в процесі переробки обумовлюється вмістом у борошні вільного тирозину і активного ферменту поліфенолоксидази, що каталізує окислення тирозину з утворенням темно забарвлених меланінів. Від утворення в тісті меланінів залежить потемніння, як тіста, так і м'якуша хліба.

В результаті проведеної роботи при порівняльній оцінці свіжоприготовленого «коржика» і витриманого протягом 6 годин при 40 °С виявилось, що проба борошна з тритикале не здатна до потемніння.

За крупністю помелу тритикалеве сіяне борошно відповідало вимогам ДСТУ 4960:2008.

Більш повно хлібопекарські властивості тритикалевого борошна оцінювали шляхом пробної лабораторної випічки. Тісто готувалося безопарним способом. Після замісу консистенція тіста була нормальною, тісто було не липким і добре піддавалося процесу формування та оброблення. Фізико-хімічні показники якості хліба з борошна з зерна тритикале представлені в таблиці 3.5.

Хліб, приготований з борошна тритикале мав великий питомий об'єм, розвинену пористість та еластичний світлий м'якуш

Таблиця 3.5 – Фізико-хімічні показники якості хліба з борошна тритикале

Показники якості хліба	Хліб з борошна тритикале
Питомий об'єм, см ³ /100г	301
Формостійкість, Н/Д	0,55
Пористість, %	73
Структурно-механічні властивості м'якуша, од. приладу	
Н _{заг}	65
Н _{пласт}	47
Н _{пруж}	18

У роботі використовували 4 проби тритикалевого сіяного та 4 проби тритикалевого оббивного борошна із зерна тритикале. Оббивне тритикалеве борошно було отримано за допомогою односортного 96 % помелу зерна. Основні показники якості сіяного та оббивного тритикалевого борошна представлені в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Деякі показники якості тритикалевого борошна

Показники	Проби тритикалевого борошна							
	Сіяне				Оббивне			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Вологість, %	12,5	12,6	13,0	13,2	12,7	12,2	12,5	12,3
Кислотність, град.	3,1	3,2	3,0	3,3	3,5	3,6	3,7	3,5
Зольність, %	0,52	0,50	0,54	0,55	1,40	1,37	1,42	1,44
Кількість клейковини, %	23,0	22,5	21,0	19,5	17,8	17,6	17,2	17,7

3.2 Обґрунтування вибору продуктів переробки насіння пряно-ароматичних рослин – CO₂-шротів

Продуктами переробки насіння пряно-ароматичних рослин є CO₂-екстракти та CO₂ шроти, що утворюються після вилучення CO₂-екстрактів з вихідної сировини.

До останнього часу при виробництві екстрактів із застосуванням харчового

діоксиду вуглецю шроти майже не використовувалися, а вони мають дуже цінний склад, оскільки після екстракції водорозчинні цінні компоненти повністю залишаються в шроті і можуть використовуватися нарівні з екстрактами як харчові або кормові добавки. CO₂-шроти з рослинної сировини мають такі властивості:

- внутрішня структура клітин шроту руйнується за рахунок скидання тиску, завдяки чому його вміст доступніше для ферментативного впливу;

- в процесі екстракції кисень (окислювач) витісняється вуглекислою (консервантом), що консервує шрот, перешкоджаючи утворенню в ньому вільних радикалів і перекисів;

- завдяки м'якому тепловому впливу та попередньому видаленню кисню, у шроті зберігається практично весь водорозчинний вітамінний, мікроелементний та білковий комплекси.

За даними численних досліджень CO₂-шроти зберігають природний аромат, передають природний смак і містять весь комплекс біологічно активних речовин, що знаходяться в рослинах на момент екстракції. Крім того, під впливом діоксиду вуглецю тривалий час зберігають свої повні властивості, не змінюючись згодом, оскільки самі є консервантами та антиоксидантами.

У процесі роботи досліджували вміст окремих компонентів у CO₂-шротах насіння пряно-ароматичних рослин. Результати представлені у таблиці 3.7.

При дослідженні хімічного складу CO₂-шротів насіння пряно-ароматичних рослин особливу увагу було приділено вмісту білків, вуглеводів, мінеральних речовин і вітамінів, які відіграють важливу роль у технології хлібопечення та істотно впливають на підвищення харчової цінності хлібобулочних виробів. Це свідчить про доцільність використання CO₂-шротів насіння пряно-ароматичних рослин у хлібопекарському виробництві.

Таблиця 3.7 – Вміст окремих компонентів у CO₂ шротів насіння пряно-ароматичних рослин

Компоненти	Петрушка	Селера	Кріп
Білки, %	12,2 – 13,4	12,9 – 13,5	12,2 – 13,3
Жири, %	1,53 – 1,68	1,42 – 1,56	1,48 – 1,63
Вуглеводи, %			
Моно- та дисахариди	2,4 – 2,7	2,3 – 2,6	2,5 – 3,1
Крохмаль %	11,0 – 12,7	10,3 – 12,3	10,8 – 13,4
Клітковина, %	12,8 – 13,6	13,2 – 14,7	12,2 – 12,8
Зола, %	4,6 – 5,1	4,3 – 4,8	4,6 – 5,3
Мінеральні речовини, мг			
Na	7,3 – 7,7	7,5 – 7,9	7,4 – 7,8
Co	348 – 352	358 – 365	355 – 360
Ca	53,2 – 55,4	60,5 – 65,0	55,5 – 60,0
P	241,0 – 251,0	274,1 – 294,5	251,4 – 271,8
Вітаміни, мг			
Вітамін В ₁	0,06 – 0,07	0,01 – 0,03	0,04 – 0,05
Вітамін В ₂	0,08 – 0,09	0,03 – 0,04	0,05 – 0,06
PP	0,95 – 0,98	0,80 – 0,85	0,70 – 0,75

Враховуючи вищевикладене, як перспективну харчову добавку було обрано CO₂-шроти насіння пряно-ароматичних рослин (петрушки, кропу та селери).

3.3 Вибір оптимального способу приготування тіста із тритикалевого сіяного борошна

На першому етапі роботи досліджували хлібопекарські властивості кількох проб борошна тритикалевого сіяного, результати представлені в таблиці 3.8.

З наведеної таблиці випливає, що за основними показниками якості тритикалевого сіяного борошна всіх 4 проб відноситься до «середнього» за силою.

Таблиця 3.8 – Хлібопекарські властивості тритикалевого сіяного борошна

Показники	Проби борошна			
	1	2	3	4
Кількість клейковини, %	23,0	22,5	21,0	19,5
Якість клейковини, Н, од. приладу	75	78	82	80
Реологічні властивості тіста, К ₆₀ , од. приладу	204	216	229	226
Газоутворювальна здатність, мл CO ₂	1400	1460	1380	1440
Число падіння, с	244	240	246	242

При оцінці хлібопекарських властивостей тритикалевого сіяного борошна встановлено, що воно близьке до пшеничного борошна, тому тісто готували за традиційною технологією для пшеничного тіста: на густій опарі, безопарним та прискореним способом – на молочній сироватці. Фізико-хімічні показники якості хліба із тритикалевого сіяного борошна представлені в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 – Фізико-хімічні показники якості хліба з тритикалевого сіяного борошна

Показники якості хліба	Способи приготування тіста		
	безопарний	опарний	прискорений
Питомий об'єм, см ³ /100 г.	290	315	279
Формостійкість, Н/D	0,53	0,57	0,50
Кислотність, град	2,0	2,1	2,2
Пористість, %	73	75	72
Структурно-механічні			
Н _{заг}	69	78	65
Н _{пласт}	35	50	32
Н _{пруж}	34	28	33

З таблиці 3.9 випливає, що хліб, приготований опарним способом, характеризується найбільшим питомим об'ємом, який на 8 % більше об'єму хліба, приготовленого безопарним способом та на 12 % – прискореним способом. Також хліб, приготований на опарі, відрізнявся кращою пористістю, формою, стійкістю, кращими

структурно-механічними властивостями м'якуша.

Відомо, що внесення невеликої кількості цукру та жиру (2 – 3 % до маси борошна в тісті) в рецептуру підвищує інтенсивність бродіння тіста за рахунок стимулюючої дії на дріжджові та молочнокислі бактерії, а невелика кількість маргарину (рослинної олії) підвищує формо- і газотримуючу здатність. На сьогоднішній день значний асортимент продукції на хлібозаводах і пекарнях містить у своїй рецептурі невеликі кількості цукру і маргарину (рослинної олії), які в тому числі покращують і споживчі властивості готового виробу.

Враховуючи розслаблюючу дію цукру і жиру на тісто, а також те, що завдяки спадковості, отриманої від жита, тритикале має підвищену активність амілолітичних ферментів, зокрема α -амілази, що призводить до швидкоплинного процесу формування тіста та його швидкого розрідження, як доцільно було досліджувати вплив на вологість тіста борошна сіяного. Дозування цукру та маргарину становило 2 і 3 % відповідно. Результати дослідження представлені у таблиці 3.10.

Таблиця 3.10 – Вплив вологості тіста на показники якості хліба за різних способів його приготування

Способи приготування тіста	Основні показники якості хліба				Вологість тіста з тритикалевого сіяного борошна, %		
	Питомий об'єм, см ³ /100г	Формостійкість, Н/D	Пористість, %	Кислотність, град			
Безопарний	298	0,53	73,0	2,4	41,5		
	335	0,59	79,0	2,4		42,5	
	340	0,60	80,0	2,4			43,5
Опарний	300	0,53	73,0	2,5	41,5		
	340	0,60	80,0	2,5		42,5	
	340	0,60	80,0	2,5			43,5
Прискорений	290	0,50	72,0	2,4	41,5		
	300	0,53	73,0	2,4		42,5	
	305	0,55	74,0	2,4			43,5

Поведінка тіста була різною. При вологості 41,5 % тісто було досить еластичним,

проте вироби при вологості тіста 41,5 % незалежно від способу приготування тіста, відрізнялися щільнішим, дрібно пористим м'якушем, товстостінними порами.

Найкращими органолептичними показниками характеризувалися проби при вологості тіста 42,5 % при опарному та безопарному способі приготування тіста. При такій вологості тісто найкраще піддалося процесу оброблення та формування, було не липким, еластичним. В цьому випадку пористість розвинена, пори дрібні, тонкостінні, м'якуш також досить еластичний. При вологості 43,5 % тісто виходило зайво липке, погано піддавали обробці і формуванню, пористість товстостінна, нерівномірна, великі пори.

Таким чином, встановлено, що оптимальною є вологість рівна 42,5 % при опарному та безопарному способі. У цьому випадку тісто більш еластичне, сухе на дотик, процеси оброблення та формування його відбуваються досить добре, питомий об'єм хліба найбільший, він у середньому на 17 % більше, ніж при прискореному. Пористість при опарному та безопарному способах з вологістю тіста 42,5 % у середньому на 4 % більше, ніж при прискореному способі. Таким чином, можна зробити висновок про можливість приготування тіста з тритикалевого сіяного борошна як опарним, так і безопарним способом при вологості його 42,5 %.

3.4 Вибір оптимального способу приготування тіста з тритикалевого оббивного борошна

Борошно тритикалеве оббивне за своїми хлібопекарськими властивостями близьке до житнього борошна і характеризується високою автолітичною активністю, тому доцільно готувати тісто з тритикалевого оббивного борошна за технологією житнього.

З метою визначення впливу способу приготування тіста на якість хліба з тритикалевого оббивного борошна проводилися пробні лабораторні випічки на заквасках: звичайній густій (ЗГЗ), великій густій (ВГЗ), а також прискореним способом – на сухій заквасці. Результати випічок представлені у таблиці 3.11.

Таблиця 3.11 – Вплив способу приготування тіста на якість хліба

Показники якості хліба	Способи приготування тіста		
	ЗГЗ	ВГЗ	Прискорений
Питомий об'єм хліба, см ³ /100 г	165	181	157
Формостійкість, Н/D	0,46	0,47	0,44
Кислотність, град.	9,0	9,0	8,0
Вологість, %	46	46	46
Загальна деформація, од. пенетрометра	25	25	16

Провівши порівняльний аналіз результатів, можна відзначити, що отримані проби хліба незначно відрізнялися за такими показниками як формостійкість, кислотність і вологість. Хліб, приготовлений по прискореній технології, мав найменший питомий об'єм і гірші структурно-механічні властивості м'якуша. Проби, приготовані на густій заквасці, відрізнялися вищим питомим об'ємом.

Однак усі проби хліба, незалежно від способу приготування відрізнялися досить низькими показниками якості, липким, таким що заминається, вологим на дотик м'якушем, кислим на смак.

У літературі для поліпшення споживчих властивостей хліба, приготовленого з тритикалевого борошна, наведено дані щодо заміни частини тритикалевого борошна на пшеничне борошно. При цьому значно покращувалися структурно-механічні властивості м'якушів, збільшувався об'єм готового виробу, підвищувалася формостійкість виробу.

Тому в роботі замінили частину тритикалевого оббивного борошна на пшеничне першого сорту у співвідношенні 50:50, 60:40, 70:30 та 80:20. При співвідношенні тритикалевого оббивного борошна та пшеничного 1 сорту – 80:20, показники якості готового хліба покращувалися незначно порівняно з контролем (100 % тритикалевого оббивного борошна), тому при випіканні хліба таке співвідношення не використовувалося.

Тісто готували за технологією, характерною для пшеничного борошна – на опарі (густій та рідкій). З частини пшеничного борошна замішували опару, яка бродила 3,5

год, після чого з решти сировини замішували тісто. Тритикалеве оббивне борошно вносили в тісто. Дані представлені у таблиці 3.12.

Таблиця 3.12 – Вплив способу приготування тіста на якість хліба

Показники якості хліба	Способи приготування тіста					
	На рідкій опарі			На густій опарі		
	1	2	3	4	5	6
Питомий об'єм, см ³ /100 г	255	258	240	251	259	240
Пористість, %	65	66	60	64	66	60
Кислотність, град.	3,8	3,8	3,9	4,0	3,9	3,9
Формостійкість, Н/D	0,42	0,43	0,37	0,42	0,43	0,40
Структурно-механічні властивості м'якуша, од. приладу	60	62	50	58	63	48
$H_{заг}$						
$H_{пласт}$						
$H_{пруж}$	18	20	25	17	21	21

1,4 – співвідношення тритикалевого оббивного і пшеничного борошна 50:50

2,5 – співвідношення тритикалевого оббивного і пшеничного борошна 60:40

3,6 – співвідношення тритикалевого оббивного і пшеничного борошна 70:30

Оцінюючи органолептичні показники, можна сказати, що проби мали правильну, симетричну форму, гладку скоринку без підривів і тріщин, темну, м'якуш досить еластичний. Показники якості хліба, приготованого на густій і рідкій опарі із заміною частини тритикалевого борошна на пшеничне борошно 1 сорту перевершували проби хліба, приготовленого з тритикалевого борошна.

Хліб, приготований на опарі, перевершував за якістю хліб, приготований на заквасках: значно збільшився питомий об'єм, покращилася пористість виробів та структурно-механічні властивості м'якуша.

Проведені пробні лабораторні випічки показали, що при приготуванні хліба на опарах, найбільшим питомим об'ємом та кращими структурно-механічними властивостями м'якуша відрізнявся хліб, у якому співвідношення тритикалевого та пшеничного борошна становило 60:40.

Відомо, що кислотність рідких напівфабрикатів впливає на активність амілолітичних та протеолітичних ферментів, знижуючи її. Тому, підвищуючи кислотність напівфабрикату, можна зменшити активність цих ферментів, знизити інтенсивність процесу розрідження тіста за рахунок скорочення тривалості його бродіння та зменшити адгезійну здатність, що в результаті має поліпшити структурно-механічні властивості тіста, а також знизити липкість і зминання м'якуша готового виробу.

З цією метою при приготуванні хліба із суміші тритикалевого оббивного борошна і пшеничного борошна 1 сорту, опару готували на тритикалевому борошні, при цьому досліджували процес кислотонакопичення в ній.

При заміні в опарі пшеничного борошна на тритикалеве оббивне, кислотонакопичення інтенсифікувалося. Кінцева кислотність густої опари становила 5 град., рідкої до 6 град, рисунок 3.1.

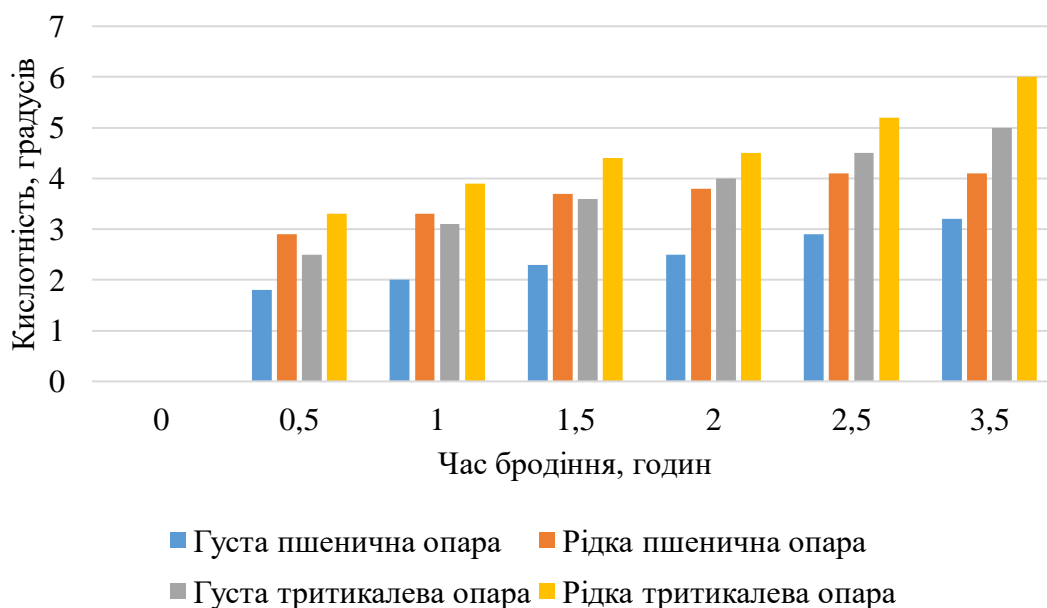


Рисунок 3.1 – Дослідження рівня кислотності опари в залежності від часу бродіння

Проведені пробні лабораторні випічки хліба на тритикалевій та пшеничній опарі в оптимальному співвідношенні тритикалевого оббивного і пшеничного борошна 1 сорту 60:40 підтвердили доцільність приготування опари на тритикалевому борошні. Дані наведено у таблиці 3.13.

При заміні в опарі пшеничного борошна тритикалевим, процес кислотонакопичення помітно прискорюється, що дозволяє скоротити час бродіння тіста на 30 хв. Тісто виходить менш липким, краще піддається процесу формування, а м'якуш готових виробів стає більш еластичним і незминаючим.

Таблиця 3.13 – Порівняльна оцінка якості хліба, виготовленого на тритикалевій та пшеничній опарі

Показники якості хліба	Способи приготування тіста			
	На рідкій пшеничній опарі	На рідкій тритикалевій опарі	На густій пшеничній опарі	На густій тритикалевій опарі
Питомий об'єм хліба, см ³ /100 г	258	265	259	260
Пористість, %	66	69	66	67
Кислотність, град	3,8	5,5	3,9	4,5
Формостійкість, Н/D	0,43	0,45	0,43	0,45
Структурно-механічні властивості м'якуша, од.приладу:				
H _{заг}	52	58	53	57
H _{пласт}	32	35	32	33
H _{пруж}	20	23	21	24

Отже, можна зробити висновок, що тритикалеве оббивне борошно доцільно використовувати в суміші з пшеничним борошном (співвідношення 60:40) при приготуванні тіста на рідкій тритикалевій опарі.

3.5 Вплив CO₂-шротів насіння пряно-ароматичних рослин на хлібопекарські властивості тритикалевого сіяного борошна та якість хліба

Останнім часом все більше уваги приділяється розробці нових видів продуктів харчування із застосуванням рослинної сировини як харчової добавки. Включення в

рецептуру хлібобулочних виробів натуральних біологічно активних добавок – найефективніший екологічно доступний спосіб масового покращення хліба, забезпечення населення необхідними нутрієнтами.

У цій роботі з метою створення нових сортів хлібобулочних виробів на основі тритикалевого борошна з додаванням CO₂-шротів насіння пряно-ароматичних рослин, попередньо провели дослідження впливу різних дозувань CO₂-шротів насіння пряно-ароматичних рослин на хлібопекарські властивості тритикалевого сіяного та оббивного борошна. CO₂-шроти насіння пряно-ароматичних рослин вносилися у дозуваннях від 0,5 до 2 % до маси борошна в тісто.

На першому етапі досліджували вплив CO₂-шротів насіння пряно-ароматичних рослин на силу тритикалевого сіяного борошна.

Дослідження показали, що внесення CO₂-шротів практично не позначається на кількості клейковини.

Аналізуючи дані можна дійти висновку, що внесення CO₂-шротів сприяє зміцненню клейковини. Причому що вище дозування CO₂-шротів насіння пряно-ароматичних рослин, тим вище ефект зміцнення. Встановлено, що опір деформації стиску клейковини підвищується при внесенні CO₂-шротів петрушки та кропу на 10 – 15 %, селери – на 7,5 – 13,7 % порівняно з контролем в залежності від дозування.

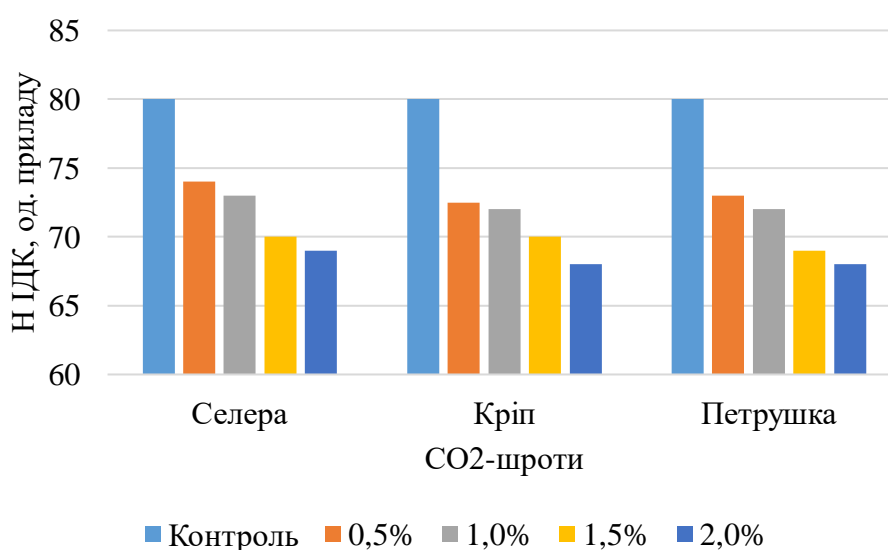


Рисунок 3.2 – Вплив CO₂-шротів на якість клейковини

Ймовірно зміцнення клейковини пояснюється тим, що ненасичені жирні кислоти, що містяться в CO₂-шротах насіння пряно-ароматичних рослин, окислюючись у перекисні та гідроперекисні сполуки, впливають на клейковину, зміцнюючи її.

Дослідження структурно-механічних властивостей тіста на пенетрометрі та структурометрі підтвердили позитивний вплив CO₂-шротів насіння пряно-ароматичних рослин на силу тритикаклогового сіяного борошна. Результати дослідження представлено на рисунках 3.3 – 3.5.

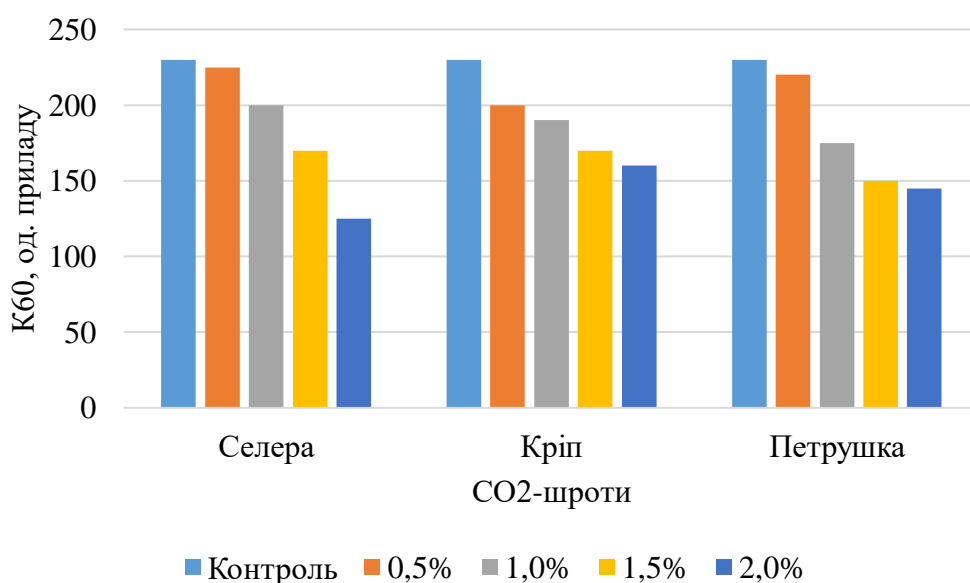


Рисунок 3.3 – Вплив CO₂-шротів насіння пряно-ароматичних рослин на структурно-механічні властивості тіста

Враховуючи особливості хімічного складу CO₂-шротів насіння пряно-ароматичних рослин доцільно було досліджувати вплив їх на газоутворювальну здатність тритикаклогового сіяного борошна.

Аналіз отриманих даних показав, що при внесенні CO₂-шротів у кількості 1,5 % і 2 % до маси борошна в тісті відбувається значне збільшення газоутворюючої здатності тритикаклогового сіяного борошна (з 1400 до 1600 мл). При дозах 0,5 і 1,0 % процес газоутворення протікає менш інтенсивно і супроводжується меншим збільшенням самої газоутворюючої здатності тритикаклогового сіяного борошна (з 1400 до 1520 мл).

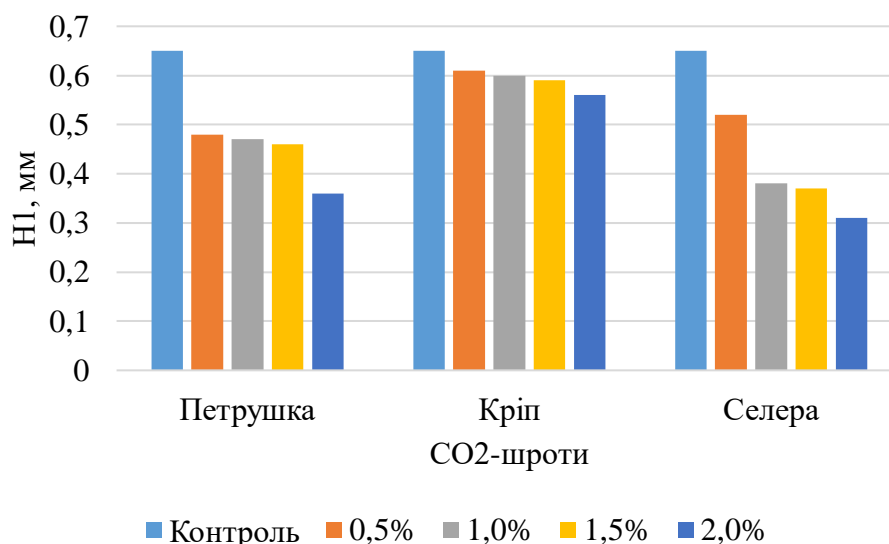


Рисунок 3.4 – Зміна пластично-пружних властивостей тіста з тритикалевого сіяного борошна при додаванні CO₂-шротів (H₁, мм)

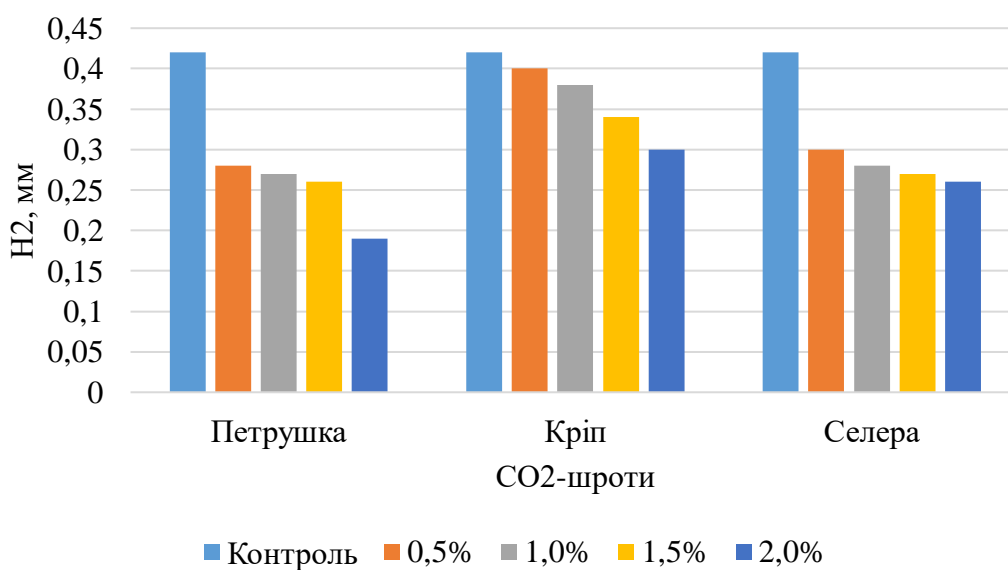


Рисунок 3.5 – Зміна пластично-пружних властивостей тіста з тритикалевого сіяного борошна при додаванні CO₂-шротів (H₂, мм)

Підвищення ГУЗ тритикалевого сіяного борошна при додаванні CO₂-шротів насіння пряно-ароматичних рослин ймовірно пов'язане з додатковою кількістю моно- і дисахаридів, крохмалю, що вносяться з CO₂-шротами насіння і що беруть участь у процесі газоутворення.

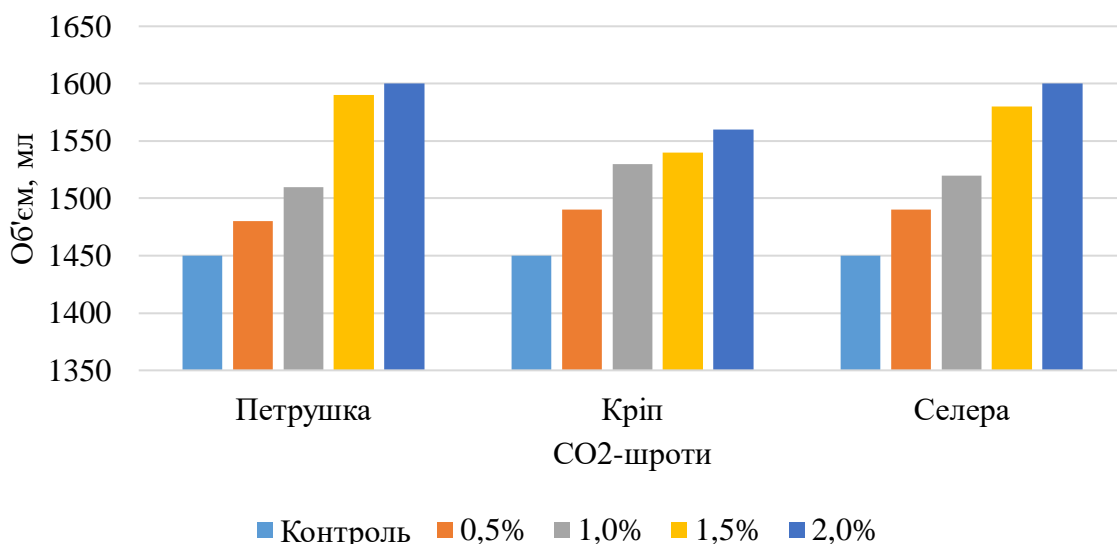


Рисунок 3.6 – Газоутворювальна здатність тритикалевого сіяного борошна при додаванні CO₂-шротів насіння пряно-ароматичних рослин

Враховуючи найбільш істотний вплив CO₂-шротів насіння пряно-ароматичних рослин у дозуваннях 1,5 і 2 % на хлібопекарські властивості тритикалевого сіяного борошна, були проведені при таких дозуваннях пробні лабораторні випічки хліба. Проби хліба оцінювалися за органолептичним та фізико-хімічним показником, представленим у таблиці 3.14.

З таблиці 3.14 випливає, що хліб із тритикалевого борошна сіяного з внесенням 1,5 % CO₂-шроту кропу, петрушки і селери за фізико-хімічними показниками практично не відрізнявся від хліба з внесенням 2 % CO₂-шроту. Порівняно з контролем, збільшився питомий об'єм хліба в середньому на 4,5 %; підвищилася формостійкість, покращилися структурно-механічні властивості м'якшу. Колір м'якшу трохи темніший, ніж у контрольного зразка. М'якуш більш пружний.

Смак та аромат хліба відповідав смаку та аромату внесеної пряно-ароматичної добавки. Однак при додаванні CO₂-шроту кропу, петрушки та селери в кількості 2 % до маси борошна в тісті хліб набував сильно вираженого присмаку даної добавки, що знижувало його органолептичні показники.

Таблиця 3.14 – Вплив CO₂-шротів насіння пряно-ароматичних рослин на якість хліба з тритикалевого сіяного борошна

Показники якості хліба	Контроль	Дозування CO ₂ -шротів 1,5%			Дозування CO ₂ -шротів 2,0 %		
		Селера	Кріп	Петрушка	Селера	Кріп	Петрушка
Питомий об'єм, см ³ /100 г	301	310	314	310	312	315	310
Пористість, %	73	76	77	76	77	77	76
Кислотність, град	2,4	2,5	2,4	2,5	2,5	2,6	2,4
Формостійкість, Н/Д	0,55	0,58	0,59	0,58	0,57	0,59	0,58
Структурно-механічні властивості м'якуша, од. приладу $\Delta H_{\text{заг}}$	69	78	79	78	78	79	78
$\Delta H_{\text{пласт}}$	35	55	56	54	54	55	55
$\Delta H_{\text{пруж}}$	34	23	23	24	24	24	23

Виходячи з аналізу всіх отриманих даних – оптимальне дозування CO₂-шротів насіння пряно-ароматичних рослин (петрушки, кропу та селери) для борошна тритикалевого сіяного дорівнює 1,5 %. Таке дозування позитивно впливає на структурно-механічні властивості тіста, основні показники якості хліба і, що не мало важливо, надає легкий і приємний аромат готовому виробу, властивому певному CO₂-шроту.

3.6 Вплив CO₂-шротів насіння пряно-ароматичних рослин на хлібопекарські властивості тритикалевого оббивного борошна на якість хліба

У ході роботи досліджено вплив CO₂-шротів насіння пряно-ароматичних рослин на хлібопекарські властивості тритикалевого оббивного борошна, і, насамперед на силу борошна, яке оцінювали за кількістю та якістю клейковини та за реологічними

властивостями тіста. В результаті проведених досліджень було встановлено, що при внесенні пряно-ароматичних добавок клейковина помітно зміцнюється, причому чим більше дозування шротів, тим міцніше клейковина. Дані досліджень представлено на рисунку 3.7.

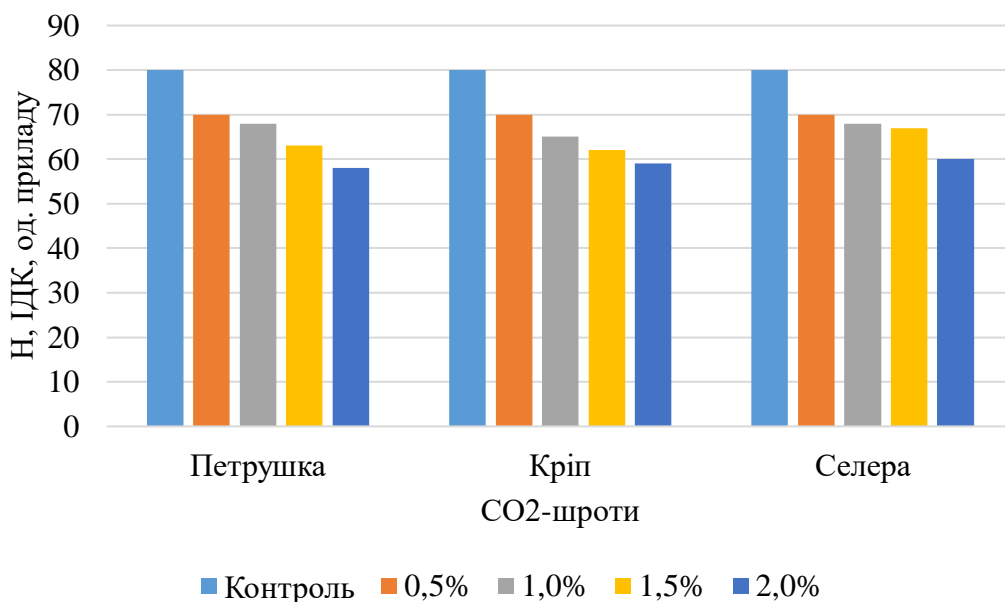


Рисунок 3.7 – Вплив CO₂-шротів на структурно-механічні властивості клейковини оббивного борошна

При дослідженні впливу CO₂-шротів насіння пряно-ароматичних рослин на реологічні властивості тіста доцільно було використовувати не тритикалеве оббивне борошно, а суміш його з пшеничним у встановленому оптимальному співвідношенні 60:40.

Попередньо досліджували реологічні властивості тіста на структурометрі з тритикалевого оббивного борошна, пшеничного 1 сорту і суміші тритикалевого оббивного і пшеничного 1 сорту 60:40 (рисунок 3.8).

З аналізу даного рисунка видно, що структурно-механічні властивості тіста із суміші борошна тритикалевого шпалерного і пшеничного 1 сорту значно краще структурно-механічних властивостей тіста з тритикалевого оббивного борошна. Це підтверджує доцільність заміни тритикалевого оббивного борошна на пшеничне 1 сорту в даному оптимальному співвідношенні.

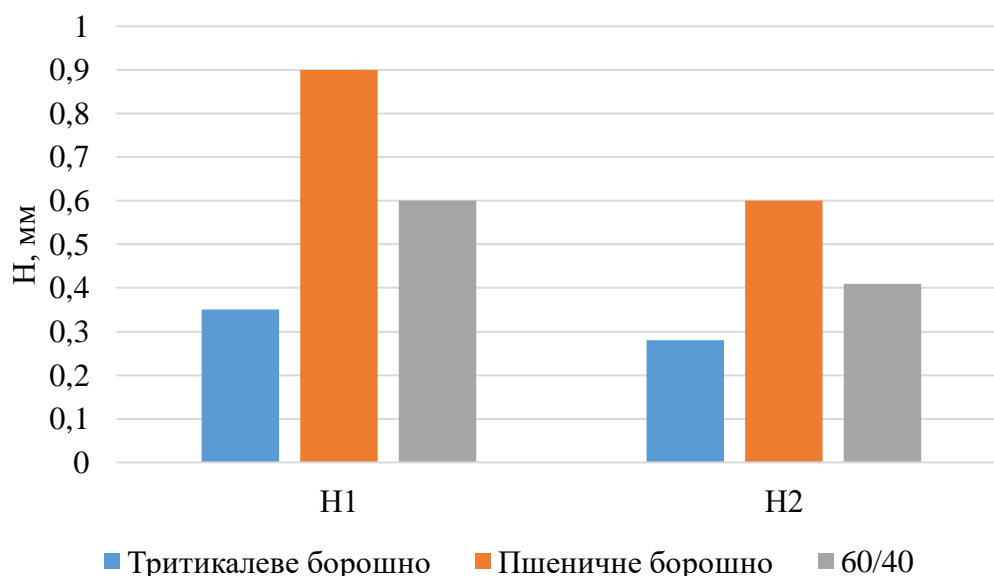


Рисунок 3.8 – Структурно-механічні властивості тіста при різному співвідношенні тритикалевого оббивного борошна і борошна пшеничного 1 сорту

При такому співвідношенні досліджували вплив CO₂-шротів пряно-ароматичного насіння в кількості 1,5 % і 2 % до маси борошна на структурно механічні властивості тіста, що визначаються на структурометрі. Результати представлено на рисунках 3.9 – 3.10.

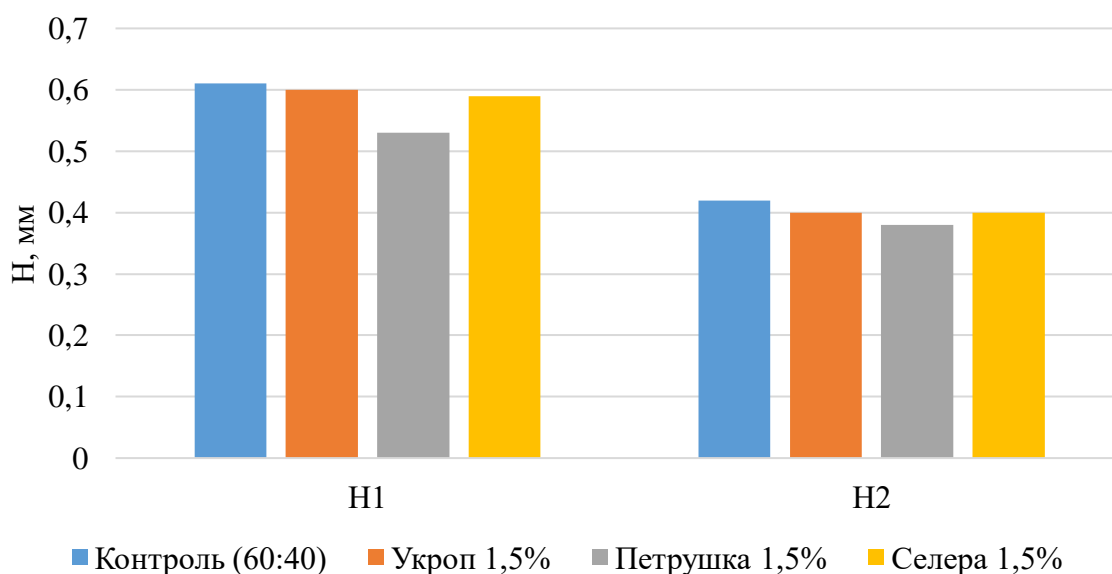


Рисунок 3.9 – Вплив 1,5 % CO₂-шротів пряно-ароматичного насіння на пружно-пластичні властивості тіста

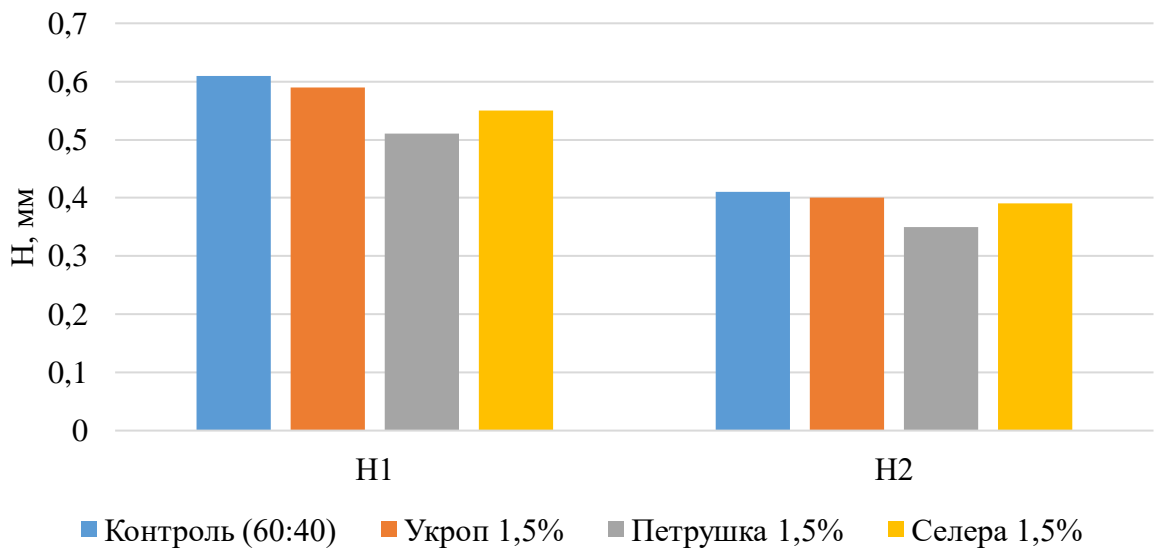


Рисунок 3.10 – Вплив 2 % CO₂-шротів пряно-ароматичного насіння на пружно-пластичні властивості тіста

З аналізу даних бачимо, що зміцнення тіста відбувається практично однаково як при дозуванні 1,5 %, так і при дозуванні 2 % CO₂-шротів насіння пряно-ароматичних рослин. Однак, при додаванні CO₂-шротів петрушки відбувається більш помітне зміцнення тіста у оббивного борошна, ніж при додаванні CO₂ шротів кропу і селери.

Ґрунтуючись на позитивному впливі CO₂-шротів насіння пряно-ароматичних рослин на структурно-механічні властивості тіста, були проведені пробні лабораторні випічки з дозуванням CO₂-шротів 1,5 та 2 % до маси борошна в тісті. Тісто готували на рідкій тритикалевій опарі. Показники якості готових виробів наведено у таблиці 3.15.

Тісто при внесенні CO₂-шротів насіння пряно-ароматичних рослин за своїми властивостями помітно відрізнялося від контрольного зразка: воно було менш липким, мало нижчі адгезійні властивості, краще оброблялося і краще піддавалося процесу формування.

Таблиця 3.15 – Вплив CO₂-шротів насіння пряно-ароматичних рослин на якість хліба із суміші оббивного тритикалевого борошна та пшеничного 1 сорту у співвідношенні 60:40

Показники якості хліба	Контроль	Дозування CO ₂ -шротів, 1,5 %			Дозування CO ₂ -шротів, 2 %		
		Селера	Кріп	Петрушка	Селера	Кріп	Петрушка
Питомий об'єм, см ³ /100 г	265	279	281	278	280	281	280
Пористість, %	70	72	72	71	72	72	72
Кислотність, град	5,5	5,6	5,6	5,6	5,6	5,5	5,5
Формостійкість, Н/D	0,45	0,49	0,51	0,48	0,50	0,51	0,50
Структурно-механічні властивості м'якуша, од. приладу:							
Н _{заг}	58	68	69	68	68	69	69
Н _{пл}	35	45	46	46	47	48	46
Н _{пруж}	23	23	23	22	21	21	23

Отримані проби хліба з 1,5 і 2 % CO₂-шротів насіння пряно-ароматичних рослин практично не відрізнялися один від одного за показниками якості. Проби мали правильну, симетричну форму, скоринку гладку, без підривів та тріщин, темну. За питомим обсягом зразки із внесенням CO₂-шротів відрізнялися від контролю в середньому на 5,5 %; покращилися структурно-механічні властивості м'якуша; покращилася пористість м'якуша. М'якуш пропечений, не вологий на дотик, еластичний. Пористість розвинена. Проби хліба з дозуванням CO₂-шротів 2 % мали більш виражений приємний аромат пряно-ароматичних рослин.

3.7 Вплив CO₂-шротів насіння пряно-ароматичних рослин (петрушки, кропу та селери) на харчову цінність хліба з тритикалевого борошна

Харчова цінність хліба, як і будь-якого харчового продукту, визначається насамперед його калорійністю, засвоюваністю та вмістом у ньому додаткових факторів харчування: вітамінів, мінеральних речовин та незамінних амінокислот.

Доцільність застосування тритикалевого борошна та CO₂-шротів насіння пряно-ароматичних рослин для підвищення харчової цінності хліба підтверджено дослідженнями, результати яких наведені у таблицях 3.16 та 3.17.

Таблиця 3.16 – Хімічний склад та енергетична цінність 100 г хліба

Хімічний склад	Хлібобулочний виріб із пшеничного борошна 1 сорту				Хлібобулочний виріб із тритикалевого сіяного борошна з додаванням 1,5 % CO ₂ -шротів		
	без додавання CO ₂ -шротів	з додаванням 1,5 % CO ₂ -шротів			Кріп	Петрушка	Селера
		Кріп	Петрушка	Селера			
Білки, г	7,71	7,95	7,94	7,95	8,79	8,80	8,85
Жири, г	2,35	2,40	2,39	2,41	2,42	2,40	2,42
Вуглеводи, г	49,50	49,95	49,90	49,95	50,40	50,20	50,40
Вміст мінеральних речовин мг на 100 г продукту:							
Со	132	141	138	146	170	167	175
Са	19	22	20	23	70	68	72
Na	279	285	283	287	283	281	285
Р	86	97	89	101	104	96	108
Вітаміни, мг							
В ₁	0,23	0,30	0,25	0,31	0,26	0,24	0,27
В ₂	0,07	0,12	0,09	0,19	0,10	0,08	0,17
РР	1,80	1,86	1,83	1,90	1,83	1,80	1,87
Е	0,7	1,02	0,95	-	1,02	0,95	-
Енергетична цінність, ккал	250	253	253	253	259	258	259

Таблиця 3.17 – Хімічний склад та енергетична цінність 100 г хліба

Хімічний склад	Хліб житньо-пшеничний з житнього оббивного і пшеничного борошна 1 сорту				Хліб із суміші тритикалевого оббивного і пшеничного борошна 1 сорту з додаванням 2 % CO ₂ -шротів		
	без додавання CO ₂ -шротів	з додаванням 2 % CO ₂ -шротів			Кріп	Петрушка	Селера
		Кріп	Петрушка	Селера			
Білки, г	6,95	7,05	7,01	7,03	8,19	8,20	8,22
Жири, г	1,20	1,21	1,22	1,21	1,28	1,30	1,31
Вуглеводи, г	40,5	41,05	40,95	41,15	41,10	41,0	41,20
Вміст мінеральних речовин мг на 100 г продукту:							
Со	235	245	243	256	256	253	267
Са	33	35	34	38	117	115	120
Na	392	610	526	618	607	523	615
Р	180	189	185	194	345	340	350
Вітаміни, мг							
В ₁	0,16	0,19	0,18	0,20	0,19	0,18	0,20
В ₂	0,08	0,10	0,09	0,10	0,10	0,09	0,10
РР	1,75	1,86	1,78	1,92	1,86	1,78	1,92
Е	0,7	1,02	0,95	-	1,02	0,95	-
Енергетична цінність, ккал	201	203	203	204	209	209	210

З представлених у таблицях даних випливає, що вміст білка в хлібобулочних виробках з пшеничного та житньо-пшеничного борошна при додаванні CO₂-шротів насіння пряно-ароматичних рослин збільшується. Внесення оптимальної кількості CO₂-шротів насіння пряно-ароматичних рослин у тісто – 1,5 і 2 % дає збільшення білка в хлібобулочному виробі на 3,06 % і на 1,4 % відповідно у порівнянні з контрольними зразками. Заміна ж пшеничного борошна першого сорту і житнього оббивного на тритикалеве сіяне і тритикалеве оббивне борошно при внесенні 1,5 і 2 % CO₂-шротів насіння пряно-ароматичних рослин призведе до підвищення вмісту білка в середньому на 14,3 і на 11,8 % відповідно.

Аналізуючи всі отримані дані можна зробити висновок про те, що використання тритикалевого борошна спільно з внесенням CO₂-шротів насіння пряно-ароматичних рослин (петрушки, кропу та селери) в оптимальному дозуванні дозволить отримати хлібобулочний виріб підвищеної харчової цінності.

Висновки за розділом

У ході експериментальних досліджень встановлено, що борошно з зерна тритикале характеризується стабільними якісними показниками: маса 1000 зерен 46,0 – 53,0 г, натурна маса 725 – 775 г/л, скловидність 50 – 57 %, кількість сирової клейковини 19,0 – 23,5 %, вміст протеїну 11,7 – 13,9 %. За основними фізико-хімічними властивостями тритикалеве борошно є середнім за силою, що підтверджується кількістю клейковини 19,5 %, її якістю 80 од. ІДК, а також реологічними характеристиками тіста ($K_{20} = 198$ од., $K_{60} = 236$ од.).

Показано, що автолітична активність тритикалевого борошна є помірною (стандартний метод – 43,9 % на СР, число падіння – 244 с), а здатність до потемніння відсутня, що є перевагою при виробництві хліба зі світлим м'якушем. Пробна лабораторна випічка підтвердила добрі хлібопекарські властивості тритикалевого борошна: питомий об'єм хліба досягав 301 см³/100 г, пористість – 73 %, м'якуш – світлий, еластичний.

Доведено ефективність використання CO₂-шротів насіння селери, кропу та петрушки, які містять значні кількості білків (12,2 – 13,5 %), клітковини (12,2 – 14,7 %), мінеральних речовин (Na – 7,3 – 7,9 мг, Ca – 53,2 – 65,0 мг, P – 241 – 294 мг), а також вітамінів групи В. CO₂-шроти зберігають природні ароматичні компоненти та володіють антиоксидантними властивостями, що обґрунтовує доцільність їх використання як функціональних добавок у технології хлібопечення.

Порівняння різних способів приготування тіста показало, що найкращі показники якості хліба забезпечує опарний спосіб: питомий об'єм зростав до 315 см³/100 г, пористість – до 75 %, а структурно-механічні показники м'якуша були оптимальними ($H_{заг} = 78$ од.). Доведено, що оптимальна вологість тіста при використанні тритикалевого

борошна становить 42,5 %, за якої хліб мав розвинену пористість (до 80 %) та найбільший питомий об'єм (у середньому на 17 % більше порівняно з прискореним способом).

Отже, результати досліджень підтверджують перспективність використання тритикалевого борошна та CO₂-шротів пряно-ароматичних рослин у виробництві хлібобулочних виробів, що дозволяє підвищити їхню харчову цінність, покращити структурні та органолептичні властивості та розширити асортимент продукції функціонального призначення.

4 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1 Технологія виробництва хлібобулочного виробу «Пряний»

Технологія виробництва хлібобулочного виробу «Пряний» з тритикалевого сіяного борошна з додаванням CO₂-шротів насіння петрушки, кропу та селери, масою 0,2 кг, включає такі основні стадії:

- прийом та зберігання сировини;
- підготовку сировини до пуску у виробництво;
- дозування рецептурних компонентів;
- приготування тіста;
- обробку тіста;
- вистоювання тістових заготовок;
- випікання виробів;
- зберігання та відпуск готових виробів.

Тісто для хліба «Пряний» готується безопарним способом попередньо активованих пресованих дріжджах. Попередня активація пресованих дріжджів здійснюється в діжці, куди подається 5 % борошна тритикалевого сіяного, дріжджова суспензія, необхідна кількість води, що забезпечує вологість активованих дріжджів 75 % та CO₂-шроти насіння пряно-ароматичних рослин (петрушки, кропу та селери). Тривалість активації становить 60 хв. Потім замішується тісто з 95 % тритикалевого сіяного борошна, цукрового та сольового розчину, рослинної олії та попередньо активованих пресованих дріжджів. Замішане тісто бродить 90 хв до кислотності 3,5 град., після чого його обробляють на тестові заготівлі певної маси з урахуванням виробничого упікання та усushки для отримання подового хліба масою 0,5 кг. Вистоювання тістових заготовок тривало протягом 45 хв, випікання хліба – протягом 30 – 35 хв. Рецептuru та режим приготування тіста представлені у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Рецептатура та режим приготування тіста для хліба «Пряний» із сіяного тритикалевого борошна

Сировина, напівфабрикати, технологічні режими	Активація	Тісто
Борошно тритикалеве сіяне. кг	5,0	95,0
Вода, кг	12,40	32,17
Дріжджова суспензія, кг	4,80	
Цукровий розчин, кг		30,0
Солевий розчин, кг		5,78
Олія, кг		2,00
СО ₂ -шроти насіння, кг	1,50	
Активовані дріжджі, кг		23,70
<i>Всього</i>	<i>23,71</i>	<i>161,64</i>
Початкова температура, °С	30,0	28 – 31
Тривалість активації, хвилин	60,0	
Тривалість бродіння, хвилин		90,0
Кінцева кислотність, градусів	3,50	3,50
Вологість, %	75,0	43,0

4.2 Технологія виробництва хліба «Запашний»

Тісто для хліба «Запашний» готували опарним способом. Рідку опару готували на тритикаловому оббивному борошні. Вологість опари 69 %. Бродила рідка опара 3,5 години до досягнення кислотності 6 град., потім замішували тісто з сировини, що залишилася, за рецептурою. Замішане тісто бродило 60 хв до кислотності 5,5 град., після чого його розділяли на тістові заготовки певної маси з урахуванням виробничого упікання та усушки для одержання формового хліба масою 0,75 кг. Вистоювання тестових заготовок – протягом 50 хв, випікання хліба – протягом 55 хв. Рецептатура та режим приготування тісту представлені у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Рецептатура та режим приготування тіста для хліба «Запашний» з оббивного тритикалевого борошна та пшеничного борошна 1 гатунку

Сировина, напівфабрикати, технологічні режими	Опара	Тісто
Борошно тритикалеве оббивне, кг	30,0	30,0
Борошно пшеничне 1 гатунку, кг		40,0
Вода, кг	48,34	1,10
Дріжджова суспензія, кг	6,0	
Цукровий розчин, кг		3,0
Солевий розчин, кг		6,15
Опара, кг		83,95
Олія, кг		1,50
СО ₂ -шроти насіння, кг		2,0
<i>Всього</i>	<i>84,36</i>	<i>167,70</i>
Початкова температура, °С	28 – 30	29 – 31
Тривалість бродіння, хвилин	210,0	60,0
Кінцева кислотність, градусів	6,0	5,50
Вологість, %	69,0	45,0

Висновки за розділом

Розроблено технології двох хлібобулочних виробів – «Пряний» та «Запашний», які підтверджують ефективність використання тритикалевого борошна та СО₂-шротів насіння пряно-ароматичних рослин.

Технологія хліба «Пряний» базується на безопарному способі з попередньою активацією дріжджів у присутності СО₂-шротів петрушки, кропу та селери. Такий підхід забезпечив інтенсивне бродіння, оптимальну кислотність тіста 3,5° та необхідну вологість 43 %, що сприяло формуванню стабільної структури м'якуша та вираженогопряного аромату. Виробничий режим, включаючи 60-хвилинну активацію і 90-хвилинне бродіння тіста, дозволив отримати виріб із високими органолептичними показниками та підвищеною харчовою цінністю.

Технологія хліба «Запашний» реалізована за опарним способом, що забезпечило розвиток ароматичних та смакових властивостей завдяки тривалому бродінню рідкої

опари 210 хв, кислотність 6. Поєднання тритикалевого оббивного та пшеничного борошна 1 гатунку, а також додавання CO₂-шротів сприяло отриманню тіста з підвищеною газоутворювальною здатністю та формуванням об'єму готового хліба високого рівня. Режим бродіння тіста 60 хв і його вологість 45 % забезпечили гарну пористість, еластичність м'якуша та стійку форму готових виробів.

Практичне впровадження обох технологій підтвердило, що CO₂-шроти насіння пряно-ароматичних рослин є ефективними функціональними добавками, які покращують смакові, ароматичні та структурні характеристики хліба без погіршення технологічних властивостей тіста.

Розроблені технології демонструють їх виробничу придатність і можуть бути рекомендовані до промислового використання з метою розширення асортименту хлібобулочних виробів підвищеної харчової цінності та функціонального спрямування.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Розробка карти безпеки праці під час виробництва хлібобулочних виробів

Розробка карток безпеки праці є надзвичайно доцільною та відіграє важливу роль у забезпеченні безпечних умов праці на виробництві. Основні положення карти приведено в таблиці 5.1.

Її доцільність можна обґрунтувати такими положеннями:

1. Підвищення рівня безпеки працівників.

Картка безпеки праці містить чітко сформульовані ризики, можливі небезпечні ситуації та конкретні рекомендації щодо їх запобігання. Це дозволяє працівникам усвідомлювати потенційні загрози та діяти більш обережно.

2. Запобігання аваріям та нещасним випадкам.

Наявність картки дозволяє мінімізувати ймовірність травмування на робочому місці завдяки тому, що працівник завжди має під рукою алгоритм дій, правила техніки безпеки та поведінки при надзвичайних ситуаціях.

3. Стандартизація виробничих процесів.

Картки створюють єдину систему вимог і правил для всіх працівників, забезпечуючи однакове розуміння та виконання норм безпеки незалежно від досвіду чи кваліфікації.

4. Підвищення відповідальності персоналу.

Завдяки тому, що працівники знайомляться з карткою перед початком роботи, формується відповідальне ставлення до виконання технологічних операцій та дотримання правил охорони праці.

5. Полегшення навчання та інструктажів.

Картки безпеки праці є зручним дидактичним інструментом при проведенні вступних та повторних інструктажів, оскільки чітко структуровано містять основні положення з охорони праці.

Таблиця 5.1 – Карта безпеки праці під час виробництва хлібобулочних виробів

Операція	Можливі небезпеки	Потенційні наслідки	Заходи безпеки та попередження	Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ)
Приймання та зберігання сировини	Пил борошна, слизька підлога, падіння мішків	Травми спини, забій, алергічні реакції	Перевірка ваги мішків, правильне складування, прибирання розсипів	Рукавички, маска-респіратор, спецвзуття
Просіювання борошна	Запиленість, сторонні предмети	Подразнення дихальних шляхів, механічні травми	Використання просіювачів із захисними решітками, вентиляція	Респіратор, окуляри
Приготування тіста (замішування)	Рухомі частини тістомісильних машин	Травмування рук, одягу	Заборона втручання під час роботи, технічний огляд обладнання	Щільний одяг, неширокі рукави
Ферментація тіста	Підвищена температура та вологість	Перегрів, зневоднення	Контроль мікроклімату, доступ до питної води	Легка спецодежа
Поділ та формування тіста	Порізи, защемлення пальців	Механічні травми	Використання безпечних ножів, дотримання техніки роботи	Рукавички захисні
Випікання у печі	Висока температура, опіки	Опіки різного ступеня	Використання термостійких рукавиць, дотримання дистанції	Терморукавиці, фартух

Операція	Можливі небезпеки	Потенційні наслідки	Заходи безпеки та попередження	Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ)
Охолодження виробів	Гарячі дека, підноси	Опіки, падіння виробів	Викладання на стелажі, обережне перенесення	Рукавиці, спецвзуття
Нарізання та пакування	Гострі інструменти, ріжучі краї обладнання	Порізи, травми рук	Справність ножів, використання механічних нарізників	Захисні рукавиці
Складське зберігання готової продукції	Падіння ящиків, слизька підлога	Ушкодження кінцівок	Правильне укладання продукції, прибирання проходів	Спецвзуття
Прибирання виробничих приміщень	Хімічні засоби, мокра підлога	Подразнення шкіри, падіння	Використання безпечних мийних засобів, знаки «Мокра підлога»	Рукавички, маска, спецвзуття

6. Відповідність нормативним вимогам.

Розробка карток допомагає підприємству відповідати вимогам чинного законодавства у сфері охорони праці, санітарних норм і стандартів виробничої безпеки.

7. Зменшення виробничих витрат.

Запобігання травмам, аваріям та простою обладнання сприяє зменшенню фінансових втрат підприємства, що робить картки безпеки економічно ефективним інструментом.

Даний документ, розроблений для забезпечення безпеки праці під час виробництва хлібобулочних виробів, має бути погоджений із службою охорони праці та відповідними контролюючими органами. Після затвердження карта безпеки повинна бути доступною всім працівникам, щоб вони чітко розуміли вимоги безпечного виконання операцій, пов'язаних із прийманням і просіюванням борошна, замішуванням, ферментацією, формуванням та випіканням тіста.

Дотримання положень документа підвищує виробничу дисципліну, забезпечує контрольованість технологічних процесів та запобігає нещасним випадкам, опікам, травмам і іншим професійним ризикам. Регулярне використання карти безпеки формує культуру безпечної праці, оптимізує роботу на всіх етапах виробництва хліба та зменшує ймовірність виникнення аварійних ситуацій.

Отже, картки безпеки праці – це необхідний елемент системи охорони праці, який забезпечує безпеку персоналу, підвищує ефективність роботи та сприяє стабільному функціонуванню підприємства.

5.2 Шляхи утилізації відходів під час виробництва хлібобулочних виробів

Доцільність утилізації відходів під час виробництва хлібобулочних виробів є важливою складовою ефективною та екологічно відповідальною роботи підприємства. Вона ґрунтується на таких ключових аспектах:

1. Зменшення негативного впливу на довкілля.

Утилізація харчових і технологічних відходів (залишків тіста, борошняного пилу, пакувальних матеріалів) мінімізує забруднення навколишнього середовища та сприяє дотриманню екологічних норм.

2. Раціональне використання ресурсів.

Відходи, що утворюються під час просіювання борошна, обрізання та формування виробів, можуть бути частково повернуті у виробничий цикл або використані як сировина для інших підприємств (кормові добавки, вторинна переробка пакування). Це підвищує економічну ефективність виробництва.

3. Підвищення санітарно-гігієнічного рівня виробництва.

Своєчасне видалення та утилізація відходів запобігає забрудненню приміщень, поширенню мікроорганізмів і шкідників, що особливо важливо для харчових підприємств, де якість і безпека продукції мають найвищий пріоритет.

4. Поліпшення організації праці та безпеки.

Контроль за накопиченням відходів зменшує ризики ковзання, падінь, механічних травм та загоряння, що актуально під час роботи з борошняним пилом і високотемпературним обладнанням.

5. Відповідність законодавчим вимогам.

Правильна утилізація відходів забезпечує дотримання чинних екологічних, санітарних та технічних норм, що дозволяє уникнути штрафів, зупинки виробництва та претензій з боку контролюючих органів.

Приклад шляхів утилізації відходів виробництва хлібобулочних виробів представлено в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Шляхи утилізації відходів виробництва хлібобулочних виробів

Тип відходів	Джерело утворення	Характеристика відходів	Можливі шляхи утилізації або повторного використання
Борошняний пил	Просіювання борошна, пересипання	Дрібнодисперсний пил, можливе мікробне забруднення	Використання пиловловлювачів і фільтрів. Передача на переробку як кормова добавка (за відповідності нормам). Упорядковане збирання та утилізація як харчового відходу
Залишки тіста	Замішування, поділ, формування	Надлишки, обрізки, непридатне тісто	Переробка у кормову сировину. Використання в біогазових установках. Компостування за умови відсутності домішок
Браковані або деформовані вироби	Випікання, формування	Непридатні до реалізації хлібобулочні вироби	Переробка на сухарну крихту (за відповідності санітарним вимогам). Використання як кормова сировина. Передача на компостування
Пакувальні матеріали (плівка, картон)	Пакування продукції	Вторинні матеріали, придатні до переробки	Сортування та передача на вторинну переробку. Повторне використання картонних коробок для внутрішніх потреб
Поліетиленові мішки з-під борошна	Приймання та транспортування сировини	Тара з-під харчової продукції	Очищення та здача на вторсировину. Використання для збирання сміття (внутрішнє застосування)

Тип відходів	Джерело утворення	Характеристика відходів	Можливі шляхи утилізації або повторного використання
Харчові залишки після прибирання	Прибирання виробничих зон	Суміш органічних залишків	Компостування. Організована утилізація як харчових відходів
Відходи води після миття обладнання	Миття тістомісів, столів, форм	Вода з залишками борошна та жиру	Попередня фільтрація перед скиданням. Встановлення жировловлювачів для мінімізації забруднення стоків
Зношені інструменти та інвентар	Виробничий процес	Металеві, дерев'яні або пластикові елементи	Сортування та передача на переробку. Утилізація згідно з нормами ТПВ

Отже, утилізація відходів у хлібопекарському виробництві є доцільною не лише з екологічної точки зору, а й як інструмент підвищення ефективності, безпеки та стабільності роботи підприємства.

Висновки за розділом

У ході проведеного аналізу встановлено, що забезпечення належних умов охорони праці під час виробництва молочних продуктів із додаванням овочевих пюре є необхідною передумовою стабільної, безпечної та ефективної роботи підприємства. Розробка карти безпеки праці дала змогу визначити потенційні небезпеки на кожному етапі технологічного процесу та сформувати комплекс відповідних заходів для їх усунення або мінімізації. Використання засобів індивідуального захисту, дотримання санітарно-гігієнічних вимог, регламентів роботи обладнання та правил дій у разі аварійних ситуацій сприяє зменшенню травматизму, запобігає забрудненню продукції та забезпечує високий рівень виробничої дисципліни.

Проведений аналіз шляхів утилізації відходів виробництва продемонстрував важливість системного підходу до поводження з молочними, рослинними, пакувальними та змішаними відходами. Раціональна утилізація сприяє зниженню негативного впливу на навколишнє середовище, оптимізує використання ресурсів і відповідає чинним вимогам екологічного та санітарного законодавства. Запропоновані методи утилізації дозволяють не лише мінімізувати екологічні ризики, а й отримувати додаткову цінність у вигляді вторинної сировини чи побічної продукції.

Загалом, комплекс заходів із охорони праці та системи утилізації відходів забезпечує безпечне функціонування виробництва, зменшує ймовірність надзвичайних ситуацій, покращує екологічні показники та гарантує виготовлення якісних, безпечних та конкурентоспроможних молочних продуктів з додаванням овочевих пюре.

6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

6.1 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження

Вартість основних і побічних матеріалів визначають за формулою:

$$M = \sum m_1 \cdot C_1, \quad (6.1)$$

де m_1 – кількість використаного i -го матеріалу;

C_1 – ціна одиниці i -го матеріалу, грн.

Результати розрахунку матеріальних витрат наведено в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Необхідна кількість основних матеріалів та їхня вартість з розрахунку на 1 кг готового виробу

Найменування, одиниці	Кількість	Ціна, грн.	Сума, грн.
Сировина для приготування опари			
Борошно тритикалієве оббивне, кг	0,30	25,80	7,74
Вода, кг	0,50	2,00	1,00
Дріжджова суспензія, кг	0,06	45,00	2,70
Сировина для приготування тіста			
Борошно тритикалієве оббивне, кг	0,30	22,80	7,74
Борошно пшеничне 1-го гатунку, кг	0,40	25,00	10,00
Вода, кг	0,11	2	0,22
Олія, кг	0,15	60,00	9,00
СО ₂ -шроти пряно-ароматичних трав, кг	0,20	180,00	36,00
Всього			74,40

Розрахунок витрат на оплату праці наведено в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний заробіток, грн	Середньочасовий заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Дипломний керівник	9200	50,00	20	1180,00
Всього				1180,00

Нарахування на заробітну плату виконують за ставкою 22 % від суми брутто-зарплати:

$$H = \frac{1180,00 \cdot 22}{100} = 259,60 \text{ грн.}$$

Споживання електроенергії визначають за формулою:

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a, \quad (6.2)$$

де M – потужність обладнання, кВт;

K – коефіцієнт використання потужності ($K = 0,9$);

T – тривалість роботи, год;

a – тариф за електроенергію, грн/(кВт/год).

Витрата електроенергії для змішування рецептурних компонентів:

$$E_1 = 2,1 \cdot 0,9 \cdot 8 \cdot 7,2 = 108,86 \text{ грн.}$$

Витрата електроенергії для випікання хлібобулочних виробів:

$$E_2 = 2,4 \cdot 0,9 \cdot 16 \cdot 7,2 = 248,83 \text{ грн.}$$

Споживання електроенергії під час роботи комп'ютера:

$$E_3 = 0,7 \cdot 0,9 \cdot 200 \cdot 7,2 = 907,20 \text{ грн.}$$

Загальні витрати електроенергії:

$$E_{\text{заг}} = E_1 + E_2 + E_3 = 108,86 + 248,83 + 907,20 = 1264,89 \text{ грн.}$$

Амортизація обладнання, що використовується в процесі дослідження, розраховується за такою формулою:

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 12}, \quad (6.3)$$

де A – амортизаційні відрахування, грн;

Φ – вартість устаткування, грн;

H – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на устаткуванні, днів;

365 – кількість днів у році.,

Розрахунки амортизації наведено в таблиці 6.4.

Таблиця 6.4 – Розрахунки витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн.	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн.
Машина тістозмішувальна	19480,30	10	1	5,33
Пароконвектомат	37600,00	10	2	20,60
Ноутбук	27000,00	24	20	355,07
Всього				381,00

Накладні витрати становлять:

$$\frac{(1180,00 \cdot 80)}{100} = 944,00 \text{ грн.}$$

Зведені витрати подано в таблиці 6.5.

Таблиця 6.5 – Кошторис зведених витрат на проведення дослідження

Найменування витрат	Сума, грн.
Матеріали основні	74,40
Оплата праці учасникам досліджень	1180,00
Нарахування на заробітну плату	259,60
Електроенергія	1364,89
Амортизація	381,00
Накладні витрати	944,00
Всього	4203,89

Аналіз показує, що найбільшу частку витрат становлять заробітна плата та електроенергія – відповідно 1180,00 грн і 1364,89 грн.

6.2 Розрахунок вартості дослідження

Ціну проведених досліджень розраховують за формулою:

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \quad (6.4)$$

де $Ц$ – загальна вартість дослідження, грн;

C – фактичні витрати, грн;

P – норматив рентабельності ($P = 30$), %.

$$Ц = 4203,89 + \frac{30 \cdot 4203,89}{100} = 5465,06 \text{ грн.}$$

Отже, з урахуванням рентабельності 30 %, кінцева вартість дослідження становить 5465,06 грн.

Висновки за розділом

Проведений аналіз витрат на дослідження показав, що загальні витрати склали 4203,89 грн, при цьому основними складовими є заробітна плата учасників дослідження 1180,00 грн та витрати на електроенергію 1364,89 грн, що свідчить про високу трудомісткість та енергозалежність технологічного процесу.

Матеріальні витрати на основні та побічні сировинні компоненти становлять 74,40 грн на 1 кг готового виробу, що підкреслює економічну ефективність використання тритикалевого борошна та пряно-ароматичних добавок.

Амортизаційні відрахування 381,00 грн та накладні витрати 944,00 грн мають відносно невеликий вплив на загальну собівартість дослідження, що дозволяє оптимізувати організаційно-технічну частину проведення експериментів.

Розрахунок кінцевої вартості дослідження з урахуванням рентабельності 30 % показав, що ціна проведених досліджень становить 5465,06 грн, що забезпечує економічну доцільність та окупність проведеного наукового експерименту.

Отримані дані дозволяють зробити висновок, що проведене дослідження є економічно обґрунтованим, організовано з урахуванням трудових, матеріальних та енергетичних ресурсів, а також відповідає сучасним вимогам планування і контролю витрат у виробництві хлібобулочних виробів..

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Встановлено, що борошно з зерна тритикале характеризується стабільними якісними показниками: маса 1000 зерен 46,0 – 53,0 г, натурна маса 725 – 775 г/л, скловидність 50 – 57 %, кількість сирової клейковини 19,0 – 23,5 %, вміст протеїну 11,7 – 13,9 %. За основними фізико-хімічними властивостями тритикалеве борошно є середнім за силою, що підтверджується кількістю клейковини 19,5 %, її якістю 80 од. ІДК, а також реологічними характеристиками тіста ($K_{20} = 198$ од., $K_{60} = 236$ од.).

Показано, що автолітична активність тритикалевого борошна є помірною (стандартний метод – 43,9 % на СР, число падіння – 244 с), а здатність до потемніння відсутня, що є перевагою при виробництві хліба зі світлим м'якушем. Пробна лабораторна випічка підтвердила добрі хлібопекарські властивості тритикалевого борошна: питомий об'єм хліба досягав 301 см³/100 г, пористість – 73 %, м'якуш – світлий, еластичний.

Доведено ефективність використання СО₂-шротів насіння селери, кропу та петрушки, які містять значні кількості білків (12,2 – 13,5 %), клітковини (12,2 – 14,7 %), мінеральних речовин (Na – 7,3 – 7,9 мг, Ca – 53,2 – 65,0 мг, P – 241 – 294 мг), а також вітамінів групи В. СО₂-шроти зберігають природні ароматичні компоненти та володіють антиоксидантними властивостями, що обґрунтовує доцільність їх використання як функціональних добавок у технології хлібопечення.

Порівняння різних способів приготування тіста показало, що найкращі показники якості хліба забезпечує опарний спосіб: питомий об'єм зростав до 315 см³/100 г, пористість – до 75 %, а структурно-механічні показники м'якуша були оптимальними ($H_{заг} = 78$ од.). Доведено, що оптимальна вологість тіста при використанні тритикалевого борошна становить 42,5 %, за якої хліб мав розвинену пористість (до 80 %) та найбільший питомий об'єм (у середньому на 17 % більше порівняно з прискореним способом).

Отже, результати досліджень підтверджують перспективність використання тритикалевого борошна та СО₂-шротів пряно-ароматичних рослин у виробництві хлібобулочних виробів, що дозволяє підвищити їхню харчову цінність, покращити

структурні та органолептичні властивості та розширити асортимент продукції функціонального призначення.

Розроблено технології двох хлібобулочних виробів – «Пряний» та «Запашний», які підтверджують ефективність використання тритикалевого борошна та CO₂-шротів насіння пряно-ароматичних рослин.

Розроблені технології демонструють їх виробничу придатність і можуть бути рекомендовані до промислового використання з метою розширення асортименту хлібобулочних виробів підвищеної харчової цінності та функціонального спрямування.

Запропонований комплекс заходів із охорони праці та системи утилізації відходів забезпечує безпечне функціонування виробництва, зменшує ймовірність надзвичайних ситуацій, покращує екологічні показники та гарантує виготовлення якісних, безпечних та конкурентоспроможних молочних продуктів з додаванням овочевих пюре.

Проведений аналіз витрат на дослідження показав, що загальні витрати склали 4203,89 грн, при цьому основними складовими є заробітна плата учасників дослідження 1180,00 грн та витрати на електроенергію 1364,89 грн, що свідчить про високу трудомісткість та енергозалежність технологічного процесу.

Розрахунок кінцевої вартості дослідження з урахуванням рентабельності 30 % показав, що ціна проведених досліджень становить 5465,06 грн, що забезпечує економічну доцільність та окупність проведеного наукового експерименту.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Півоваров О.А., Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційний інжиніринг в окремих галузях харчового виробництва. Дніпро: ФОП Обдимко О.С., 2022. 407 с.
2. Новікова О. В. (2017). Технологія виробництва хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів: навч. посібник. К.: Видавництво Ліра-К. 540 с.
3. Stear C. A. (2012). Handbook of breadmaking technology. Springer Science & Business Media.
4. Cauvain, S. (2015). Technology of breadmaking. Springer.
5. Suchintita Das, R., Tiwari, B. K., & Garcia-Vaquero, M. (2023). The fundamentals of bread making: The science of bread. In Traditional European breads: An illustrative compendium of ancestral knowledge and cultural heritage (pp. 1-40). Cham: Springer International Publishing.
6. Васильєв С. В. (2016). Народногосподарське значення тритикале та перспективи його використання для розширення сировинної бази харчових виробництв. Зернові продукти і комбікорми, (62,№ 2), 13-19.
7. Камбулова Ю. В. Теоретичні та практичні передумови використання добавок для поліпшення структурно-механічних властивостей борошняного тіста та готової продукції. НАУКОВІ ПРАЦІ, 131.
8. Желєзна В. В., & Конопелько О. Г. Удосконалення технології виробництва пшенично-тритикалевого хліба. РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ, 77.
9. Fraś, A., Gołębiowska, K., Gołębiowski, D., Mańkowski, D. R., Boros, D., & Szecówka, P. (2016). Variability in the chemical composition of triticale grain, flour and bread. Journal of Cereal Science, 71, 66-72.
10. Peña, R. J. (2004). Food uses of triticale. Triticale improvement and production, 37-48.
11. Leonova, S., Badamshina, E., Koshchina, E., Kalugina, O., Gareeva, I., & Leshchenko, N. (2022). Triticale flour in bakery and rusk products. Food Science and

Technology International, 28(6), 524-534.

12. Рябчун, В. К., & Мельник, В. С. Тритикале. Можливості використання у хлібопекарському виробництві. в рамках міжнародних виставок «INPRODMASH&UPAKOVKA»«SWEETS UKRAINE»«BAKERY UKRAINE», 20.

13. Ćurić, D., Novotri, D., & Smerdel, B. (2014). Bread making. Engineering aspects of cereal and cereal-based products, 149-174.

14. Galanakis, C. M. (Ed.). (2020). Trends in wheat and bread making. Academic Press.

15. Giannou, V., Lebesi, D., Varzakas, T., & Tzia, C. (2015). Bakery Technology. Handbook of Food Processing: Food Safety, Quality, and Manufacturing Processes, 35, 201.

16. Eliasson, A. C., & Kare, L. (2018). Cereals in breadmaking: a molecular colloidal approach. Routledge.

17. de Souza, H. L. S., da Silva, L. E. P., & Sehn, G. A. R. (2024). Production of Bread and Bioreactor. Bioreactor Technology in Food Processing, 212.

18. Bock, J. E. (2024). Enzymes in breadmaking. In Improving and Tailoring Enzymes for Food Quality and Functionality (pp. 217-239). Woodhead Publishing.

19. El Sheikha, A. F. (2015). Bread: between the heritage of past and the technology of present. Bread and its fortification: nutrition and health benefits, Food biology series. CRC Press, Boca Raton, 1-25.

20. Кравченко, О. І., Олійник, С. Г., Самохвалова, О. В., & Степанькова, Г. В. (2017). Технологія хліба пшеничного з продуктами переробки зародків вівса та кукурудзи. Монографія.

21. Любич, В. В., Железна, В. В., & Стратуца, Я. С. (2022). Перспективи використання тритикале в хлібопекарській промисловості. Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки, (3), 133-143.

22. Сафонова, О. М., Гавриш, Т. В., & Камбулова, Ю. В. (2011). Теоретичні та практичні передумови використання добавок для поліпшення структурно-механічних властивостей борошняного тіста та готової продукції. Наукові праці [Одеської національної академії харчових технологій], (40 (1)), 131-

23. Woś, H., & Brzeziński, W. (2015). Triticale for food—the quality driver. In *Triticale* (pp. 213-232). Cham: Springer International Publishing.
24. Zhu, F. (2018). Triticale: Nutritional composition and food uses. *Food Chemistry*, 241, 468-479.
25. Terentyev, S. E., Goncharova, N. Z., & Vorobeva, E. S. (2022, October). High technologies for the therapeutic bread production with the use of triticale flour. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2661, No. 1, p. 060002). AIP Publishing LLC.
26. Fraś, A., Gołębiowski, D., Gołębiowska, K., Mańkowski, D. R., Gzowska, M., & Boros, D. (2018). Triticale-oat bread as a new product rich in bioactive and nutrient components. *Journal of cereal science*, 82, 146-154.
27. Желєзна, В. В., & Нос, О. М. Тритикале як перспективна зернова культура для функціональних продуктів харчування. In *The XXII International scientific and practical conference «Scientific trends in the development of modern technologies»*, June 02-04, 2025, Krakow, Poland, 260 p. Text Copyright© 2025 by the European Conference (<https://eu-conf.com/>). Illustrations© 2025 by the European Conference. Cover design: European Conference (<https://eu-conf.com/>). (p. 11).
28. Петренко, Д. (2024). Удосконалення технології виробництва борошняних кондитерських виробів з додаванням борошна зерна тритикале.
29. Півоваров О.А., Ковальова О.С. Сучасні методи інтенсифікації солодощення: монографія. Дніпро: ДВНЗ УДХТУ, 2020. 242 с.
30. Чернець, С. О. (2023). Обґрунтування виробництва хлібобулочних виробів із зерна тритикале.
31. Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційна технологія дезінфекції технологічного обладнання харчових виробництв. *The 5th International scientific and practical conference “Prospects of modern science and education”* (February 07 – 10, 2023) Stockholm, Sweden. International Science Group. 2023. P. 609-612. <https://doi.org/10.46299/ISG.2023.1.5>
32. Ковальова О.С. Особливості дезінфекції тари та пакувань харчових виробництв. *The 8th International scientific and practical conference “Trends, theories*

and ways of improving science” (February 28 – March 03, 2023) Madrid, Spain. International Science Group. 2023. С. 532-535. <https://doi.org/10.46299/ISG.2023.1.8>

33. Капітанова, Т. М. (2021). Обґрунтування впливу добавок борошна бобових культур на показники якості пшеничного борошна.

34. Любич, В. В., Желєзна, В. В., & Стратуца, Я. С. (2021, March). Використання тритикале у виробництві хлібобулочних виробів підвищеної харчової цінності. In The 4 th International scientific and practical conference—Achievements and prospects of modern scientific research (March 7-9, 2021) Editorial EDULCP, Buenos Aires, Argentina. 2021. 306 p. (p. 36).

35. Білоконний, Д. О., & Швець, Л. В. Наукове обґрунтування технології виробництва круп'яних продуктів із зерна тритикале.

36. Землеробська механіка. Інноваційні технології харчових виробництв / А.С. Кобець, С.П. Сокол, А.М. Пугач, Ю.О. Чурсінов, О.А. Півоваров, С.Ю. Миколенко, О.С. Ковальова, В.С. Калина, В.С. Кошулько, Д.О. Тимчак, Н.А. Сова, К.А. Худайбердієва. Дніпро: «Свідлер А.Л.». 2022. Том 4. 460 с.

37. Kovalova O., Pivovarov O., & Koshulko, V. Effect of plasma-chemically activated aqueous solutions on the process of disinfection of food production equipment. *Food Science and Technology*. 2022. 16 (3). P. 61-70. DOI: <https://doi.org/10.15673/fst.v16i3.2392>

38. Galoburda, R., Straumite, E., Sabovics, M., & Kruma, Z. (2020). Dynamics of volatile compounds in triticale bread with sourdough: From flour to bread. *Foods*, 9(12), 1837.

39. Kandrov, R. K., Katin, S. A., Sivtsev, A. O., Veremyev, D. N., & Pestova, E. V. (2025). Use of whole grain wheat-triticale flour for production bakery products. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 17(1), 518-543.

40. Messina, V., Cano, J., Silvio, A., Pattison, A. L., & Roberts, T. H. (2024). Wholegrain triticale sourdough: Effects of triticale: Wheat flour ratio and hydration level on bread quality. *Food Science & Nutrition*, 12(6), 3910-3919.