

**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 кваліфікаційної роботи
ступеня вищої освіти «Бакалавр»
на тему:

**Обґрунтування технології виробництва хліба з
використанням біоактивованого насіння кіноа**

Виконала: здобувачка вищої освіти 4 курсу,
групи ХТ-1-20
освітньо-професійної програми «Харчові технології»
зі спеціальності 181 «Харчові технології»

_____ Ліліана КОВАЛЬОВА

Керівник: _____ Яна ГЕЗЬ

Рецензент: _____ Сергій САЧОК

Дніпро 2024

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»

Спеціальність: 181 «Харчові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри
харчових технологій,
кандидат технічних наук, доцент
Віталій КОШУЛЬКО

(підпис)

«06» травня 2024 р.

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

Ковальовій Ліліані Сергіївні

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології виробництва хліба з використанням біоактивованого насіння кіноа».
Керівник роботи: Гезь Яна Василівна, ст. викладачка, затверджені наказом закладу вищої освіти від «06» травня 2024 року № 983.
2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 05 червня 2024 року
3. Вихідні дані до роботи: 1. Технологія виробництва хліба за традиційною рецептурою. 2. Наукова, нормативна, технологічна, технічна та патентна документація.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Аналіз літературних джерел. 2 Характеристика сировини та методологія експериментальних досліджень. 3 Експериментальна частина. 4 Охорона праці та довкілля при виробництві хліба. 5. Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Список використаних джерел. Додатки.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Постановка проблеми. 2 Мета і завдання досліджень. 3 Характеристика сировини. 4 Обговорення результатів досліджень. 5 Кошторис витрат на проведення досліджень. 6 Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-5	ст. викладач Яна ГЕЗЬ	06.05.24	05.06.24

7. Дата видачі завдання 06 травня 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	06.05-07.05.24	виконано
2	Аналіз літературних джерел	08.05-13.05.24	виконано
3	Характеристика сировини та методологія експериментальних досліджень	14.05-15.05.24	виконано
4	Експериментальна частина	16.05-26.05.24	виконано
5	Охорона праці та довкілля при виробництві хліба	27.05-30.05.24	виконано
6	Організаційно-економічна частина	31.05-01.06.24	виконано
7	Формулювання висновків по роботі та списку джерел посилання	02.06-03.06.24	виконано
8	Підготовка демонстраційного матеріалу	04.06-05.06.23	виконано

Здобувачка вищої освіти _____ Ліліана КОВАЛЬОВА
(підпис)

Керівник роботи _____ Яна ГЕЗЬ
(підпис)

РЕФЕРАТ

Тема «Обґрунтування технології виробництва хліба з використанням біоактивованого насіння кіноа».

Кваліфікаційна робота бакалавра: 74 сторінки друкованого тексту, 43 рисунки, 15 таблиць, 1 додаток, 40 літературних джерел.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва хліба.

Метою роботи є розробка рецептури пшеничного хліба з використанням біоактивованого насіння кіноа.

Необхідність розробки вдосконалених рецептур хліба залишається актуальною на сьогоднішній день, так як більшу частину ринку займають хлібобулочні вироби на основі борошна пшеничного вищих сортів, яке в свою чергу збіднене на поживні речовини, вітаміни, макро- і мікроелементи, а також на харчові волокна. Одним із варіантів покращення складу хліба є використання біоактивованого зерна, яке, як відомо має кращу біологічну цінність порівняно з традиційними видами сировини, яка не підлягає попередньому замочуванню. Своєю чергою, така рязюча перевага і стала метою дослідження.

Під час виконання кваліфікаційної роботи проведено пробні лабораторні випікання, за результатами оцінки яких було досліджено вплив тривалості замочування насіння кіноа на якість хліба за органолептичним аналізом та визначенням питомого об'єму. Дослідні зразки, для яких доведено оптимальну тривалість замочування, додатково підлягали визначенню вологості, пористості та кислотності готових виробів. Також для цих зразків було проведено визначення поживної та енергетичної цінності розрахунковим методом. Розроблено блок-схему виробництва хліба з використанням біоактивованого насіння кіноа.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: КІНОА, ХЛІБ, БІАКТИВОВАНЕ НАСІННЯ КІНОА, ЗАМОЧУВАННЯ, ЯКІСТЬ ХЛІБА.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	8
1.1 Актуальність виробництва хліба з використанням нетрадиційних видів сировини.....	8
1.2 Аналіз хліба представленого в торгово роздрібній мережі.....	10
1.3 Обґрунтування виробництва хліба з використанням біоактивованого насіння кіноа.....	12
1.4 Мета і задачі дослідження.....	16
Висновки до розділу.....	16
2 ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ ТА МЕТОДОЛОГІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	18
2.1 Характеристика об'єктів досліджень.....	18
2.2 Методика виготовлення дослідних зразків хліба.....	20
2.3 Методика замочування зерна кіноа.....	22
2.4 Методика визначення органолептичних та фізико-хімічних показників якості дослідних зразків хліба.....	23
2.5 Методика розрахунку поживної та енергетичної цінності.....	28
Висновки до розділу.....	30
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА.....	31
3.1 Опис схеми виробництва хліба з використанням біоактивованого насіння кіноа.....	31
3.2 Дослідження оптимальної тривалості біоактивації і дозування насіння кіноа на якість хліба.....	33
3.3 Результати експериментальних досліджень.....	47
3.4 Розрахунок поживної та енергетичної цінності.....	50
Висновки до розділу.....	58
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ХЛІБА.....	59
4.1 Розроблення картки з охорони праці для оператора цеху з	

виробництва хліба.....	59
4.2 Утилізація відходів від виробництва хлібобулочних напівфабрикатів	59
Висновки до розділу.....	61
5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	62
5.1 Витрати на проведення досліджень.....	63
5.2 Витрати на матеріали для проведення дослідження.....	63
5.3 Витрати на оплату праці.....	64
5.4 Витрати на електроенергію.....	65
5.5 Витрати на амортизацію устаткування.....	66
5.6 Розрахунок ціни дослідження.....	67
Висновки до розділу.....	68
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	69
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	70
ДОДАТКИ.....	74

ВСТУП

Аналіз стану здоров'я населення України та інших країн, проведений протягом останніх десятиліть у рамках медико-соціальних досліджень, переконливо підтверджує постійне зростання кількості осіб, які страждають або схильні до різних захворювань, зокрема до так званих «хвороб цивілізації». Сьогодні безсумнівним є той факт, що захворювання серцево-судинної системи, цукровий діабет, ожиріння, онкологічні захворювання викликані незбалансованим раціоном харчування [1–2].

Тому Комісія Codex Alimentarius ВООЗ вирішила, що збагаченню насамперед підлягають продукти масового вжитку, які регулярно використовуються у щоденних харчових раціонах [3–5]. До них в першу чергу відносяться хлібобулочні вироби, які відіграють важливу соціальну роль у житті суспільства і споживаються всіма категоріями населення незалежно від статі, віку, соціального статусу та рівня доходів. Їх велике значення у харчових раціонах сформоване історично та зумовлене традиціями хлібопечення в нашій країні [6–9]. Споживання денної норми хліба (277 г), яка вказана у «споживчому кошику» України [10], забезпечує добову потребу в білках на рівні 40,0-43,0%. Проте існує проблема низької біологічної цінності білків пшеничного хліба. Відомо, що у виробах з пшеничного борошна не вистачає таких незамінних амінокислот, як лізин, який є найбільш дефіцитним у світовому харчовому балансі, а також треонін та триптофан [11–14].

За статистичними даними серед найпопулярніших видів хліба на першому місці є пшеничний хліб [15]. Використання в рецептурі борошняних композицій на основі доповнення пшеничного борошна іншою сировиною вирішує проблему надання хлібу істотно нових споживних властивостей [16].

Тому одним з пріоритетних завдань для науки та промисловості є створення та розширення асортименту хлібобулочних виробів з новими, наприклад, оздоровчими, лікувально-профілактичними, властивостями, які відповідали б сучасним вимогам харчування [17]. Тобто, формування та розширення асортименту пшеничного хліба є актуальним.

1. АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1 Актуальність виробництва хліба з використанням нетрадиційних видів сировини

Однією з основних галузей харчової промисловості в Україні є хлібопекарська промисловість, яка може забезпечити населення різноманітними видами хлібобулочних виробів завдяки своїм виробничим потужностям, механізації технологічних процесів та асортименту [7].

Українські хлібопекарські компанії виробляють понад 1000 видів продукції, яка постійно поповнюється і оновлюється. Нові види продукції розробляються з використанням місцевих і нетрадиційних видів сировини, поліпшувачів, підсолджувачів та інших інгредієнтів [18].

Останнім часом все більше уваги приділяється здоровому способу життя та здоровому харчуванню. Переважно для виготовлення хліба використовують пшеничне борошно вищих сортів, яке в свою чергу є збіднілим на харчові волокна, білок вітаміни, мінеральні речовини [19]. Тому для покращення складу хліба необхідно частково замінювати рафіноване пшеничне борошно на борошно з різних культур, що містять більше біоактивних сполук. Це пов'язано з тим, що хлібобулочні вироби з очищеного пшеничного борошна вважаються недостатньо поживними, оскільки протеїни пшениці не містять достатньо незамінних амінокислот, таких як лізин, триптофан і треонін [20].

Один з способів вирішення даної проблеми полягає у пошуку нових, альтернативних видів сировини для випічки хліба з високим вмістом білка. Для збільшення корисності хлібних виробів необхідно збагачувати їх білками, що містять лізин, метіонін та триптофан. Тому вивчення можливості використання рослинних високобілкових добавок у технології випікання хліба є перспективним [21].

Використання борошна з насіння амаранту, порошку з вичавок плодів граната, екстракту листя кропиви на воді або сироватці не сприяє не тільки для

підвищення поживної цінності хліба, але і для поліпшення якості одержуваного продукту [22].

Харчова цінність і якість хліба можуть бути підвищені за допомогою використання компонентів, таких як висівки пшениці і тритикале (геміцелюлози, крохмаль, водно-сольовий екстракт), подрібнені кісточки абрикоса, термічно оброблене кукурудзяне борошно, а також продукти переробки айви [23]. Використання тонкоподрібнених мускатних горіхів і білковмісних добавок також сприяє підвищенню харчової цінності хліба. Такий самий ефект можна досягти, використовуючи горохове борошно, яке було піддане спеціальній гідротермічній обробці; знебарвленої крові великої рогатої худоби; борошна з насіння персикової пальми; порошку шипшини, як збагачувальну добавку [7,18].

Застосування екстрактів кропив'яно-горобинового, яблучно-пектинового і яблучного, а також яблучної клітковини і вівсяних висівок, а також полісахаридних препаратів, не тільки покращує якість хліба, але й значно уповільнює процес черствіння. Подібний ефект можна досягти також застосовуючи борошно з насіння льону та лляну олію [24].

Використання борошна з зародків пшениці, пивної дробини, пшеничних висівок, що пройшли спеціальну обробку, а також харчових волокон апельсина, гороху, пшениці і мікрокристалічної целюлози дозволяє отримати продукти з вищим вмістом харчових волокон [25].

Використання борошна з насіння ріжкового дерева і насіння тари, ферментованого борошна зі зерна сорго, борошна з насіння амаранту та продуктів переробки цукрових буряків сприяє поліпшенню якості хліба [26]. Такий ефект можна досягти також за допомогою пасти з мандаринових вичавок, свіжого листя селери, зеленої цибулі, подорожника і кропиви, пюре з дикорослих яблук і абрикосів, моркв'яного пюре [27].

Додавання до рецепту тіста порошоків: гарбузово-патокового, моркв'яно-патокового і яблучно-патокового, борошна з зеленого горошку, продуктів переробки гранатів, а також розчинів цукру в молочній сироватці сприяє збільшенню об'єму хліба, покращенню його пористості. Вироби з цими

добавками мають приємний смак і аромат [22]. Такого ефекту можна ще досягти за допомогою використання картопляної крупки, меляси рафінованого цукру, добавок пюре з обліпихи, калини, горобини, яблук, а також з моркви, картоплі та буряків, клітинного соку картоплі і молочної сироватки у складі харчової суміші для активації пресованих дріжджів [23].

Додавання айвового жому та молочної сироватки разом з ферментним препаратом, використання шкварки, каррагінану і екстракту з водорості хлорели дозволяє отримати продукти з хорошими фізико-хімічними та органолептичними показниками якості. Такі ж результати можна отримати, використовуючи пектиновий концентрат або екстракт з яблучних вичавок, а також борошно з кіноа під час процесу формування тіста [18,28].

1.2 Аналіз хліба представленого в торгово роздрібній мережі

Для аналізу ринку і подальшого обґрунтування обраної тематики, було проведено розгляд асортименту хліба в торгово роздрібній мережі міста Дніпро, який наведений в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Асортимент торгово роздрібної мережі

№	Найменування	Склад
1	2	3
1	«Хуторський»	борошно пшеничне вищого гатунку, борошно пшеничне першого гатунку, вода питна підготовлена, дріжджі хлібопекарські, сіль кухонна, цукор білий кристалічний, молоко сухе знежирене, олія соняшникова
2	«Переможний»	борошно пшеничне вищого сорту, вода питна, олія соняшникова, цукор, клейковина пшенична суха, закваска пшенична (борошно пшеничне ферментоване, вода питна), сіль кухонна, дріжджі хлібопекарські, поліпшувач хлібопекарський (клейковина пшенична суха, емульгатор E472e, кислота аскорбінова, ферменти)
3	«Арнаутський»	борошно пшеничне вищого сорту, вода питна, цукор, маргарин, сіль кухонна, дріжджі хлібопекарські
4	«Красносільський житниця»	борошно пшеничне вищого сорту, борошно пшеничне першого сорту, вода питна, дріжджі хлібопекарські, сіль кухонна, олія соняшникова, цукор

1	2	3
5	«Домашній зі злаками»	борошно пшеничне вищого сорту, вода питна, суміш суха (пластівці вівсяні, насіння льону, морква сушена, ядро насіння соняшника, жир рослинний), дріжджі хлібопекарські пресовані, сіль кухонна харчова, олія соняшникова, цукор білий
6	«Білий» з кунжутом	борошно пшеничне вищого сорту, борошно пшеничне першого сорту, вода питна, кунжут, дріжджі хлібопекарські, сіль кухонна, цукор, олія соняшникова
7	«Гранд»	борошно пшеничне вищого сорту, вода питна, дріжджі хлібопекарські, клейковина пшенична суха, сіль кухонна
8	«Чорнобаївський»	борошно пшеничне вищого сорту, вода питна, кунжут, цукор білий, житньо-солодовий екстракт, сіль кухонна харчова, дріжджі хлібопекарські пресовані, олія соняшникова
9	«Рум'яний»	борошно пшеничне вищого ґатунку, вода питна, солодовий екстракт, сіль кухонна, дріжджі хлібопекарські
10	Тостовий «Мікс зерен та овочів»	борошно пшеничне вищого сорту, вода питна, суміш зернево-овочева (пластівці вівсяні, насіння льону, кунжут, морква сушена, ядро насіння соняшника), суміш суха для тостового хліба (цукор, клейковина пшенична суха, сіль кухонна, борошно пшеничне вищого сорту, емульгатори: моно- і дигліцериди жирних кислот, лактилат натрію; борошно соєве, солод житній неферментований, кислота аскорбінова), маргарин (жири рослинні та олії в натуральному та стверділому вигляді, рафіновані, дезодоровані), дріжджі хлібопекарські, цукор, сіль кухонна
11	«Гірчичний»	борошно пшеничне вищого сорту, вода питна, цукор, олія гірчична, дріжджі хлібопекарські, сіль кухонна

Проаналізувавши табл. 1.1 видно, що більшість представлених видів хліба мають звичайний і збіднілий склад, виключенням є тільки: «Домашній зі злаками», «Білий» з кунжутом та тостовий «Мікс зерен та овочів». Перший та третій хоча містять у своєму складі суху суміш з пластівців вівсяних, насіння льону, моркви сушеної, ядра насіння соняшника, в той час, як другий хоча і містить насіння кунжуту, але воно знаходить тільки зверху на скоринці. Тому розробка нових і удосконалення існуючих рецептур виробництва хліба, для

розширення асортименту готових виробів і на сьогодні залишається дуже актуальним.

1.3 Обґрунтування виробництва хліба з використанням біоактивованого насіння кіноа

Кіноа (рис.1.1) – це злакова культура, яка зростає високо в горах. Спочатку її вирощували лише на території Анд. Багато людей називають цей продукт «божественним зерном» [29].

Дана злакова культура – одна з безглютенових, яка викликала значний інтерес, містить функціональні інгредієнти, такі як біоактивні пептиди, полісахариди, сапоніни, поліфеноли, флавоноїди та інші сполуки [30].

Кіноа має багато корисних властивостей, містить різні вітаміни, макро- і мікроелементи. Крупа містить велику кількість рослинного білку, який особливо важливий для дітей і спортсменів. Цей білок легко і повністю засвоюється організмом. Кіноа також містить амінокислоту лізин, яка допомагає засвоєнню кальцію, ця речовина необхідна для формування і відновлення кісткової тканини. Крім того, кіноа містить амінокислоту триптофан, яка стимулює вироблення серотоніну – гормону щастя. Важливо зазначити, що кіноа не містить глютену, який може викликати алергічні реакції у деяких людей [31].



Рисунок 1.1 – Лобода кіноа

Зовнішній вигляд зерен кіноа (рис. 1.2) нагадує гречану крупу. Колір насіння залежить від сорту і може бути білим, червоним, коричневим або чорним. Зернятка кіноа мають гірку оболонку зверху. Тому перед приготуванням кіноа необхідно видалити сапоніни – гіркі речовини. Для цього достатньо ретельно промити насіння в чистій воді. За смаком крупа схожа на неочищений рис [32].



Рисунок 1.2 – Зерно кіноа

У кіноа міститься значна кількість клітковини, яка сприяє очищенню кишечника від продуктів розпаду та токсинів. Це має важливе значення для нормальної функціонування шлунково-кишкового тракту та всієї травної системи. Крім того, клітковина є необхідною для діабетиків, оскільки вона запобігає попаданню холестерину в кров [33]. Цей вид зернових має позитивний вплив на роботу нервової системи і також допомагає знищувати мігрень [34].

Кіноа має високу калорійність – 370 ккал на 100 г сухого продукту. Після приготування, енергетична цінність знижується до близько 120 ккал на 100 г розвареної крупи [35]. Хімічний склад зерен кіноа наведено у табл 1.2.

Таблиця 1.2 – Хімічний склад зерен кіноа

Поживні речовини	Вміст у 100 г продукту
Білки, г	14,3
Жири, г	6,1
Вуглеводи, г	57,2
Клітковина, г	7,3

Кіноа має горіховий смак, відмінний від пшеничних продуктів, і має низьку хлібопекарську якість через відсутність білка глютену, необхідного для утворення липкого тіста. Одним з потенційних застосувань кіноа є додавання до хлібобулочних виробів для покращення їх поживних властивостей [36].

Дослідження вчених Ionica Coțovanu та Silvia Mironeasa мало мету вивчити вплив фракцій кіноа на хімічні компоненти пшеничного борошна, реологічні властивості тіста та хлібопекарські характеристики пшеничного хліба [37].

Дослід проводили на пшеничному борошні, яке мало такі характеристики: 14,0 % вологи, 12,60 % протеїну, 1,40 % жиру, 0,65 % золи, 30 % вологої клейковини, індекс деформації клейковини 6 мм, число падіння 312,0 с. Насіння білого кіноа характеристика: вологість – 13,28 %, жир – 5,61 %, білок – 14,12 %, зола – 2,00 % також було використано сіль та дріжджі. Насіння кіноа подрібнювали окремо за допомогою подрібнювача та просіювали протягом 30 хв, для отримання трьох фракцій з різними розмірами частинок – великі, середні і дрібні. Велику, середню і дрібну фракції з чотирьма рівнями додавання (5 %, 10 %, 15 % і 20 %) змішували півгодини в змішувачі [37].

Під час виготовлення хліба використовували композитне борошно, сіль та дріжджі. Для приготування зразків тіста використовували двофазну процедуру: спочатку змішували воду, дріжджі і половину композитного борошна для формування закваски при температурі 30 ± 2 °C і вологості 85 % протягом 2 год у вистоювальній шафі. Потім додавали залишок борошна і сіль, замішували протягом 10 хв за допомогою міксера і вистоювали при тих самих умовах протягом ще 60 хв. Після закінчення бродіння тісто ділили на шматки по 400 г, формували вручну і вистоювали в алюмінієвих лотках ще 60 хв, після чого випікали при температурі 220 ± 5 °C протягом 25 хв у печі [37].

Було виявлено, що залежно від рівня додавання та розміру частинок, які використовувалися, додавання борошна з кіноа призводило до значних змін реологічних і текстурних параметрів тіста та готового виробу, а також їх кольору та фізичних властивостей. Композитне борошно має вищий вміст хімічних компонентів білків ($\geq 12,47$ %), ліпідів ($\geq 1,65$ %) та золи ($\geq 0,70$ %)

проте, вміст вуглеводів у ньому (від 70,20 % до 71,25 %) є нижчим, ніж у контролі (71,36 %). Після додавання кіноа об'єм, пористість, еластичність і яскравість хліба зменшилися з 378,70 см³ до 260,00 см³, з 72,38 % до 57,27 % і з 97,92 % до 87,72 % відповідно. У цьому дослідженні було показано, що додавання 5–15 % фракцій кіноа до пшеничного борошна може покращити якісні характеристики продукту, такі як реологічна поведінка, колір, текстура та фізичні властивості [37].

Доцент Болгова Наталія Вікторівна та магістр Соловей Валерія Ігорівна Сумського національного аграрного університету мали на меті дослідити обґрунтування рецептури хліба пшеничного з додаванням кіноа сорту Квартет [38].

Для вирішення поставлених завдань було розроблено рецептури чотирьох зразків хліба і проведено пробне випікання. Перші три зразки були приготовані з різним відсотком додавання борошна кіноа, а четвертий зразок був контрольним і містив тільки пшеничне борошно. Борошно кіноа готували самостійно: зерно очищали, пропарювали та просушували. Підготовлене зерно подрібнювали на лабораторних млинах і просіювали. Для розробленої рецептури обирали малу і середню фракцію борошна. Борошно просіювали, цукор додавали нерозчинним, а сіль розчиняли у воді, щоб отримати сольовий розчин, дріжджі попередньо активували. Приготування пшеничного тіста на опарі складається з двох етапів: приготування опари і приготування тіста [38]. Все інше відбувається, як і в попередньому дослідженні.

Виявлено, що додавання 15% борошна з кіноа до рецепту пшеничного хліба призводить до зменшення об'єму продукту, збільшення твердості, грубості та пористості, оскільки борошно з кіноа впливає на структуру клейковини та порушує її мережу. Додавання 10% борошна з кіноа не впливає на хлібопекарські властивості пшеничного хліба, а сенсорна оцінка показує, що смак та аромат пшеничного хліба змінюються післясмаком кіноа [38].

Дослідження впливу борошна кіноа на хлібопекарські властивості, антиоксидантні властивості та засвоюваність пшеничного хліба було проведено вченими Xiaojuan Xu, Zhigang Luo, Qingyu Yang, Zhigang Xiao та Xuanxuan Lu

показало, що додавання борошна з кіноа суттєво впливає на хлібопекарські характеристики, антиоксидантні властивості та засвоюваність. Зразки з вмістом 10% та 15% мали менший об'єм та більшу крихту. Це можна пояснити тим, що борошно з кіноа може пошкодити зв'язок глютену та вторинну структуру білка глютену, що призводить до утворення нерівномірної або навіть волокнистої клейковини. Борошно з кіноа може уповільнити черствіння хліба, зі збільшенням її кількості збільшується і антиоксидантна здатність хліба [39].

Дослідження вчених Carla Gutierrez-Castillo, Sylvia Alcázar-Alay та Julio Vidaurte-Ruiz про вплив часткової заміни пшеничного борошна на борошно з кіноа показало, що при такій заміні отримується хліб зі схожими технологічними характеристиками, як у контрольному варіанті. Крім того, спостерігається позитивний вплив на поживну якість, зокрема, підвищення вмісту білків високої біологічної цінності та харчових волокон [40].

1.4 Мета і задачі дослідження

Мета досліджень – розробка рецептури хліба з використанням біоактивованого насіння кіноа. Для досягнення поставленої мети потребують вирішення наступні завдання:

- виготовити дослідні зразки хліба з використанням біоактивованого диспергованого насіння кіноа у різних співвідношеннях;
- провести органолептичну оцінку отриманих зразків хліба;
- визначити питомий об'єм дослідних зразків;
- провести фізико-хімічний аналіз отриманих готових виробів;
- провести розрахунок поживної та енергетичної цінності хліба.

Висновки до розділу

Хліб та хлібобулочних вироби є основними продуктами харчування, середня добова норма споживання яких становить близько 300 г, але вони характеризуються незбалансованістю в основних харчових нутрієнтах, так як

містять велику кількість вуглеводів і недостатню кількість білка з неповноцінним амінокислотним складом. Головними обмежувачами амінокислотами в пшеничному борошні є лізин і треонін. Тому підвищення білкової цінності хліба є важливим завданням для хлібопекарської галузі. Один з методів вирішення даної проблеми полягає у пошуку нових, альтернативних видів сировини для хлібопекарської промисловості з високим вмістом білка.

Кіноа – це ендемічне зерно, яке в останні часи здобуло велику популярність завдяки своїм корисним властивостям для здоров'я. Повноцінний продукт харчування, який містить високоякісні білки, вуглеводи з низьким глікемічним індексом, корисні олії, вітаміни (тіамін, рибофлавін, ніацин і вітамін Е), мінерали (магній, калій, цинк і марганець) і біоактивні сполуки (харчові волокна, фітостероли, поліфеноли та флавоноїди). Амінокислоти кіноа містять лізин (вдвічі більше, ніж у пшениці), гістидин, ізолейцин, лейцин, триптофан, а також ароматичні амінокислоти - фенілаланін і тирозин.

Хліб з додаванням кіноа має властивості, які сповільнюють процес старіння, підвищують антиоксидантну активність, знижують глікемічний індекс та містять більше резистентного крохмалю і крохмалю, що повільно засвоюється. Використання борошна кіноа в хлібопекарській промисловості може бути цікавим для створення нових рецептів хліба з унікальним смаком і підвищеною харчовою привабливістю.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ ТА МЕТОДОЛОГІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Характеристика об'єктів досліджень

Для проведення даного дослідження були обрані наступні продукти:

– Боршно пшеничне вищого сорту ТОВ «ДМК «Дніпромлин» (рис 2.1).

Адреса виробника та потужностей виробництва: 49038, м. Дніпро, вул. Княгині Ольги, 10/14, Україна. Вироблено згідно з ГСТУ 46.004-99



Рисунок 2.1 – Боршно пшеничне вищого гатунку

– Зерно кіноа біле (рис 2.1) «feels good» Країна походження сировини: Перу. Пакувальник: ТОВ «СІЛЬПО-ФУД», вул. Бутлерова 1, м. Київ, 02090, Україна.



Рисунок 2.2 – Зерно кіноа біле

– Сіль кухонна кам'яна та мелена першого сорту (рис. 2.3)

ТМ «Добробут». Адреса виробника та потужностей виробництва: 49021, м. Дніпро, Амур-Нижньодніпровський район, вул. Берегова, буд. 145, Україна. Вироблено згідно з ДСТУ 3583:2015.



Рисунок 2.3 – Сіль кухонна кам'яна мелена першого сорту

– Дріжджі пресовані «Львівські дріжджі» активні (рис. 2.4). Адреса виробника та потужностей виробництва: ПрАТ «Компанія Ензим» вул. Личаківська, 232, м. Львів, 79014, Україна.
Вироблено згідно з ТУ У 10.8-00383320-001



Рисунок 2.4 – Дріжджі пресовані «Львівські дріжджі»

2.2 Методика виготовлення дослідних зразків хліба

Для пробного випікання замішують тісто з використанням пшеничного борошна вищого сорту, біоактивованого диспергованого зерна кіноа, кухонної солі, пресованих дріжджів хлібопекарських та питної води. Технологічна схема виробництва дослідних зразків даного хліба наведена на рис. 2.5.

Для розрахунку необхідної кількості води спочатку визначають середньозважену вологість сировини за формулою:

$$W_{\text{сир}} = \frac{(G_{\text{б}}W_{\text{б}} + G_{\text{с}}W_{\text{с}} + G_{\text{д}}W_{\text{д}})}{G_{\text{сир}}}, \%, \quad (2.1)$$

де $G_{\text{сир}}$ – сумарна маса сировини, що витрачається на приготування тіста, г;

$G_{\text{б}}$ – кількість борошна на замішування тіста, г;

$G_{\text{с}}$ – кількість солі на замішування тіста, г;

$G_{\text{д}}$ – кількість дріжджів на замішування тіста, г;

W_6 – вологість борошна, %

W_c – вологість солі, %

W_d – вологість дріжджів, %.

Необхідну кількість води для замішування тіста розраховують за формулою :

$$G_B = \frac{G_{\text{сир}}(W_T - W_{\text{сир}})}{100 - W_T}, \text{ см}^3, \quad (2.2)$$

де $G_{\text{сир}}$ – сумарна маса сировини, що витрачається на приготування тіста, г;

W_T – вологість тіста, %;

$W_{\text{сир}}$ – середньозважена вологість сировини, %.

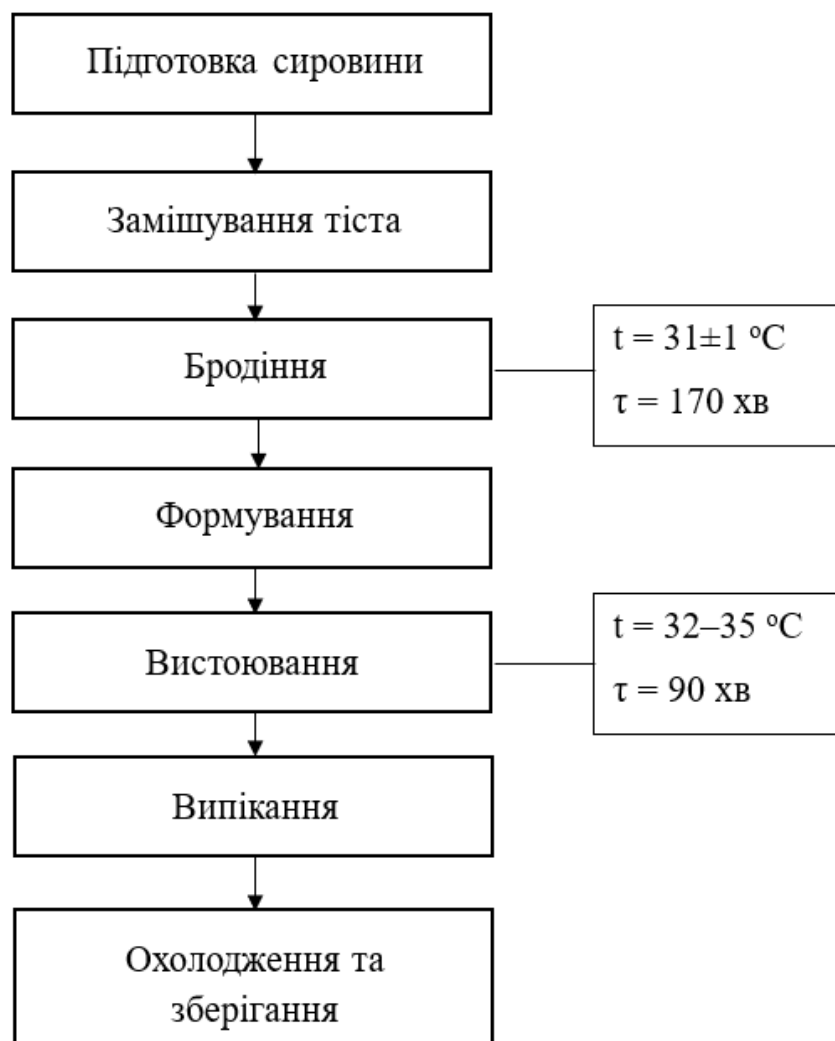


Рисунок 2.5 – Схема виробництва дослідних зразків хліба пшеничного

Сировину, включаючи воду, дозують за масою. Дріжджі та сіль зважують на технічних вагах з точністю до 0,1 г, борошно і воду – з точністю до 1,0 г. Допускається дозування води за об'ємом.

Тісто для випікання хліба можна замішувати за допомогою тістомісильної машини чи вручну. При замішуванні тіста у машині, спочатку в діжу наливають підготовлену кількість води з розведеними в ній дріжджами, потім додають зважену сіль і борошно. Діжу закривають і починають замішування, яке триває 1-3 хв в залежності від модифікації тістомісильної машини.

Тісто в ємності поміщають у термостат при температурі 31 ± 1 °C для бродіння. Загальна тривалість бродіння складає 170 хв, його двічі обминають через 60 і 120 хв після початку бродіння.

Тісто, яке вибродило, обробляють наступним чином: шматки формують у перепічки, потім перепічки складають навпіл і ретельно проминають. Цю операцію повторюють кілька разів для видалення CO₂. Тістові заготовки поміщають у змащені олією металеві форми і залишають у термостаті при температурі 32–35 °C і відносній вологості повітря 80–85 %. Готовність визначають органолептично, спираючись на стан і вигляд тістових заготовок, уникаючи їх опадання.

Після закінчення вистоювання тістову заготовку ставлять у піч. Якщо через декілька хвилин не спостерігаються розриви поверхні скоринки першої заготовки, ставлять у піч другу заготовку. Якщо є розриви, тривалість вистоювання другої заготовки збільшують. Хліб випікають у печі із зволоженою пекарною камерою при температурі 220–230 °C протягом 17 хв.

2.3 Методика замочування зерна кіноа

Для дослідження зерно кіноа завчасно замочували протягом 24, 36 і 48 год. Замочування (рис. 2.6) проводили у співвідношенні зерна з водою 1:1,5 відповіднохолодильнику при температурі 6 °C.



Рисунок 2.6 – Замочування зерна кіноа

Зерно кіноа дуже добре поглинало воду та трішки збільшується в об'ємі, особливо добре помітно це при 24 та 36 год замочування.

2.4 Методика визначення органолептичних та фізико-хімічних показників якості дослідних зразків хліба

Органолептичні показники якості

Якість хлібобулочних виробів залежить від органолептичних показників (рис. 2.7), які в свою чергу залежать від якості сировини та дотримання параметрів технологічного процесу. Ці показники впливають на споживчі властивості, які, в свою чергу, значною мірою впливають на попит. Органолептичні показники включають в себе зовнішній вигляд (колір скоринки, форму виробу, стан поверхні), стан м'якушки (структуру пористості, колір, реологічні властивості), аромат, смак хліба, розжовуваність м'якушки. Оцінювання окремих показників якості повинно відбуватися в такій послідовності: спочатку оцінюється колір, форма, стан скоринки та інші

зовнішні ознаки; потім – запах; далі – консистенція (пропеченість, м'якість, пружність та інші характеристики), нарешті – смак.

Показники	Характеристика
Зовнішній вигляд: – форма – поверхня скоринки	правильна, неправильна гладка, нерівна (бугриста чи зі здуттям), з <u>тріщинами</u> , з підривами, рвана
Колір скоринки	бліда, світло-жовта, світло-коричнева, коричнева, темно-коричнева
Стан м'якушки: – колір – рівномірність забарвлення – еластичність – пористість	білий, сірий, темний, темнуватий (для борошна вищого і першого сортів); світлий, темний, темнуватий (для борошна другого сорту та оббивного) рівномірне, нерівномірне хороша, середня, погана дрібна, середня, крупна, рівномірна, нерівномірна, тонкостінна, товстостінна
Смак	властивий, не властивий, виявляється наявність сторонніх присмаків
Аромат	властивий, не властивий, виявляється присутність сторонніх ароматів
<u>Грудкування</u> під час розжовування	наявність або відсутність <u>грудкування</u>

Рисунок 2.7 – Органолептичні показники якості хліба

Фізико-хімічні показники якості

До фізико-хімічних показників відносяться такі параметри: пористість, вологість, кислотність. Для визначення фізико-хімічних показників потрібно проводити вимірювання не раніше, ніж через 3 год після випікання, але не пізніше, ніж через 48 год.

Масу хліба визначають зважуванням з точністю до 1,0 г.

Для визначення об'єму хліба використовують спеціальні прилади – об'ємомірники, які працюють за принципом витиснення хлібом сипкого заповнювача (дрібне зерно). Об'єм хліба відповідає об'єму витисненого зерна. Для цього потрібно мати дві місткості (наприклад, ковші або відра), лінійку та

два мірних циліндри об'ємом 1000 см^3 кожен. Для визначення об'єму хліба використовують дрібне зерно, таке як просо, сорго, ріпак і т.д., яке просіюють на металевих ситах з отворами діаметром 2,2 мм для верхнього сита і 1,2 мм для нижнього сита. Для роботи використовується лише залишок на нижньому ситі.

У місткість висипають невелику кількість зерна з ковша. На зерно обережно кладуть хліб, не приминаючи його, і засипають зерном з утворенням гірки над місткістю. Залишок зерна зсипають у іншу місткість, використовуючи ребро лінійки. Об'єм залишку зерна у мірному циліндрі (вимірюваний в см^3) дорівнює об'єму хліба. Об'єм хліба вимірюють двічі, і відхилення між цими вимірюваннями не повинні перевищувати 5 %.

Для визначення вологості хліба виробів масою менше 0,2 кг, з середини зразка вирізають шматок товщиною 1–3 см, а для виробів з масою більше 0,2 кг, шматок вирізають товщиною 3–5 см. М'якушку відокремлюють від скоринки на відстані близько 1 см і видаляють всі включення. Маса виділеної проби повинна бути не менше 20 г. М'якушку ретельно подрібнюють і зважують з точністю до 0,01 г дві наважки масою 5 г кожна. Наважки поміщають у попередньо просушені при температурі $130 \text{ }^\circ\text{C}$ протягом не менше 20 хв і охолоджують у ексікаторі бюкси діаметром 45 мм і висотою 20 мм, що мають кришки. Наважки, розміщені у відкритих бюксах з підкладеними під дно кришками, розміщують у нагрітій до температури $130 \text{ }^\circ\text{C}$ сушильній шафі СЕШ–3М (рис. 2.8) на 45 хв. Допускається відхилення температури під час висушування не більше $\pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$. Висушують бюкси з наважками за умови повного завантаження шафи. Після зважування бюкси закривають кришками, охолоджують у ексікаторі протягом не менше 20 хв і не більше 2 год, після чого знову зважують. Масову частку вологи в хлібобулочних виробах (W) обчислюють за формулою:

$$W = \frac{G_1 - G_2}{G_1} * 100, \% \quad (2.3)$$

де G_1 – маса наважки до висушування, г;

G_2 – маса наважки після сушіння, г;

Масову частку вологи визначають одночасно у двох наважках, а кінцевий результат обчислюють як середнє арифметичне значення. Розбіжність між двома вимірами не повинна перевищувати 1 %. Точність обчислення масової частки вологи становить 0,5 %.



Рисунок 2.8 – Шафа сушильна СЕШ-3М

Пористість хліба визначають за допомогою приладу Журавльова (рис 2.9). Шматок хліба товщиною близько 7–8 см вирізають з середини виробу. З цього шматка на відстані не менше 1 см від скоринки роблять виїмки циліндром приладу. Край циліндра змащують рослинною олією і роблять виїмки круговим рухом циліндра в м'якушці хліба. Після цього виштовхують стовпчик хлібної м'якушки з циліндра дерев'яною втулкою на 1 см і зрізають його гострим ножем. М'якушку виштовхують впритул до стінки лотка і ще раз відрізають біля краю циліндра. Потім циліндр укладають на лоток так, щоб його обідок щільно

входив у прорізь лотка, для аналізу беруть три вибірки. Вагу виїмок зважують з точністю до 0,01 г. Пористість (Π) визначають за допомогою формули:

$$\Pi = \left(1 - \frac{G}{\rho V}\right) * 100, \% \quad (2.4)$$

де $V_{\text{заг}}$ – загальний об'єм виїмок (81 см^3 для пшеничного хліба);

G – маса виїмок, г;

ρ – густина безпористої маси м'якушки г/см^3 .



Рисунок 2.9 – Прилад Журавлева

Для визначення кислотності хліба арбітражним методом необхідно у суху пляшку місткістю $0,5 \text{ дм}^3$ перенести 25 г (з точністю $0,01 \text{ г}$) подрібненої м'якушки. З мірної колби відміряти 250 см^3 води кімнатної температури і вилити близько $1/4$ її кількості у пляшку, ретельно розтерти м'якушку дерев'яним товкачиком. Потім додати решту води, щільно закрити пляшку і енергійно збовтати протягом 2 хв . Після цього пляшку залишити на 10 хв , знову збовтати протягом 2 хв і залишити на 8 хв .

Після цього витяжку не збовтуючи, переливають через марлю в суху склянку. З цієї склянки беруть піпеткою по 50 см^3 і переливають у дві конічні

колби об'ємом 100-150 см³. Потім проводять титрування розчином гідроксиду натрію або калію з концентрацією 0,1 моль/дм³. Додають 2–3 краплі фенолфталеїну і титрують до появи слаборожевого забарвлення, яке не зникає протягом 1 хв. Кислотність (К) вимірюється в градусах і обчислюється за допомогою формули:

$$K = \frac{V * 250 * 100}{25 * 50 * 10} = 2V, \text{град}, \quad (2.5)$$

де V – об'єм моль/дм³ розчину NaOH, витраченого на титрування, см³;

250 – об'єм води, взятої на визначення, см³;

100 – коефіцієнт перерахунку кислотності на 100 г м'якушки;

50 – кількість витяжки, взятої на титрування, см³;

25 – наважка м'якушки, г;

10 – коефіцієнт перерахунку 0,1 моль/дм³ на 1 моль/дм³ розчину лугу.

Допускається розбіжність між паралельними титруваннями не більше 0,3 см³. Кінцевий результат є середнім арифметичним двох визначень. Кислотність визначається з точністю до 0,5 град.

2.5 Методика розрахунку поживної та енергетичної цінності

Поживна цінність продуктів харчування полягає у їхній здатності задовольняти потреби організму в енергії. Роль поживної цінності важлива для збереження фізичного та розумового здоров'я. Показник енергетичної цінності продукту вказує, скільки енергії буде виділено під час спалювання 100 г цього продукту. Це також вказує на те, скільки енергії організм отримає при його споживанні.

Білки сприяють відновленню та будівництву тканин, вуглеводи забезпечують енергію, а жири підтримують клітинні структури та гормональний баланс.

Для розрахунку калорійності продукту спочатку розраховують необхідний коефіцієнт (К) за формулою:

$$K = \frac{m}{B} \quad (2.6)$$

де m – маса продукту в рецептурі, г;

B – загальна маса продуктів в рецептурі, г.

Калорійність білка визначається за формулою:

$$B = K_1 * B_1 + K_2 * B_2 + \dots + K_n * B_n \quad (2.7)$$

де B – калорійність білка в продукті, г/100 г;

B_n – маса білка конкретного інгредієнта в продукті, г;

K_n – коефіцієнт конкретного інгредієнта.

Калорійність жиру розраховується за формулою:

$$Ж = K_1 * Ж_1 + K_2 * Ж_2 + \dots + K_n * Ж_n \quad (2.8)$$

де $Ж$ – калорійність жиру в продукті, г/100 г;

K_n – коефіцієнт конкретного інгредієнта;

$Ж_n$ – маса жиру конкретного інгредієнта в продукті, г.

Калорійність вуглеводів визначається за формулою:

$$B = K_1 * B_1 + K_2 * B_2 + \dots + K_n * B_n \quad (2.9)$$

де B – калорійність вуглеводів в продукті, г/100 г;

K_n – коефіцієнт конкретного інгредієнта;

B_n – маса вуглеводів конкретного інгредієнта в продукті, г.

Загальну калорійність розраховується за формулою:

$$K_3 = B + Ж + В, \text{ ккал} \quad (2.10)$$

Висновки до розділу

Для проведення пробного випікання хліба було використано такі інгредієнти: борошно пшеничне вищого сорту ТОВ «ДМК «Дніпромлин», Зерно кіноа біле «feels good», сіль кухонна кам'яна та мелена першого сорту ТМ «Добробут», дріжджі пресовані «Львівські дріжджі» активні ПрАТ «Компанія Ензим». Зерно кіноа попередньо було замочене попередньо на 24, 36 та 48 години.

Технологічна схема виробництва дослідних зразків хліба пшеничного складається з таких операцій: підготовка сировини, замішування тіста (замішування, вистоювання, обминка, вистоювання), формування, фінальне вистоювання, випікання, охолодження та зберігання.

До органолептичних показників якості відносяться – зовнішній вигляд (колір скоринки, форма виробу, стан поверхні), стан м'якушки (структура пористості, колір, реологічні властивості), аромат, смак хліба, розжовуваність м'якушки. Визначення проходить у такому порядку: з самого початку – колір, форма, стан скоринки та інші зовнішні ознаки; після чого – запах; далі – консистенцію (пропеченість, м'якість, пружність та інші характеристики) і в самому кінці – смак.

До фізико-хімічних показників відносяться такі параметри: пористість, вологість, кислотність. Для визначення фізико-хімічних показників потрібно проводити вимірювання не раніше, ніж через 3 год після випікання, але не пізніше, ніж через 48 год.

3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Опис схеми виробництва хліба з використанням біоактивованого насіння кіноа

На першому етапі виробництва хліба з використанням біоактивованого насіння кіноа попередньо проводили замочування насіння кіноа протягом 24, 36 і 48 годин з подальшим його подрібненням на двошнековому соковитискачі Angel juicer 7500 до утворення пастоподібної суміші (рис. 3.1).



Рисунок 3.1 – Диспергована маса кіноа

На другому етапі підготували інгредієнти у відповідно до рецептури (табл. 3.1) і проводили виробництво хліба за блок-схемою наведеною на рис. 3.2.

Таблиця 3.1 – Рецептура дослідних зразків хліба

№	Рецептура	Контроль	5	10	15	20
1	Борошно пшеничне	50	47,5	45	42,5	40
2	Дисперговане зерно кіноа	–	2,5	5	7,5	10
3	Сіль	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
4	Дріжджі	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
5	Вода	Розраховуємо за формулою 2.2				

Спочатку всю попередньо відважену сировину, крім борошна пшеничного змішують у ємності до розчинення солі і дріжджів, після цього додають борошно і замішують тісто за допомогою тістомісильної машини протягом 2-3 хв. Після замісу тіста його відправляють на бродіння при температурі 31 ± 1 °C протягом 170 хв. Через кожні 60 хв проводять обминку тіста. Після завершення бродіння тістові заготовки обминають, поміщають у форми для випікання і відправляють у вистоювальну шафу на вистоювання. По завершенні процесу вистоювання тістові заготовки в формах переносять у піч і випікають при температурі 220 °C протягом 30 хв.

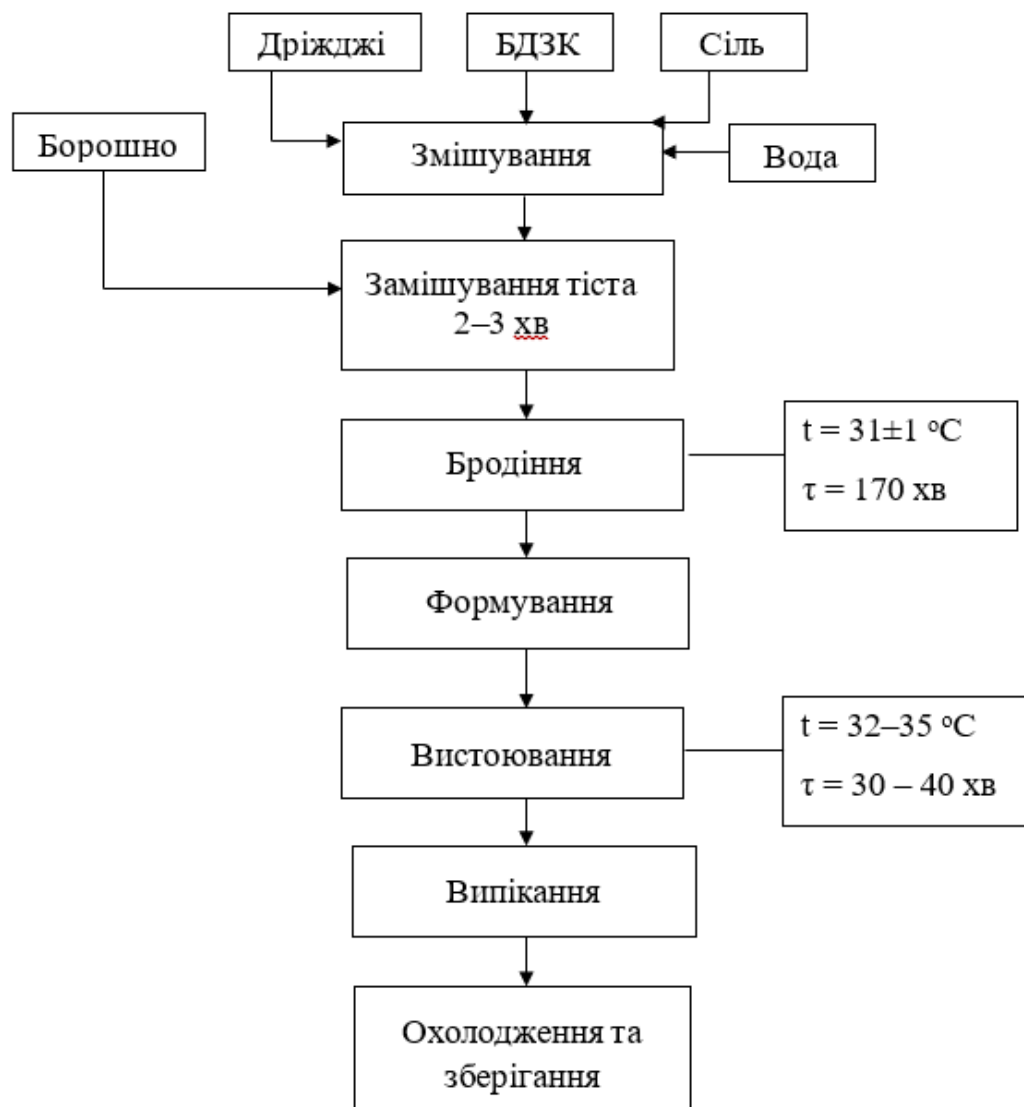


Рисунок 3.2 – Технологічна схема виробництва хліба з додаванням біоактивованого насіння кіноа

3.2 Дослідження оптимальної тривалості біоактивації і дозування насіння кіноа на якість хліба

Для визначення оптимальної тривалості замочування зерна кіноа та доцільності заміни пшеничного борошна на біактивоване дисперговане зерно кіноа (БДЗК) було виконано пробні лабораторні випікання, в яких замінювали пшеничне борошно вищого гатунку на БДЗК в кількості 5 %, 10 %, 15 % та 20 %.

На першому етапі проводили дослідження впливу БДЗК яке замочували протягом 24 годин. Зовнішній вигляд отриманих зразків наведений на рис. 3.3.

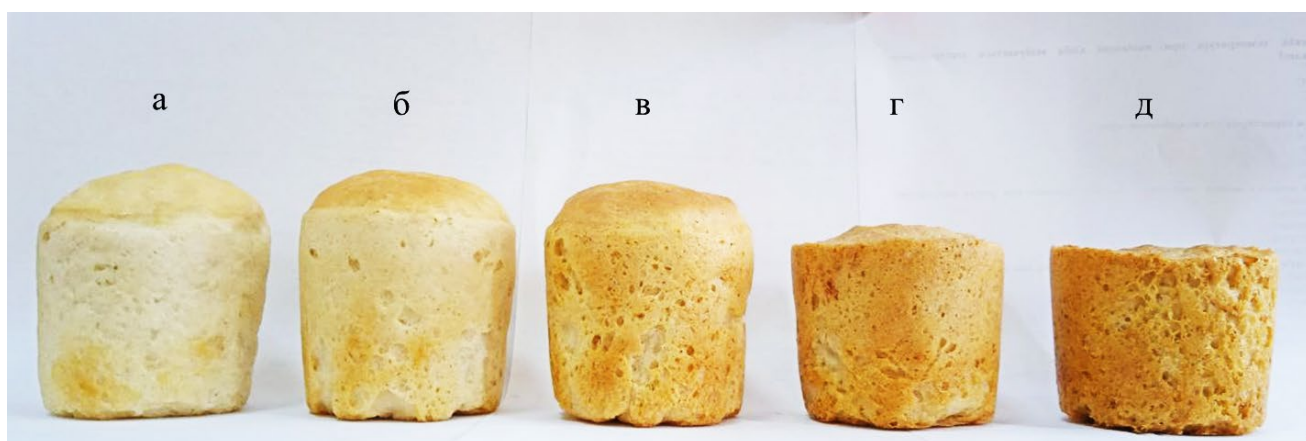


Рисунок 3.3 – Зовнішній вигляд готових зразків хліба з використанням БДЗК підданого замочуванню протягом 24 годин: а) контроль; б) 5 % БДЗК; в) 10 % БДЗК; г) 15 % БДЗК; д) 20 % БДЗК

Для готових зразків хліба проводили визначення питомого об'єму за методикою наведеною в пункті 2.4. Результати отримані при визначенні питомого об'єму для зразків хліба з використанням БДЗК замоченого протягом 24 години наведено на рис. 3.4

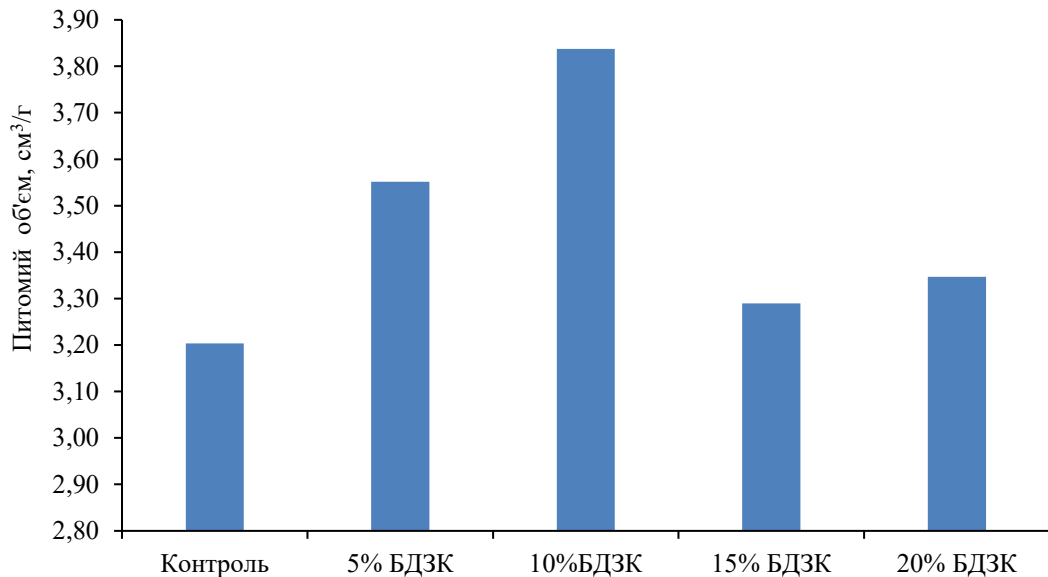


Рисунок 3.4 – Питомий об'єм для зразків хліба з використанням БДЗК замоченого протягом 24 годин

Як видно з діаграми найбільший питомий об'єм мав зразок в якому вміст БДЗК складав 10 %. Зі збільшенням відсотку внесення БДЗК в кількості 15 – 20 % до маси пшеничного борошна, питомий об'єм знижується. Додавання БДЗК в даному випадку позитивно впливає на питомий об'єм хлібних виробів, адже спостерігається його збільшення в порівнянні з контрольним зразком.

Також для готових зразків хліба проводили органолептичну і бальову оцінку, результати якої наведені на рис. 3.5 – 3.9.



Рисунок 3.5 – Органолептична оцінка контрольного зразка

З рис. 3.5 видно, що контрольний зразок мав добру якість за всіма показниками, проте в порівнянні з дослідними зразками його органолептична якість була дещо знижена.

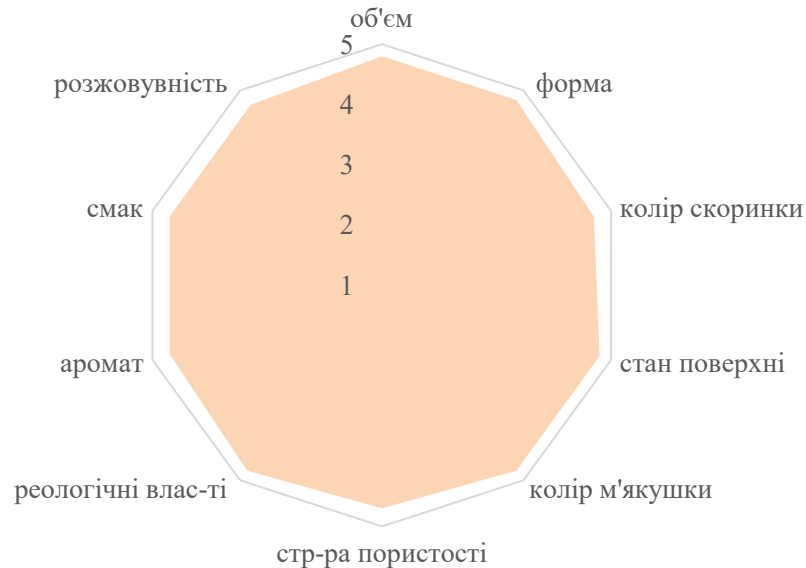


Рисунок 3.6 Органолептична оцінка зразка із вмістом 5 % БДЗК

Як видно з рис. 3.6 дослідний зразок мав поліпшену якість за органолептичними показниками у порівнянні з контрольним, а саме мав покращені структуру пористості, колір м'якушки, колір скоринки, смак, аромат та розжовуваність.

На рис. 3.7 видно, що при заміні 10 % борошна пшеничного на БДЗК органолептичні показники готового виробу по всіх показниках були відмінними, за виключенням структури пористості, яка була дещо нерівномірною.



Рисунок 3.7 – Органолептична оцінка зразків із вмістом 10 % БДЗК



Рисунок 3.8 – Органолептична оцінка зразка із вмістом 15 % БДЗК

Як видно з рис. 3.8 зразок із вмістом 15 % БДЗК мав високу органолептичну оцінку за виключенням об'єму і форми готового виробу, так як вони мали дещо знижений об'єм і невідповідну форму в порівнянні з контролем.



Рисунок 3.9 – Органолептична оцінка зразка із вмістом 20 % БДЗК

На рис. 3.9 видно, що додавання в рецептуру 20 % БДЗК до маси пшеничного борошна дещо впливає на такі показники як об'єм, форма, колір скоринки, стан поверхні, структуру пористості і реологічні властивості, що в свою чергу знижує якість готового виробу.

Щоб більш загально оцінити якість готових зразків і вплив БДЗК на органолептичні показники додатково обчислювали комплексну якість показників результати наведені на рис. 3.10.

З діаграми видно, що найкращим за органолептичними показниками є зразок отриманий при заміні 10 % пшеничного борошна на БДЗК. На одному рівні знаходяться зразки при додаванні 15 % та 20 % БДЗК. Дещо меншою кількістю балів в порівнянні зі зразками в яких БДЗК складав 10 – 20 % характеризувався зразок в якому кількість, біоактивованого кіноа складає 5 %. Найменший результат має контрольний зразок.

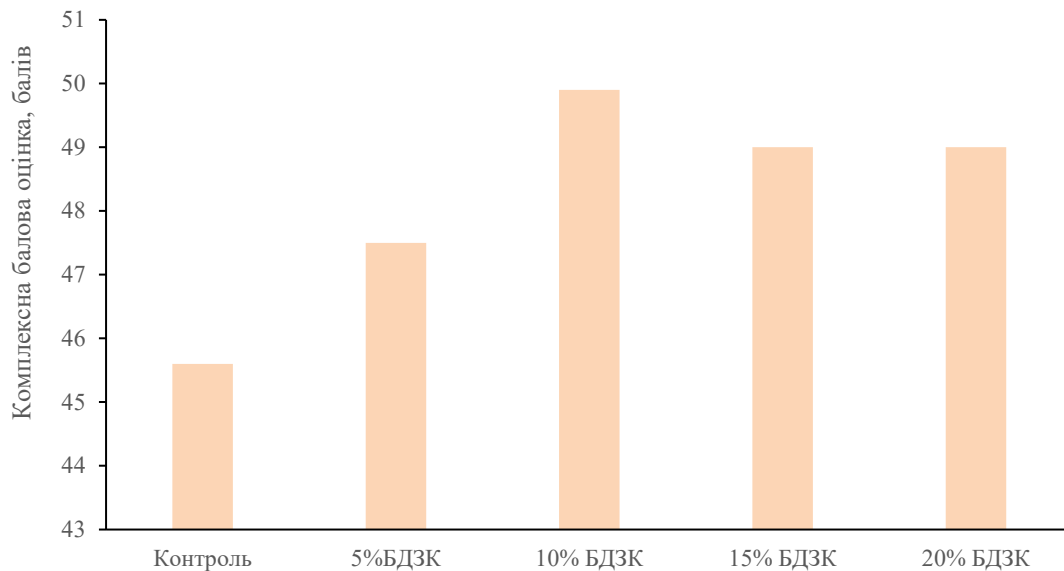


Рисунок 3.10 – Якість хліба за сукупністю показників

На другому етапі проводили дослідження впливу БДЗК, яке замочували протягом 36 годин . Зовнішній вигляд отриманих зразків наведений на рис. 3.11.

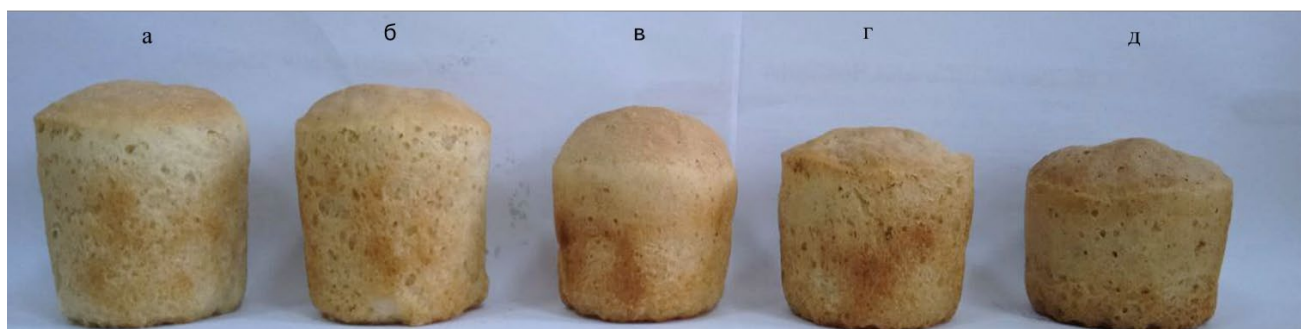


Рисунок 3.11 – Зовнішній вигляд готових зразків хліба з використанням БДЗК підданого замочуванню протягом 36 годин: а) контроль; б) 5 % БДЗК; в) 10 % БДЗК; г) 15 % БДЗК; д) 20 % БДЗК

Для готових зразків хліба проводили визначення питомого об'єму за методикою наведено у пункті 2.

Результати отримані при визначенні питомого об'єму для зразків хліба з використанням БДЗК замоченого протягом 36 годин наведено на рис. 3.12.

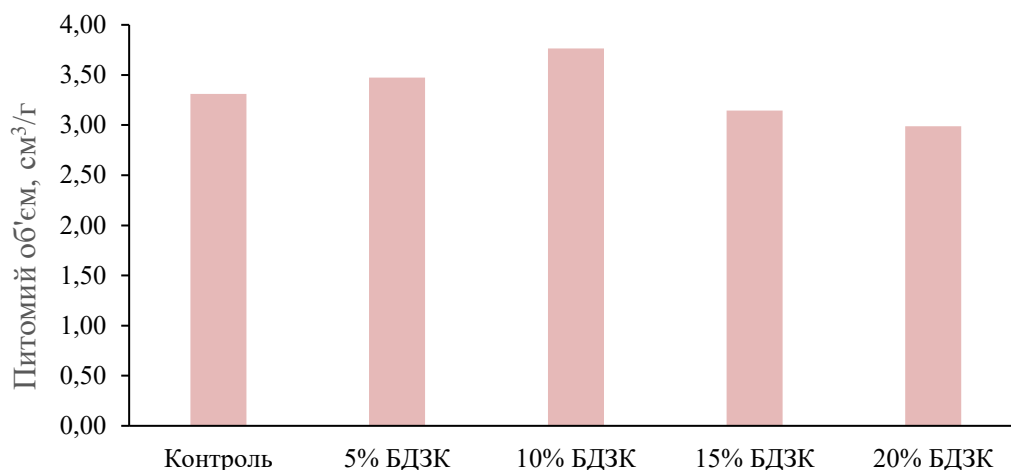


Рисунок 3.12 – Питомий об'єм для зразків хліба використанням БДЗК замоченого протягом 36 годин

З діаграми видно, що найбільший питомий об'єм мав зразок в якому вміст БДЗК складав 10 %. Зі збільшенням відсотку внесення БДЗК в кількості 15 – 20 % до маси пшеничного борошна, питомий об'єм знижується. У даному випадку додавання БДЗК позитивно впливає на питомий об'єм хлібних виробів тільки при внесенні 5 % та 10 % БДЗК по відношенню до пшеничного борошна, в порівнянні з контрольним зразком.

Також, для готових зразків хліба проводили органолептичну і балову оцінку результати якої наведені на рис. 3.13 – 3.16.



Рисунок 3.13 – Органолептична оцінка контролю

З рис. 3.13 видно, що контрольний зразок мав добру якість за всіма показниками, але порівняно з деякими дослідними зразками його органолептична якість була трохи нижчою.



Рисунок 3.14 – Органолептична при заміні 5 % пшеничного борошна

Як видно з рис. 3.14 дослідний зразок мав деякі поліпшення якості за органолептичними показниками у порівнянні з контрольним, а саме мав покращенні форму, колір скоринки, стан поверхні, колір м'якушки, структура пористості, реологічні властивості, аромат та розжовуваність.



Рисунок 3.15 Органолептика оцінка зразка із вмістом 10 % ДЗК

На рис. 3.15 видно, що при заміні 10 % борошна пшеничного на БДЗК органолептичні показники готового виробу по всіх показниках були відмінними, окрім об'єму, так як він дещо знижений.



Рисунок 3.16 – Органолептична оцінка зразка із вмістом 15 % БДЗК

З рис. 3.16 видно, що зразок із вмістом 15 % БДЗК мав високу органолептичну оцінку, за винятком об'єму готового виробу, так як він дещо менший в порівнянні з контролем.



Рисунок 3.17 – Органолептична оцінка зразка із вмістом 20 % ДЗК

На рис. 3.17 видно, що додавання в рецептуру 20 % БДЗК до маси пшеничного борошна впливає на такі показники, як об'єм, форма, стан поверхні та структуру пористості, аромат, смак, та розжовуваність, що в свою чергу знижує якість готового виробу.

Для більш загальної оцінки якості готових зразків і вплив БДЗК на органолептичні показники додатково обчислювали комплексну оцінку якості показників, результати якої наведено на рис. 3.18.

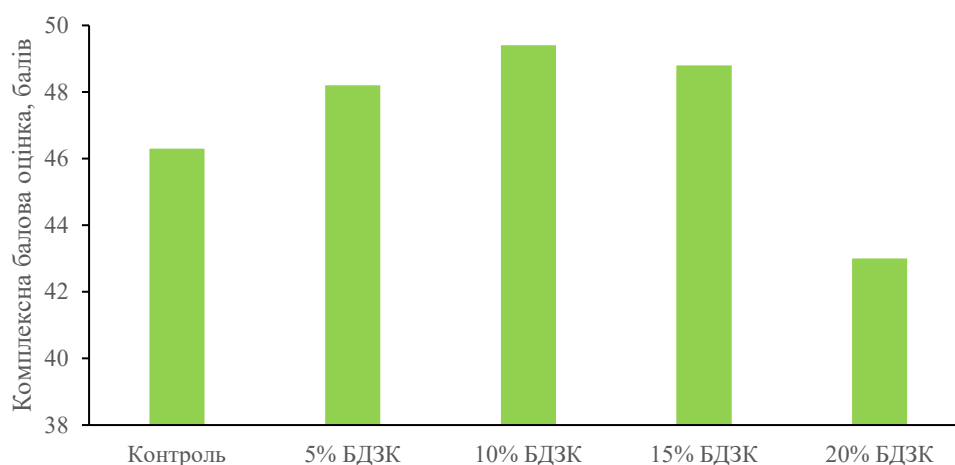


Рисунок 3.18 – Якість хліба за сукупністю показників

Як видно з діаграми найкращими за органолептичними показниками є зразки отримані при заміні 10 %, 15 % та 5 % пшеничного борошна на БДЗК відносно контролю, у той час, як зразок із вмістом 20 % БДЗК дещо негативно впливає на такі показники, як об'єм, форму, стан поверхні, структура пористості, реологічні властивості, аромат, смак, розжовуваність готового виробу.

На третьому етапі досліджували вплив БДЗК, яку замочували протягом 48 годин. Зовнішній вигляд отриманих зразків наведений на рис. 3.19.

Для готових зразків хліба проводили визначення питомого об'єму за методикою наведеною в пункті 2.4 Отримані результати при визначенні питомого об'єму для зразків хліба з використанням БКЗД замоченого протягом 48 годин наведено на рис. 3.20.

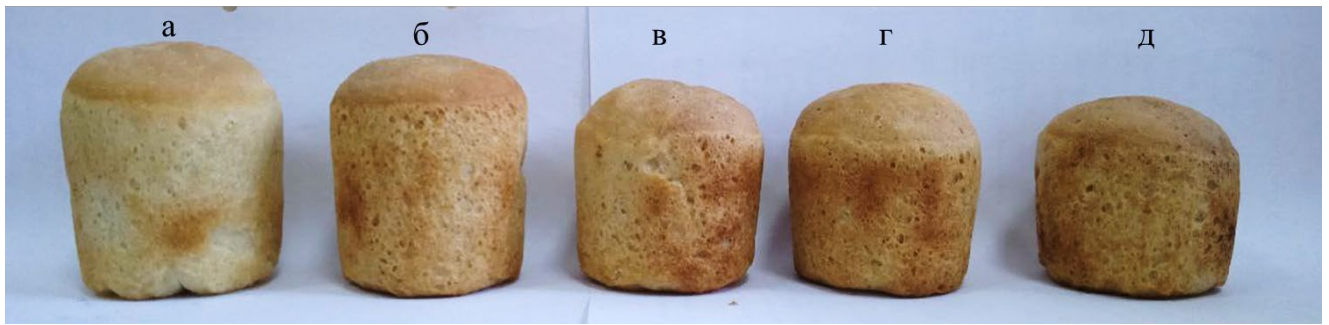


Рисунок 3.19 – Зовнішній вигляд готових зразків хліба з використанням БДЗК підданого замочуванню протягом 48 годин: а) контроль; б) 5 % БДЗК; в) 10 % БДЗК; г) 15 % БДЗК; д) 20 % бдзк

Як видно з діаграми на рис. 3.20 найбільший питомий об'єм мав зразок в якому вміст БДЗК становить 5 %. Зі збільшенням відсотку внесення БДЗК в кількості 10 – 20 % до маси пшеничного борошна питомий об'єм зменшується. У даному випадку додавання БДЗК негативно впливає на питомий об'єм хлібних виробів, адже у більшості випадків спостерігається його зниження.

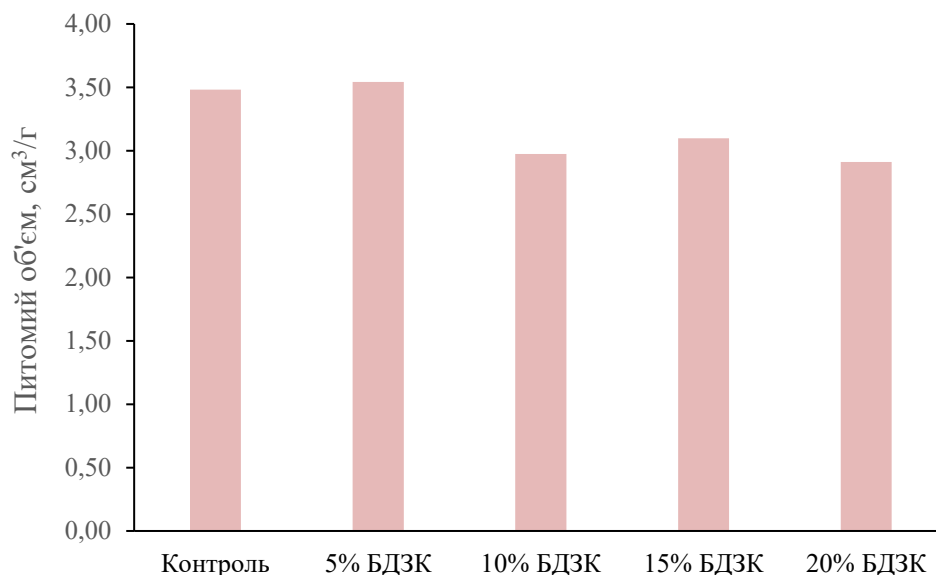


Рисунок 3.20 – Питомий об'єм для зразків хліба з використанням БДЗК замоченого протягом 48 год

Також для готових зразків хліба проводили органолептичну і балову оцінку результати якої наведені на рис. 3.21 – 3.24.



Рисунок 3.21 – Органолептична оцінка контрольного зразка

З рис. 3.21 видно, що контрольний зразок мав добру якість якості за всіма показниками, проте в порівнянні з дослідними зразками його органолептична якість дещо нижча.



Рисунок 3.22– Органолептична оцінка зразка із вмістом 5 % БДЗК

Як видно з рис. 3.21 дослідний зразок дещо поліпшену якість за органолептичними показниками у порівнянні з контрольним, а саме мав покращені форму, колір скоринки, стан поверхні, колір м'якушки, структура пористості, реологічні властивості, аромат, смак та розжовуваність.



Рисунок 3.23 – Органолептична оцінка зразків із вмістом 10 % БДЗК

На рис. 3.22 видно, що при заміні 10 % борошна пшеничного на БДЗК органолептичні показники готового виробу по всіх показниках були відмінними, за винятком об'єму, який був відповідний в порівнянні з контролем.



Рисунок 3.24 – Органолептична оцінка зразка із вмістом 15 % БДЗК

З рис. 3.24 видно, що зразок із вмістом 15 % БДЗК мав високу органолептичну оцінку за виключенням об'єму та структури пористості готового виробу, так як вони мали дещо знижений об'єм та та нерівномірну пористість.



Рисунок 3.25 – Органолептичні показники з вмістом 20 % ДЗК

На рис. 3.25 видно, що додавання в рецептуру 20 % БДЗК до маси пшеничного борошна дещо покращує колір скоринки та колір м'якушки готового зразка .

Для більш загальної оцінки якості готових зразків і впливу БДЗК на органолептичні показники додатково обчислювали комплексну якість показників, результати наведені на рис. 3.26.

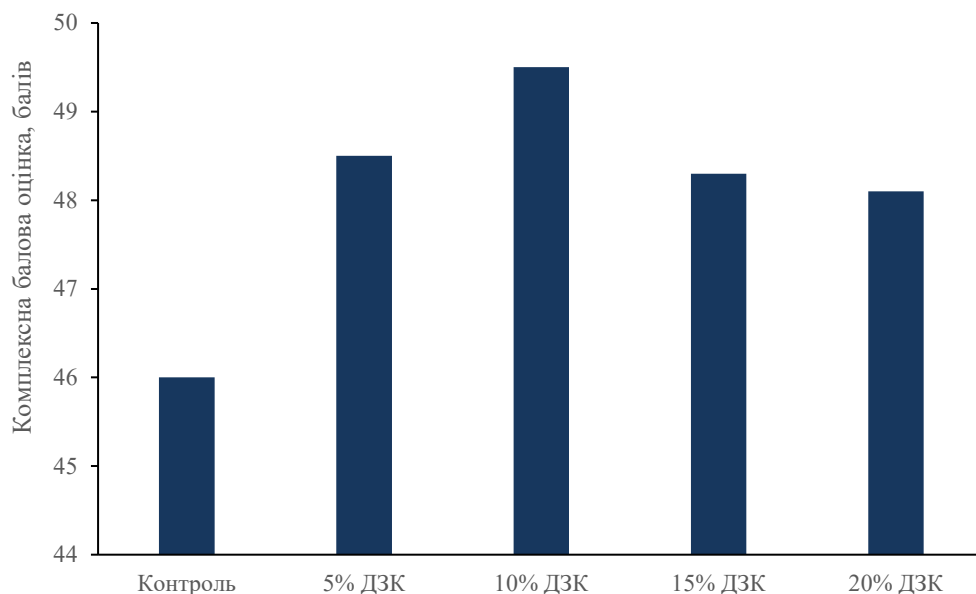


Рисунок 3.26 – Якість хліба за сукупністю показників

З діаграми видно, що найкращим за органолептичними показниками є зразок отриманий при заміні 10 % пшеничного борошна на БДЗК. На одному рівні знаходяться знаходяться зразки при додаванні 5 % та 15 % БДЗК. Дещо меншою кількістю балів в порівнянні з іншими зразками, в яких вміст БДЗК складав 5–15 % характеризувався зразок в якому кількість біоактивованого кіноа становила 5 %. Найменший результат має контрольний зразок.

3.3 Результати експериментальних досліджень

Проведення фізико-хімічного аналізу готових виробів є невід’ємною частиною визначення їх якості. Тому після дослідження оптимальної тривалості замочування насіння кіноа, яке перевіряли за результатами пробних лабораторних випікань і подальшої їх органолептичної оцінки, було проведено визначення вологості, пористості і кислотності готових зразків. За результатами пробних лабораторних випікань найбільш оптимальним було замочення насіння кіноа тривалість якого складала 24 години, потім для цих виробів і проводили фізико-хімічний аналіз, результати якого наведені в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Фізико-хімічні показники якості хліба при 24 год замочування насіння кіноа

	Масова частка вологи, %	Кислотність, град	Пористість, %
Контроль	40,5	2	78
5 % ДЗК	39,5	2	78
10 % ДЗК	44	2	79
15 % ДЗК	43	2	80
20 % ДЗК	42,5	2	79

Вологість хліба є дуже важливим параметром, так як від відсотку вологості буде залежати тривалість зберігання хліба і його розжовуваність. Вологість готових зразків хліба представлено на рис. 3.27.

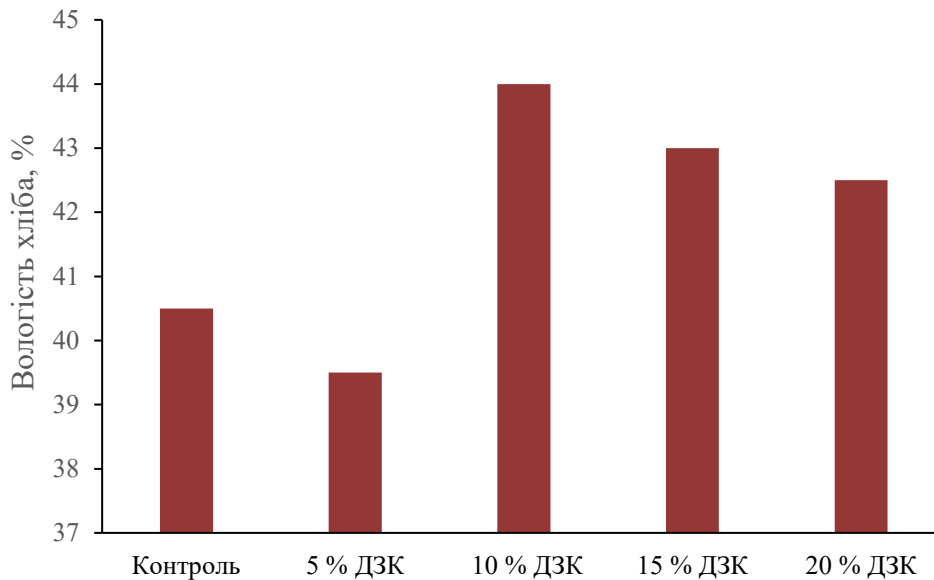


Рисунок 3.27 – Масова частка води дослідних зразків хліба при використанні БДЗК замоченого протягом 24 годин

Як видно з рис. 3.27, найбільшою вологістю характеризується зразок із вмістом 10 % БДЗК. Для контрольного зразка вологість була стандартною і складала 40,5 %, для дослідного зразку із вмістом 5 % БДЗК відсоток вологості був дещо нижчим і складав 39,5 %. У зразках із заміною пшеничного борошна БДЗК у кількості 10 – 20 % вологість у порівнянні з контрольним була вища на 2 – 3,5 %, що може пояснюватись високою вологістю бдзк, яка складала до 40 %.

Пористість хліба є важливим показником, так як показує відношення об'єму м'якушки. Для готових зразків хліба пористість визначали за методикою наведеною в пункті 2.4. Результати визначень наведені на рис. 3.28.

З рис. 3.28 видно, що відсоток пористості для дослідних зразків дещо покращувався в порівнянні з контролем, крім зразку із вмістом 5 % БДЗК, для якого пористість була на рівні з контрольним і складала 78 %.

Кислотність хліба відображає свіжість сировини, яка використовується для його виробництва, а також додатково зумовлюється за рахунок процесу бродіння і утворення в подальшому молочної та оцтової кислоти, що в свою чергу впливає на смак хліба. Результати визначення кислотності готових зразків

хліба з використанням БДЗК замоченого протягом 24 годин наведено на рис. 3.29.

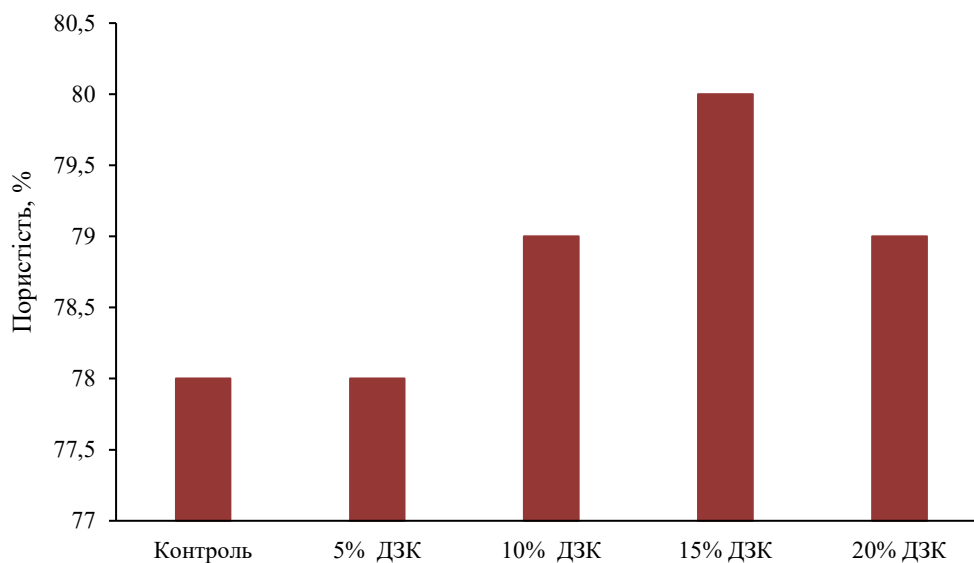


Рисунок 3.28 – Пористість дослідних зразків хліба при використанні БДЗК замоченого протягом 24 годин

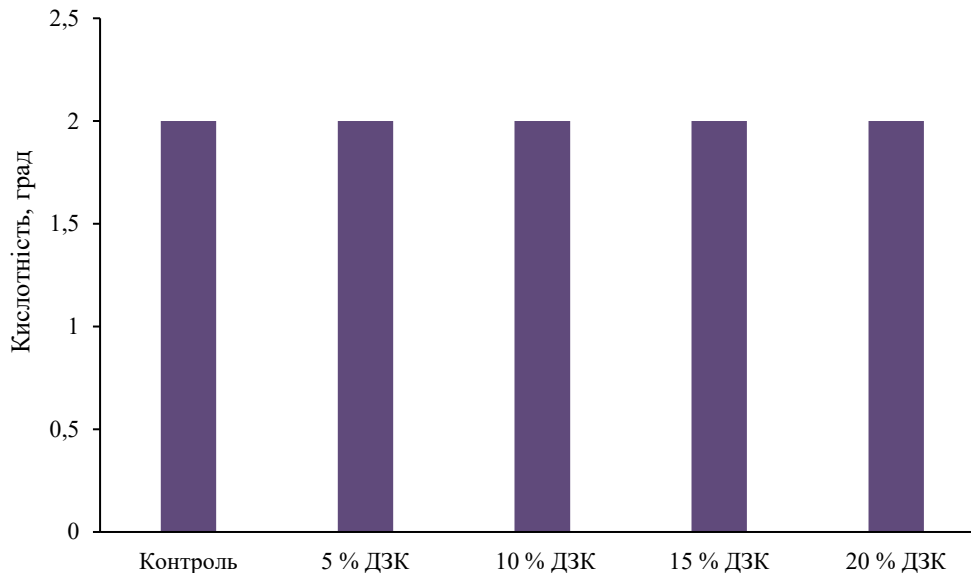


Рисунок 3.29 – Кислотність дослідних зразків хліба при використанні БДЗК замоченого протягом 24 годин

З рис. 3.29 видно, що кислотність, як для контрольного так і для дослідних зразків була на одному рівні і складала 2 град, що не перевищує нормативні значення.

3.4 Розрахунок поживної та енергетичної цінності

Поживна цінність продукту визначається вмістом у ньому поживних речовин, таких як білки, вуглеводи, жири, вітаміни, мінеральні речовини (макро- та мікроелементи). Показник енергетичної цінності продукту вказує, скільки енергії буде виділено під час спалювання 100 г цього продукту. Це також вказує на те, скільки енергії організм отримає при його споживанні.

Спочатку проводили розрахунок для контрольного зразка. Поживна цінність сировини, яка використовувалась для замісу тіста наведена в табл. 3.3.

Перед початком обчислення проводили розрахунок коефіцієнту для кожного інгредієнту за формулою 2.6. Інші коефіцієнти для контрольного зразка розраховують аналогічно.

$$K_1 = \frac{50}{79} = 0,6329$$

Таблиця 3.3 – Поживна цінність інгредієнтів контрольного випікання

№	Сировина	Маса в рецептурі, г	Коефіцієнт К	Харчова цінність, г/100 г		
				білки	жири	вуглеводи
1	Борошно пшеничне	50	0,6329	10,3	1,1	70,0
2	Сіль	0,75	0,0094	0	0	0
3	Дріжджі	1,25	0,0158	12,5	0,4	8,3
4	Вода	27	0,3417	0	0	0
Всього		79	–	–	–	–

Розрахунок калорійності білка для контрольного зразка проводили за формулою 2.7:

$$\begin{aligned} B &= 0,6329 * 10,3 + 0,0094 * 0 + 0,0158 * 12,5 + 0,3417 * 0 = 6,7163 * 4 = \\ &= 27 \text{ ккал} \end{aligned}$$

Розрахунок калорійності жиру для контрольного зразка проводили за формулою 2.8:

$$\begin{aligned} \text{Ж} &= 0,6329 * 1,1 + 0,0094 * 0 + 0,0158 * 0,4 + 0,3417 * 0 = 0,7025 * 9,3 = \\ &= 7 \text{ ккал} \end{aligned}$$

Розрахунок калорійності вуглеводів для контрольного зразка проводили за формулою 2.9:

$$\begin{aligned} \text{В} &= 0,6329 * 70,0 + 0,094 * 0 + 0,0158 * 8,3 + 0,3417 * 0 = 44,4341 * 4 = \\ &= 178 \text{ ккал} \end{aligned}$$

Розрахунок загальної калорійності контрольного зразка проводили за формулою 2.10:

$$K_3 = 27 + 7 + 178 = 212 \text{ ккал}$$

Далі проводили розрахунок калорійності для зразка із вмістом 5 % диспергованого зерна кіноа до маси пшеничного борошна. Поживна цінність сировини, яка використовувалась для замісу тіста наведена в табл. 3.4.

Спочатку проводили розрахунок коефіцієнту для кожного інгредієнту за формулою 2.6. Інші коефіцієнти для даного зразка розраховують аналогічно.

$$K_1 = \frac{47,5}{78,8} = 0,6027$$

Калорійність білка зразка з 5 % БДЗК обчислюється за формулою 2.7:

$$\begin{aligned} \text{Б} &= 0,6027 * 10,3 + 0,0317 * 14 + 0,0095 * 0 + 0,0158 * 12,5 + 0,3274 * 0 = \\ &= 6,8491 * 4 = 27 \text{ ккал} \end{aligned}$$

Таблиця 3.4 – Поживна цінність інгредієнтів зразка з 5 % БДЗК

№	Сировина	Маса в рецептурі, г	Коефіцієнт К	Харчова цінність, г/100 г		
				білки	жири	вуглеводи
1	Борошно пшеничне	47,5	0,6027	10,3	1,1	70,0
2	Дисперговане зерно кіноа	2,5	0,0317	14	6	64
3	Сіль	0,75	0,0095	0	0	0
4	Дріжджі	1,25	0,0158	12,5	0,4	8,3
5	Вода	25,8	0,3274	0	0	0
Всього		82,8				

Калорійності жиру зразка з 5 % БДЗК визначається за формулою 2.8:

$$\begin{aligned} \text{Ж} &= 0,6027 * 1,1 + 0,0317 * 6 + 0,0095 * 0 + 0,0158 * 0,4 + 0,3115 * 0 = \\ &= 0,8594 * 9,3 = 8 \text{ ккал} \end{aligned}$$

Розрахунок калорійності вуглеводів для зразка з 5 % БДЗК відбувається за формулою 2.9:

$$\begin{aligned} \text{В} &= 0,6027 * 70,0 + 0,0317 * 64 + 0,0095 * 0 + 0,0158 * 8,3 + 0,3115 * 0 = \\ &= 44,34 * 4 = 177 \text{ ккал} \end{aligned}$$

Загальна калорійність зразка з 5 % БДЗК розраховується за формулою 2.10:

$$K_3 = 27 + 8 + 177 = 212 \text{ ккал}$$

Далі проводили розрахунок калорійності для зразка із вмістом 10 % диспергованого зерна кіноа до маси пшеничного борошна. Поживна цінність сировини, яка використовувалась для замісу тіста наведена в табл. 3.5.

З самого початку виконали розрахунок коефіцієнта для кожного інгредієнту за формулою 2.6. Інші коефіцієнти для даного зразка розраховуються аналогічно.

$$K_1 = \frac{45}{76,7} = 0,5867$$

Таблиця 3.5 – Поживна цінність інгредієнтів зразка з 10 % БДЗК

№	Сировина	Маса в рецептурі, г	Коефіцієнт К	Харчова цінність, г/100 г		
				білки	жири	вуглеводи
1	Борошно пшеничне	45	0,5867	10,3	1,1	70,0
2	Дисперговане зерно кіноа	5	0,0651	14	6	64
3	Сіль	0,75	0,0097	0	0	0
4	Дріжджі	1,25	0,0162	12,5	0,4	8,3
5	Вода	24,7	0,3220	0	0	0
Всього		76,7	–	–	–	–

Розрахунок калорійності білка для зразка з 10 % БДЗК відбувається за формулою 2.7:

$$\begin{aligned} B &= 0,5867 * 10,3 + 0,0651 * 14 + 0,0097 * 0 + 0,0162 * 12,5 + 0,3220 * 0 = \\ &= 7,1569 * 4 = 29 \text{ ккал} \end{aligned}$$

Визначення калорійності жиру зразка з 10 % БДЗК проводили за формулою 2.8:

$$\begin{aligned} Ж &= 0,5867 * 1,1 + 0,0651 * 6 + 0,0097 * 0 + 0,0162 * 0,4 + 0,3220 * 0 = \\ &= 1,0424 * 9,3 = 10 \text{ ккал} \end{aligned}$$

Обчислення калорійності вуглеводів для зразка з 10 % БДЗК відбувається за формулою 2.9:

$$B = 0,5867 * 70,0 + 0,0651 * 64 + 0,0097 * 0 + 0,0162 * 8,3 + 0,3220 * 0 =$$

$$= 45,3698 * 4 = 182 \text{ ккал}$$

Розрахунок загальної калорійності зразка з 10 % БДЗК проходить за формулою 2.10:

$$K_3 = 29 + 10 + 182 = 221 \text{ ккал}$$

Далі проводили розрахунок калорійності для зразка з вмістом 15 % диспергованого зерна до маси борошна пшеничного. Поживна цінність сировини, яка використовувалась для замісу тіста наведена в табл. 3.6.

Для початку виконали обчислення коефіцієнту для кожного інгредієнту за формула 2.6. Розрахунок інших коефіцієнтів для даного зразка проводиться аналогічним чином.

$$K_1 = \frac{42,5}{75,5} = 0,5629$$

Таблиця 3.6 – Поживна цінність інгредієнтів зразка з 15 % БДЗК

№	Сировина	Маса в рецептурі, г	Коефіцієнт К	Харчова цінність, г/100 г		
				білки	жири	вуглеводи
1	Борошно пшеничне	42,5	0,5629	10,3	1,1	70,0
2	Дисперговане зерно кіноа	7,5	0,0993	14	6	64
3	Сіль	0,75	0,0099	0	0	0
4	Дріжджі	1,25	0,0165	12,5	0,4	8,3
5	Вода	23,5	0,3112	0	0	0
Всього		75,5				

Калорійність білка зразка з 15 % БДЗК розраховується за формулою 2.7:

$$B = 0,5629 * 10,3 + 0,0993 * 14 + 0,0099 * 0 + 0,0165 * 12,5 + 0,3112 * 0 =$$

$$= 7,3943 * 4 = 30 \text{ ккал}$$

Для визначення калорійності жиру для зразка з 15% БДЗК використовували формула 2.8:

$$\begin{aligned} \text{Ж} &= 0,5629 * 1,1 + 0,0993 * 6 + 0,0099 * 0 + 0,0165 * 0,4 + 0,3112 * 0 = \\ &= 1,2215 * 9,3 = 11 \text{ ккал} \end{aligned}$$

Розрахунок калорійності вуглеводів зразка з 15 % БДЗК проводили за формула 2.9:

$$\begin{aligned} \text{В} &= 0,5629 * 70,0 + 0,0993 * 64 + 0,0099 * 0 + 0,0165 * 8,3 + 0,3112 * 0 = \\ &= 45,8915 * 4 = 184 \text{ ккал} \end{aligned}$$

Для розрахунку загальної калорійності зразка з 15 % БДЗК використовували формулу 2.10:

$$K_3 = 30 + 11 + 184 = 225 \text{ ккал}$$

Останнім проводили розрахунок калорійності для зразка із вмістом 20 % БДЗК до маси пшеничного борошна. Поживна цінність сировини, яка використовувалась для замісу тіста наведена в табл.3.7.

Перед початком розрахунку проводили обчислення коефіцієнту для кожного інгредієнта за формулою 2.6. Інші коефіцієнти для контрольного зразка розраховують аналогічно.

$$K_1 = \frac{40}{74,3} = 0,5383$$

Калорійність білка зразка з 20 % БДЗК розраховується за формулою 2.7:

$$B = 0,5383 * 10,3 + 0,1351 * 14 + 0,0100 * 0 + 0,0168 * 12,5 + 0,3001 * 0 =$$

$$= 7,6458 * 4 = 31 \text{ ккал}$$

Таблиця 3.7 – Поживна цінність інгредієнтів зразка з 20 % БДЗК

№	Сировина	Маса в рецептурі, г	Коефіцієнт К	Харчова цінність, г/100 г		
				білки	жири	вуглеводи
1	Борошно пшеничне	40	0,5383	10,3	1,1	70,0
2	Дисперговане зерно кіноа	10	0,1351	14	6	64
3	Сіль	0,75	0,0100	0	0	0
4	Дріжджі	1,25	0,0168	12,5	0,4	8,3
5	Вода	22,3	0,3001	0	0	0
Всього		74,3				

Формула 2.8 використовується для визначення калорійності жиру зразка з 20% БДЗК:

$$Ж = 0,5383 * 1,1 + 0,1351 * 6 + 0,0100 * 0 + 0,0168 * 0,4 + 0,3001 * 0 =$$

$$= 1,4094 * 9,3 = 13 \text{ ккал}$$

Для обчислення калорійності вуглеводів у зразку з 20 % БДЗК використовується формула 2.9:

$$B = 0,5383 * 70,0 + 0,1351 * 64 + 0,0100 * 0 + 0,0168 * 8,3 + 0,3001 * 0 =$$

$$= 46,4668 * 4 = 186 \text{ ккал}$$

Для обчислення загальної калорійності зразка з 20% БДЗК використовується формула 2.10.

$$K_3 = 31 + 13 + 186 = 230 \text{ ккал}$$

Загальна поживна та енергетична цінність зразків хліба наведена в табл. 3.8 та зображена на рис. 3.30 – 3.31.

Таблиця 3.8 – Поживна та енергетична цінність хліба

Зразок	Білки	Жири	Вуглеводи	Загальна калорійність, ккал
Контроль	27	7	178	212
5 % ДЗК	27	8	177	212
10 % ДЗК	29	10	182	221
15 % ДЗК	30	11	184	225
20 % ДЗК	31	13	186	230

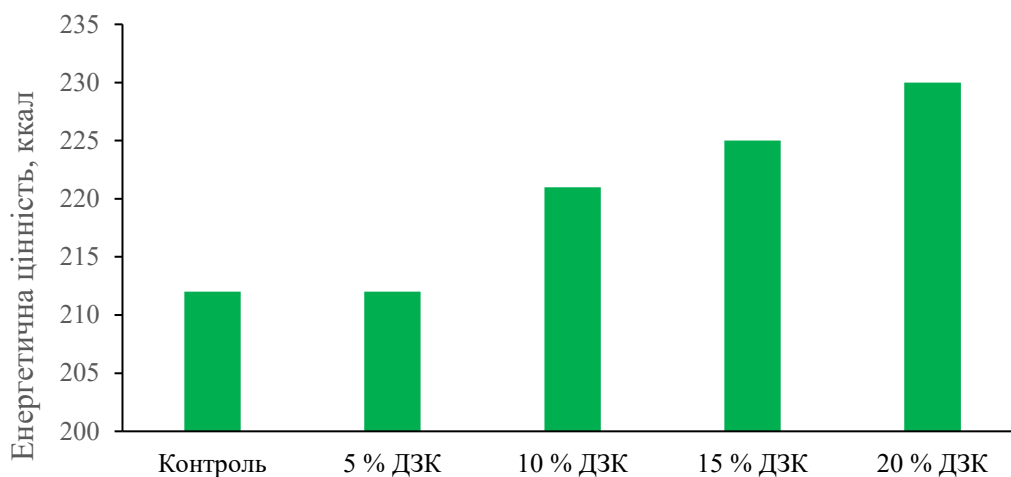


Рисунок 3.30 – Енергетична цінність дослідних зразків хліба

З рис. 3.30 видно, що зі збільшенням відсотку внесення БДЗК до рецептури енергетична цінність поступово підвищується, що пояснюється хімічним складом насіння кіноа, яке в порівнянні з пшеничним борошном вищого сорту має дещо більший вміст білку і жиру.

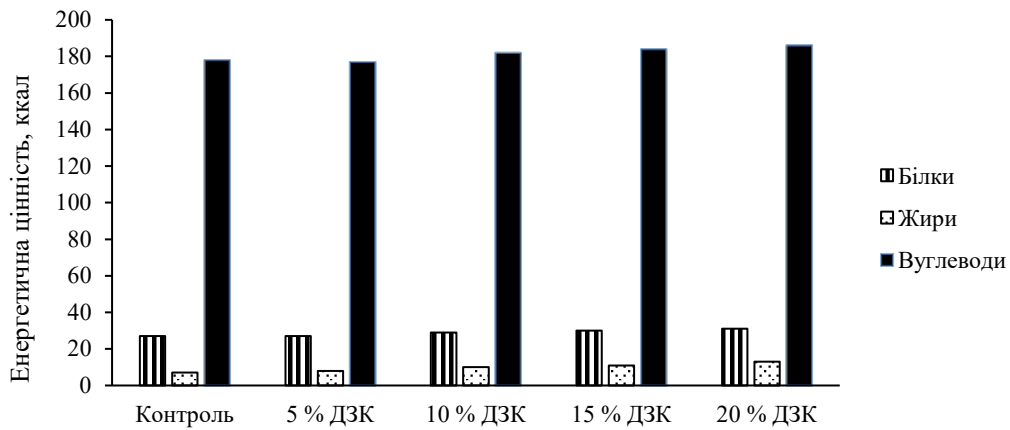


Рисунок 3.31 – Поживна цінність дослідних зразків хліба

З діаграми наведеної на рис. 3.31 бачимо, що додавання 5 % БДЗК до маси пшеничного борошна не впливає на поживну цінність хліба, у той час, як при внесенні 10 % – 20 % БДЗК спостерігається їх незначне покращення.

Висновки до розділу

Дослідження показали, що найкращим варіантом є замочування насіння кіноа на 24 години так як у цьому випадку отримали зразки з найбільшим об'ємом готових виробів. Також, додавання БДЗК 10 – 20 % покращує поживну та енергетичну цінність зразків хліба. Збільшенням відсотку додавання, а саме 10 – 20 % БДЗК до маси пшеничного борошна дещо покращується пористість готових виробів.

Зразок з вмістом 10% БДЗК має найбільшу вологість. Контрольний зразок мав вологість 40,5%, дослідний зразок з 5% БДЗК мав вологість 39,5%. У зразках з заміною пшеничного борошна на 10 – 20% БДЗК вологість була на 2 – 3,5% вища, що може пояснюватись високою вологістю БДЗК до 40%. Також внесення 10-20 % БДНК до маси пшеничного борошна дещо поліпшує поживну та енергетичну цінність готових виробів.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ХЛІБА

4.1 Розроблення картки з охорони праці для оператора цеху з виробництва хліба

Для виконання завдання даної кваліфікаційної роботи було проведено виготовлення зразків хлібобулочних напівфабрикатів та їх органолептичний аналіз у навчальній лабораторії з харчових технологій (кафедра харчових технологій ДДАЕУ). У лабораторії було використано необхідне обладнання та прилади, такі як столовий та лабораторний посуд, водонагрівач, духовна шафа, технічні ваги, тістомісильна машина, двошнековий соковитискач та інше. Лабораторія відповідає сучасним вимогам освітнього процесу за спеціальністю «Харчові технології». В ній створені всі необхідні умови для проведення науково-дослідних занять з дотриманням вимог пожежної безпеки та охорони праці.

У даній кваліфікаційній роботі досліджується технологія виробництва хлібобулочних напівфабрикатів. Для оператора лінії з виробництва хліба була розроблена картка безпеки праці (рис. 4.1).

4.2 Утилізація відходів від виробництва хлібобулочних напівфабрикатів

Виробництво хлібобулочних напівфабрикатів негативно впливає на навколишнє середовище через викиди пилу, шум та стічні води. Основним забрудником, що виділяється під час виробництва, зберігання та транспортування хліба, є зерновий і борошняний пил. Мучний пил має негативний вплив на стан атмосферного повітря, що призводить до кліматичних змін, оскільки відбиває сонячне випромінювання від поверхні Землі. Основною проблемою є забруднення повітря, тому важливо забезпечити чисте повітря на підприємствах.

<p>1. Загальна інформація</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Місце роботи – лінія з виробництва хліба. 2. Вид робіт – виробництво хлібобулочних виробів. 3. Посада – оператор лінії. 4. Тривалість робочого часу – 2 зміни (8:00 – 20:00; 20:00 – 8:00). 5. Проходження медогляду – 1 раз на рік. 6. Проходження вторинного інструктажу з охорони праці – 1 раз на 6 місяців. 7. Термін дії картки до 09.06.2028. 	<p>2. Забезпечення одягом та засобами індивідуального захисту</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Головний убір – 1 раз на рік. 2. Взуття шкіряне жаростійке – 1 раз на 6 місяців. 3. Нарукавники бавовняні – 1 раз на 3 місяця. 4. Рукавиці трикотажні, навушники протишумові, окуляри шумові – до зносу. 								
<p>3. Вимоги до початку роботи</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Робітник повинен оглянути і надіти спецодяг. 2. Робітник має підготувати робочу зону для безпечної роботи. 3. Перевірка роботи обладнання в холосту. 4. Про виявлення порушення і недоліків під час проведення робіт доповісти керівнику і змінному працівнику. 	<p>4. Вимоги під час роботи</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Робітник зобов'язаний виконувати тільки ту роботу, по якій пройшов навчання і до якої допущений. 2. Необхідно утримувати робоче місце у належній чистоті 3. Забороняється доручати свою роботу ненавченим і стороннім особам. 4. Використовувати тільки справне устаткування, інструмент, пристосування. 								
<p>5. Вимоги після закінчення роботи</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Після закінчення роботи привести в порядок робоче місце, інструменти, пристосування. 2. Зняти і здати на збереження спецодяг і засоби індивідуального захисту. 3. Виконати правила особистої гігієни. 4. При виявленні порушення і недоліків під час проведення робіт доповісти керівнику і змінному працівнику. 	<p>6. Вимоги в надзвичайних ситуаціях</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. негайно припинити всі роботи. 2. Вимкнути все обладнання. 3. Доповісти керівнику про надзвичайну ситуацію. 								
<p align="center">Контакти служб екстреної допомоги</p> <table border="0"> <tr> <td data-bbox="544 1211 671 1335"> <p>Служба пожежної безпеки 101</p> </td> <td data-bbox="699 1211 826 1335">  </td> <td data-bbox="839 1211 967 1335"> <p>Швидка медична допомога 103</p> </td> <td data-bbox="994 1211 1121 1335">  </td> </tr> <tr> <td data-bbox="544 1346 671 1469"> <p>Поліція 102</p> </td> <td data-bbox="699 1346 826 1469">  </td> <td data-bbox="839 1346 967 1469"> <p>Аварійна газова служба 104</p> </td> <td data-bbox="994 1346 1121 1469">  </td> </tr> </table>		<p>Служба пожежної безпеки 101</p>		<p>Швидка медична допомога 103</p>		<p>Поліція 102</p>		<p>Аварійна газова служба 104</p>	
<p>Служба пожежної безпеки 101</p>		<p>Швидка медична допомога 103</p>							
<p>Поліція 102</p>		<p>Аварійна газова служба 104</p>							

Рисунок 4.1 – Картка безпеки праці

Під час просіювання, транспортування та подачі сировини утворюється певна кількість органічного пилу. Щоб уникнути його потрапляння в атмосферу та забруднення території, на заводі встановлена витяжна система, яка всмоктує пил з усіх точок викидів. Повітря очищається циклонами та фільтрами різних конструкцій. Технічні установки на підприємстві повинні бути легкодоступними для обслуговування та очищення від пилу. Гладкі поверхні на стелях, стінах, несучих конструкціях, дверях та підлозі допомагають у

видаленні пилу в приміщеннях. Прибирання пилу на підприємстві проводиться згідно з програмою, затвердженою керівництвом, де вказана частота прибирання виробничих зон.

Підприємства мають мати чіткий план управління відходами, який враховує всі етапи виробництва і різні типи відходів, що утворюються. Серед цих типів відходів можна виділити такі: відходи сировини, відходи від просіювання сипучих продуктів, відходи водопідготовки, пил та брак.

Для мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище та дотримання екологічних стандартів, відходи повинні бути належним чином направлені на утилізування. Компанії повинні використовувати спеціалізовані технології та процеси, щоб зменшити кількість відходів і досягти більшої утилізації та переробки.

Висновки до розділу

Була розроблена карта безпеки праці для операторів лінії з виробництва пшеничного хліба. Розглянуто різні види забруднень та способи їх утилізації, які виникають на підприємстві під час виробництва хліба.

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Хлібопекарська промисловість є однією з основних галузей харчової промисловості, яка забезпечує населення різноманітними видами хлібобулочних виробів завдяки своїм виробничим потужностям, механізації технологічних процесів та асортименту. Зазвичай для виготовлення хліба використовують пшеничне борошно вищих сортів, яке, в свою чергу, містить менше харчових волокон, білків, вітамінів та мінеральних речовин.

Один із способів вирішення цієї проблеми полягає у пошуку нових, альтернативних видів сировини для випічки хліба з високим вмістом білка. Для підвищення корисності хлібних виробів необхідно збагачувати їх білками, які містять лізин, метіонін та триптофан. Тому вивчення можливості використання рослинних високобілкових добавок у технології випікання хліба є перспективним.

Кіноа має багато корисних властивостей, включаючи різні вітаміни, макро- і мікроелементи. Вона містить велику кількість рослинного білку, який особливо важливий для дітей і спортсменів, оскільки легко і повністю засвоюється організмом. Крім того, кіноа містить амінокислоту лізин, яка сприяє засвоєнню кальцію, необхідного для формування і відновлення кісткової тканини. Крім того, кіноа містить амінокислоту триптофан, яка сприяє виробленню серотоніну - гормону щастя. Важливо відзначити, що кіноа не містить глютену, який може викликати алергічні реакції у деяких людей.

При створенні рецептури нового хлібобулочного виробу важливо враховувати уподобання споживачів, консистенцію та текстуру хліба, та тривалість його зберігання. Для отримання високоякісного виробу, що містить багато поживних речовин, необхідно налагодити співвідношення інгредієнтів та оптимізувати технологічні процеси.

5.1 Витрати на проведення досліджень

Для проведення дослідження слід спланувати витрати за допомогою кошторису витрат, основними складовими якого є: затрати на матеріали, оплату праці, утримання та експлуатацію обладнання, на обладнання та витрати на його амортизацію.

Затрати на матеріали, а саме на придбання необхідних інгредієнтів, реагентів, засобів контролю, устаткування та інших матеріалів.

Затрати на оплату праці дослідників, лаборантів та асистентів, які безпосередньо залучені до проведення досліджень, можуть враховувати кількість годин роботи, тарифні ставки та інші фактори.

Затрати на утримання та експлуатацію обладнання, а саме на обслуговування та його ремонт, на електроенергію, водопостачання, обслуговування інструментів, калібрування та інші послуги.

Затрати на обладнання та витрати на його амортизацію, а саме на придбання або оренду спеціального обладнання, за необхідності, а також амортизаційні відрахування.

Для точного оцінювання вартості проведення дослідження, важливо враховувати всі пов'язані з ним витрати.

5.2 Витрати на матеріали для проведення дослідження

Розрахунок витрат на матеріали, для проведення дослідів виконується за формулою:

$$M = \sum m_i C_i, \quad (5.1)$$

де m_i – кількість витраченого матеріалу;

C_i – ціна одиниці матеріалу, грн.

Обчислення потреби в матеріалах та витрати на них виконуються в табл. 4.1.

Таблиця 5.1 – Розрахунок потреби в матеріалах та витрати на них

Найм-ня матеріалу	Од. виміру	К-ть дослідів	Кількість повторностей	Витрати матеріалу, кг (л)	Загальна кількість, кг (л)	Ціна за одиницю, грн./кг (л)	Витрати, грн.
Борошно пшеничне в/г	кг	4	7	1,57	43,96	19,77	869
Біоактивоване дисперговане зерно кіноа	кг	4	7	0,17	4,76	238	1132
Сіль	кг	4	7	0,026	0,72	13,50	9,72
Дріжджі	кг	4	7	0,043	1,2	129	154,8
Всього							2165,52

5.3 Витрати на оплату праці

Витрати на оплату праці працівників бюджетних організацій визначаються залежно від кількості працівників, їх категорії та розміру місячного окладу. У таблиці 5.2 наведені результати розрахунку.

Заробітна плата керівника розраховується за формулою:

$$ВЗП = Сз \cdot К, \text{ грн.} \quad (5.2)$$

де Сз – середньочасовий заробіток, грн.;

К – кількість людино-годин, год;

$$ВЗП = 54,73 \cdot 10 = 547,38 \text{ грн.}$$

Таблиця 5.2 – Витрати на оплату праці робітників

Посада	Місячний оклад грн	Середньочасовий заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Керівник	9633,69	54,73	10	547,38

Нарахування на соціальне страхування (22%) обчислюються за формулою:

$$СЦ = \frac{ВЗП \cdot 22}{100}, \text{ грн.} \quad (5.3)$$

де ВЗП – фонд заробітної плати, грн.

$$СЦ = \frac{547,38 \cdot 22}{100} = 120,42 \text{ грн.}$$

5.4 Витрати на електроенергію

Витрати на електроенергію обчислюються за формулою:

$$E = M \cdot T \cdot a \quad (5.4)$$

де M – потужність устаткування, кВт;

T – роботи на даній установці в процесі дослідження, год.;

a – чинний тариф за 1 кВт ($a = 7,32$ грн.).

Сумарна потужність використовуваного обладнання обчислюється на основі кількості використовуваних пристроїв і споживаної потужності. Загальна вартість електроенергії наведена в табл. 5.3.

Таблиця 5.3 – Загальна вартість споживаної електроенергії

Найменування устаткування	Тривалість роботи, год.	Споживана потужність, кВт	Витрати ел. енергії, кВт	Загальна вартість ел. енергії, грн..
Прилад Чижова	1	0,22	0,22	1,61
Двошнековий соковитискач	1,5	0,18	0,27	1,97
Холодильне устаткування	264	0,78	205,92	1507,33
Духова шафа	4,5	45	207	1515,24
Шафа вистоювальна	20	7,3	146	1068,72
СЕШ-3М	2	0,2	0,4	2,92
Ноутбук	84	0,065	5,46	39,96
Ваги лабораторні	4	5,5	22	161,04
Всього			582,77	4298,79

5.5 Витрати на амортизацію устаткування

Витрати на амортизацію устаткування, яке використовується під час проведення досліджень наведені в табл. 5.4.

Таблиця 5.4 – Витрати на амортизацію устаткування

Найменування	Кількість	Тривалість роботи, днів	Первинна вартість, грн.	Норма амортизаційних відрахувань, %	Витрати на амортизацію, грн.
Прилад Чижова	1	0,04	6500	5	0,03
Двошнековий соковитискач	1	0,06	45000	15	1,1
Холодильне устаткування	1	11	6000	20	36,1
Шафа вистоявальна	1	0,8	80000	5	8,76
СЕС-3М	1	0,08	3000	5	0,03
Ноутбук	1	3,5	5500	25	13,18
Духова шафа	1	0,18	25000	15	1,8
Ваги лабораторії	1	0,16	6500	10	0,5
Всього					61,5

Необхідні витрати на амортизацію устаткування розраховується за формулою:

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 365}, \quad (5.5)$$

де, А – амортизаційні відрахування, грн;

Φ – вартість устаткування, яке використовувалось при дослідженнях, грн;

Н – норма амортизації, що припадає на рік, %;

t – час витрачений на проведення дослідження на даному устаткуванні, днів;

365 – кількість днів у році.

Накладні витрати становлять 80% заробітної плати і обчислюються за такою формулою:

$$НВ = \frac{ВЗП \cdot 80}{100} \text{ грн.} \quad (5.6)$$

де *ВЗП* – заробітна плата керівника роботи, грн.

$$НВ = \frac{547,38 \cdot 80}{100} = 437,9 \text{ грн.} \quad (5.7)$$

Отримані результати обчислень по всім параметрам наведені в табл. 5.5

Таблиця 5.5 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Кошторис витрат	Сума, грн.
Витрати на сировину	2165,52
Витрати на оплату праці	547,38
Нарахування	120,42
Електроенергія	4298,79
Амортизація	61,5
Накладні витрати	437,9
Усього витрат	7631,51

5.6 Розрахунок ціни дослідження

Вартість науково-дослідної роботи, яка відноситься до фундаментальних досліджень, була розрахована на основі витрат, пов'язаних з проведенням дослідження, а також з урахуванням його потенційної рентабельності, згідно з встановленою формулою:

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \text{ грн.} \quad (5.8)$$

де *Ц* – ціна дослідження, грн.;

C – витрати на дослідження, грн.;

P – нормативна рентабельність (30%).

$$Ц = 7631,51 + \frac{30 \cdot 7631,7}{100} = 9920,96 \text{ грн}$$

Враховуючи попередні розрахунки, було проведено визначення вартості одного хліба масою 250 г з додавання біоактивованого диспергованого насіння кіноа. Для початку було обчислена собівартість, вона становить 8,99 грн, далі була визначена сума використаної електроенергії – 17,35 грн. Потім проводили сумування собівартість та витрати на електроенергії, після чого до отриманого значення додавали 30 % та отримали, що вартість хліба масою 250 г складе 32 грн.

Висновок до розділу

Для розрахунку витрат на проведене дослідження було визначено затрати на матеріали, оплату праці, утримання та експлуатацію обладнання, на обладнання та витрати на його амортизацію. Отже, на дане дослідження було витрачено 9920,96 грн. Також, було розрахована ціна однієї одиниці отриманого хліба, масою 250 г, яка склала 32 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Одним з пріоритетних завдань для науки та промисловості є створення та розширення асортименту хлібобулочних виробів, які б відрізнялися оздоровчими, лікувально-профілактичними властивостями і відповідали б сучасним вимогам харчування.

Проведено дослідження, яке мало на меті визначити оптимальну тривалість замочування зерна кіноа та доцільність заміни пшеничного борошна на біактивоване дисперговане зерно кіноа. Для досліджень було виконано пробні лабораторні випікання, в яких замінювали пшеничне борошно вищого гатунку на БДЗК в кількості 5 %, 10 %, 15 % та 20 % та визначали їх питомий об'єм і органолептичні показники. За результатами досліджень найбільш оптимальною є тривалість замочування 24 години. Зразки які виготовлялись з БДЗК біоативованої протягом 24 годин мали високі органолептичні якості при заміні пшеничного борошна в диспергованим зерном кіноа в кількості 5 – 10 %.

Проведено розрахунок поживної та енергетичної цінності готових виробів. Доведено, що внесення 5 % БДЗК до маси пшеничного борошна не впливає на поживну цінність хліба, у той час, як при внесенні 10–20 % БДЗК спостерігається їх незначне покращення. Тоді як енергетична цінність для зразків зі збільшенням відсотку внесення біоактивованого насіння кіноа поступово зростає.

Розроблено карту безпеки праці для операторів лінії з виробництва хліба з використанням біоактивованого насіння кіноа. Розглянуто різні види забруднень, які виникають на підприємстві під час виробництва хліба та запропоновано шляхи їх мінімізації.

Витрати на проведені дослідження склали 9920,96 грн. Ціна однієї одиниці виготовленого хліба масою 250 г склала 32 грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Martirosyan D. M. Functional Foods and Chronic Diseases: Science and Practice. *Food Science Publisher*. 2011. №22. 282 p.
2. Шеремета Л. Л., Дожук М.К. Функціональне харчування – новий підхід до здорового способу життя. *Ліки України*. 2015. № 1 (186). С. 24–27.
3. Functional Food and Organic Food are Competing Rather than Supporting Concepts in Europe / [Johannes Kahl, Aneta Załęcka, Angelika Ploeger et al.] // *Agriculture*. 2012. № 2. P. 316–324.
4. Kaur Sumeet, Das Madhusweta. Functional foods: An overview. *Food Science and Biotechnology*. 2011. Vol. 20. P. 861–875.
5. Joyce I. Boye. *Nutraceutical and Functional Food Processing Technology*. Chichester : Wiley-Blackwell, 2015. 400 p.
6. General Principles for the Addition of Essential Nutrients to Foods. FAO/WHO. *Codex Alimentarius*. 1994. Vol. 4. 13 p.
7. Дробот В. І. Технологія хлібопекарського виробництва. Київ. Логос, 2002. 365 с.
8. Галузевий огляд – харчова та переробна промисловість [Електронний ресурс]. Режим доступу : http://www.business.ua/articles/news_online.
9. Пересічний М., Магалецька І. Формування харчових раціонів населення. *Товари і ринки*. 2012. № 2. С. 173–179.
10. Про прожитковий мінімум [Електронний ресурс] : Закон України. Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/966-14>
11. Steigman A. All Dietary Fiber is fundamentally functional. *Cereal foods world*. 2003. Vol. 48, № 3. P. 128–132.
12. Fertilizing Crops to Improve Human Health: A Scientific Review / [T. W. Bruulsema, P. Heffer, R. M. Welch et. al.]. Norcross : IPNI ; Paris : IFA, 2012. 290 p.
13. Biofortification: An Agricultural Investment for Nutrition. Policy Brief №. 1. Global Panel on Agriculture and Food Systems for Nutrition. ondon, 2015. 8 p.

14. Slashcheva, A., Fedorova, D., & Lanska, V. Problems and prospects of the production of gluten-free bakery products in Ukraine. *SWorldJournal*. 2022. 1(15-01), 8–13. <https://doi.org/10.30888/2663-5712.2022-15-01-2018>.
15. Завертаний Д. В. Сучасний стан та перспективи розвитку хлібопекарської галузі України / Д. В. Завертаний // Ринкова економіка: сучасна теорія і практика управління. – 2015. – Т. 14. – Вип. 2. – С. 194–203.
16. Martínez-Monzo J., García-Segovia P., Albors-Garrigos J. Trends and Innovations in Bread, Bakery, and Pastry. *Journal of Culinary Science & Technology*. 2013. Vol. 11, Issue 1. P. 56–65. doi: <http://doi.org/10.1080/15428052.2012.728980>
17. Szwacka-Mokrzycka J. Sources of competitive advantage in food industry // 11th International Conference of Social Responsibility, Professional Ethics, and Management. Ankara, 2010. P. 823–844.
18. Новікова, О. В. Технологія виробництва хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів [Електронний ресурс] : навчальний посібник : [для студ. вищ. навч. закл.] / О. В. Новікова . 2-ге вид., переробл. та доп. Київ : Ліра-К, 2017. 540 с.
19. Сімахіна Г.О., Українець А.І. Технологія оздоровчих харчових продуктів: курс лекцій. Київ : НУХТ, 2009. 310 с.
20. Department of Food Science and Technology, BOKU - University of Natural Resources and Life Sciences Vienna, Muthgasse 18, 1190, Vienna, Austria.
21. Лисюк Г.М. Технологія борошняних кондитерських і хлібобулочних виробів: навчальний посібник. Суми: Університетська книга, 2017. 464 с
22. Пшенишнюк Г. Ф., Макарова О. В., Іванова Г. С. Інноваційні заходи підвищення якості зернового хліба // Харчова наука і технологія. 2010. №. 1. С. 73- 77.
23. Дробот В.І. Довідник з технології хлібопекарського виробництва. Довідник : навч. посіб. / 2-е вид., перероб. і допов. Київ, 2019. 580 с.
24. Сімахіна Г.О., Українець А.І. Інноваційні технології та продукти. Оздоровче харчування: навч. посібник для студентів за напрямом 7.051701 "Харчові технології та інженерія" денної форм навчання. Київ: НУХТ, 2010. 294 с.

25. Sergeeva L., Khomenko L., Bronnikova L. Біотехнологія пшениці. Нові підходи до оцінювання морозистійкості генотипів пшениці озимої //Notes in Current Biology. 2018. №. 8 (381). С. 23-27.

26. Сафонова, О. М. Наукове обґрунтування та розроблення технологій борошнянихкондитерських і хлібопекарських продуктів з використанням нетрадиційної борошняної сировини : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.18.01. НУХТ. Київ, 2007. 39 с.

27. Вакал А. П. Рослинництво : навчальний посібник / А. П. Вакал, Ю. І. Литвиненко; МОН, Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка. Суми : [ФОП Цьома С.П.], 2021. 128 с.

28. Черевко О.В. Функціональні харчові продукти. Харчова і переробна промисловість. Київ.2006. №6 С.18-19.

29. Dakhili S., Abdolalizadeh L., Hosseini SM., Shojaee-Aliabadi S., Mirmoghtadaie L. Quinoa protein: composition, structure and functional properties. *Food Chemistry*. (2019) 299:125161. doi: 10.1016/j.foodchem.2019.125161.

30. Struyf N., Van der Maelen E., Hemdane S., Verspreet J., Verstrepen KJ., Courtin CM. Bread dough and baker's yeast: an uplifting synergy. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. (2017) 16:850–67. doi: 10.1111/1541-4337.12282.

31. Abugoch James, L.E., 2009. Chapter 1 quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): composition, chemistry, nutritional, and functional properties. In: *Advances in food and nutrition research*, pp. 1–31.

32. Alizadehbahaabadi, G., Lakzadeh, L., Forootanfar, H., Akhavan, H.-R., 2021. Optimization of gluten-free bread production with low aflatoxin level based on quinoa flour containing xanthan gum and laccase enzyme. *Int. J. Biol. Macromol* 200, 61–76. <https://doi.org/10.1016/j.igbiomac.2021.12.091>

33. Abugoch, L., Castro, E., Tapia, C., Añón, M. C., Gajardo, P., & Villarroel, A. (2009). Stability of quinoa flour proteins (*Chenopodium quinoa* Willd.) during storage. *International Journal of Food Science & Technology*, 44(10), 2013–2020.

34. Alemayehu, F. R., Bendevis, M. A., & Jacobsen, S. E. (2015). The potential for utilizing the seed crop amaranth (*Amaranthus* spp.) in East Africa as an

alternative crop to support food security and climate change mitigation. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 201(5), 321–329.

35. Alsohaimy, S., Sitohy, M., & El-Masry, R. (2007). Isolation and partial characterization of chickpea, lupine and lentil seed proteins. *World Journal of Agricultural Sciences*, 3(1), 123–129.

36. Валецька Л. Корисні властивості зерен кіноа. Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність: тез. доп. міжнар. наук.-практ. конф., м. Харків, 19 лист. 2018 р. Харків, 2018. С. 118–120.

37. Ionica C., Silvia M. Effects of molecular characteristics and microstructure of amaranth particle sizes on dough rheology and wheat bread characteristics. *Scientific reports*. 2022. 12;12(1):7883. doi: 10.1038/s41598-022-12017-7.

38. Болгова Н., Соловей В. Застосування борошна кіноа в технології пшеничного хліба. 2023 УДК 664.644.

39. Xu X., Luo Z., Yang Q., Xiao Z., Lu X. Effect of quinoa flour on baking performance, antioxidant properties and digestibility of wheat bread. *Food chemistry*. 2019. 294:87–95. doi: 10.1016/j.foodchem.2019.05.037.

40. Carla G., Sylvia A., Julio V. Effect of partial substitution of wheat flour by quinoa and tarwi flours on dough and bread quality. *Food science and technology international* (2023) 29(6):619-630. doi: 10.1177/10820132221106332.

ДОДАТКИ