

**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 кексів
збагачених борошном шпінатним**

Виконала: здобувачка вищої освіти 4 курсу,
групи ХТ-1-21 освітньо-професійної програми
«Харчові технології» зі спеціальності
181 «Харчові технології»

_____ Валерія ГРИЦЮК

Керівник: _____ Віталій КОШУЛЬКО

Дніпро 2025

**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

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

(підпис)

«07» травня 2025 р.

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

Грицюк Валерії Владиславівні

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології виробництва кексів збагачених борошном шпінатним».

Керівник роботи: Кошулько Віталій Сергійович, кандидат технічних наук, доцент, затверджені наказом закладу вищої освіти від «07» травня 2025 року № 963.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 09 червня 2025 року.

3. Вихідні дані до роботи: 1. Технологія виробництва кексів з додаванням борошна шпінатного. 2. Наукова, нормативна, технологічна, технічна та патентна документація.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Огляд літератури. 2 Об'єкти та методи дослідження. 3 Результати дослідження. 4 Розробка технологічної схеми. 5 Охорона праці та довкілля. 6 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Мета і завдання досліджень. 2 Схема проведення експерименту. 3 Обговорення результатів досліджень. 4 Кошторис витрат на проведення досліджень. 5 Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-6	Доцент Віталій КОШУЛЬКО	07.05.25	09.06.25

7. Дата видачі завдання 07 травня 2025 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	07.05-08.05.25	виконано
2	Огляд літератури	09.05-14.05.25	виконано
3	Об'єкти та методи дослідження	15.05-16.05.25	виконано
4	Результати дослідження	17.05-23.05.25	виконано
5	Розробка технологічної схеми	24.05-31.05.25	виконано
6	Охорона праці та довкілля	01.06-02.06.25	виконано
7	Організаційно-економічна частина	02.06-03.06.25	виконано
8	Формулювання висновків по роботі та списку використаних джерел	04.06-05.06.25	виконано
9	Підготовка демонстраційного матеріалу	06.06-09.06.25	виконано

Здобувачка вищої освіти _____ Валерія ГРИЦЮК
(підпис)

Керівник роботи _____ Віталій КОШУЛЬКО
(підпис)

РЕФЕРАТ

Тема: «Обґрунтування технології виробництва кексів збагачених борошном шпінатним»

Кваліфікаційна робота: 59 сторінок, 4 рисунки, 18 таблиця, 0 додатків, 37 літературних джерел.

Об'єктом дослідження є процес виробництва борошняних кондитерських виробів – зокрема кексів.

Предметом дослідження є вплив додавання шпінатного борошна на якість, хімічний склад та органолептичні властивості кексів, а також оптимізація технології їх виробництва.

Метою роботи є обґрунтування технології виробництва кексів з додаванням шпінатного борошна, оцінка впливу цієї добавки на якість готових виробів.

У дипломній роботі обґрунтовано доцільність збагачення кексів шпінатним борошном як джерелом біологічно активних речовин. Проаналізовано хімічний склад шпінатного борошна та його вплив на органолептичні, фізико-хімічні та структурно-механічні характеристики готової продукції. Розроблено рецептури та технологічні параметри виробництва кексів із різним вмістом шпінатного борошна. Досліджено зміну якості кексів під час зберігання, а також їх харчову цінність. Встановлено оптимальний рівень введення добавки, що дозволяє покращити поживні властивості продукції без погіршення споживчих якостей. Робота має практичну цінність для впровадження у виробництво кондитерських виробів функціонального призначення.

КЛЮЧОВІ СЛОВА

Кекси, шпінатне борошно, збагачення, харчова цінність, функціональні вироби, технологія виробництва, органолептична оцінка.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	9
1.1 Значення борошняних кондитерських виробів у раціоні харчування.....	9
1.1.1 Поліпшення якісних характеристик борошняних кондитерських виробів шляхом використання харчових добавок натурального походження.....	10
1.2 Класифікація, асортимент та характеристика кексів	13
1.3 Характеристика шпинату та перспективи використання шпинатного борошна.....	13
1.4 Вплив шпинатного борошна на функціональні та органолептичні властивості продукції	16
Висновки за розділом	17
2 ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	18
2.1 Сировина, що використовувалася у дослідженні	18
2.3 Методи визначення реологічних властивостей тіста	19
2.4 Статистичні методи обробки результатів.....	20
Висновки за розділом	21
3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	22
3.1 Хімічний і вітамінний склад порошку зі шпинату	22
3.1.1 Вміст мінеральних речовин	23
3.1.2 Вітамінний склад порошку зі шпинату	23
3.2 Органолептична оцінка порошку зі шпинату	25
3.3 Розробка рецептур кексів зі шпинатним борошном	26
3.4 Вплив шпинатного борошна на якість готових виробів	27
3.5 Органолептична оцінка продукції.....	29
3.6 Визначення харчової та біологічної цінності.....	33
Висновки за розділом	35
4 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ.....	36

4.1 Загальна характеристика технології.....	36
4.2 Опис основних етапів технологічного процесу	36
4.3 Органолептичні показники якості та показник намокання кексів зі шпинатним порошком під час зберігання	39
4.3.1 Органолептична оцінка якості.....	39
4.3.2 Показник намокання.....	41
4.4 Реологічні дослідження тіста для кексів із додаванням шпинатного порошку.....	41
4.5 Дослідження терміну зберігання кексів із шпинатним порошком	43
Висновки за розділом	43
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ	45
5.1 Розроблення картки з охорони праці для працівників цеху з виробництва борошняних кондитерських виробів.....	45
5.2 Утилізація відходів під час виробництва борошняних кондитерських виробів.....	46
Висновки за розділом	47
6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	48
6.1 Витрати на проведення досліджень	48
6.2 Визначення вартості дослідження.....	52
Висновки за розділом	52
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	53
БІБЛІОГРАФІЯ	55

ВСТУП

Борошняні кондитерські вироби відіграють значну роль у щоденному харчуванні людини. Вони є джерелом енергії, містять вуглеводи, жири, білки, а також певну кількість вітамінів і мінералів. Проте через високу калорійність, вміст цукру та жиру такі продукти часто мають низьку біологічну цінність. Тому сьогодні актуальним є створення нових видів виробів, які поєднують високі органолептичні властивості та підвищену харчову цінність.

Виробництво борошняних кондитерських виробів здійснюється з використанням як вітчизняної, так і імпоротної сировини. У зв'язку з активним розширенням ринку української сировини та появою інноваційних продуктів нового покоління відкриваються перспективи для впровадження енерго- та ресурсозберігаючих технологій, що є актуальним напрямом сучасних наукових досліджень.

Підвищення конкурентоспроможності борошняних кондитерських виробів потребує оновлення й розширення асортименту продукції, яка відповідала б принципам раціонального та збалансованого харчування. Це завдання може бути реалізоване шляхом удосконалення традиційних підходів, а також розроблення і впровадження інноваційних технологій, що забезпечать інтенсифікацію виробництва та підвищення якості хлібобулочних і кондитерських виробів.

Одним із перспективних напрямків є використання нетрадиційної сировини рослинного походження, зокрема овочевих порошоків, що дозволяє збагатити продукцію вітамінами, мінералами та харчовими волокнами. Особливу увагу заслуговує шпинат – рослина, яка є джерелом заліза, кальцію, вітамінів А, С, К та антиоксидантів.

Шпинатне борошно, отримане шляхом сушіння та подрібнення листя шпинату, має добрі технологічні властивості і може слугувати як добавка до борошняних виробів, зокрема кексів. Його введення до рецептури дозволяє підвищити харчову цінність, надати виробам нових смакових та кольорових

відтінків, а також розширити асортимент функціональних продуктів харчування.

Мета дослідження – обґрунтування технології виробництва кексів з додаванням шпинатного борошна, оцінка впливу цієї добавки на якість готових виробів.

Завдання дослідження:

- провести огляд літературних джерел щодо нетрадиційної сировини в кондитерському виробництві;
- охарактеризувати шпинатне борошно;
- розробити рецептури кексів зі шпинатним борошном;
- дослідити фізико-хімічні та органолептичні показники виробів;
- побудувати технологічну схему виробництва;
- провести розрахунок кошторису витрат на проведення експериментальних досліджень.

Об'єктом дослідження є процес виробництва борошняних кондитерських виробів – зокрема кексів.

Предметом дослідження є вплив додавання шпинатного борошна на якість, хімічний склад та органолептичні властивості кексів, а також оптимізація технології їх виробництва.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Значення борошняних кондитерських виробів у раціоні харчування

Борошняні кондитерські вироби займають одне з провідних місць у структурі харчування населення завдяки своїй доступності, привабливому зовнішньому вигляду, різноманіттю форм та смакових характеристик. Вони мають високу енергетичну цінність завдяки вмісту цукру, жирів та борошна вищого ґатунку, що робить їх джерелом швидкої енергії.

Попри це, сучасні тенденції харчування все більше орієнтуються на функціональні продукти – їжу, яка не лише забезпечує енергію, але й має позитивний вплив на здоров'я. Стандарт ДСТУ ISO 22000:2019 підкреслює важливість безпечності харчових продуктів у всьому харчовому ланцюзі, включаючи кондитерську промисловість. У зв'язку з цим кондитерська промисловість потребує модернізації рецептур з метою зниження калорійності та підвищення біологічної цінності продукції.

Наукові дослідження свідчать, що модернізація складу борошняних виробів шляхом введення до їх рецептур нетрадиційних компонентів – таких як овочеві, ягідні порошки, рослинні білки – сприяє покращенню якості харчування населення, особливо дітей, людей похилого віку та осіб з підвищеними фізичними навантаженнями.

Згідно з науковими джерелами, до 20 – 25 % загальної енергетичної цінності раціону сучасної людини можуть забезпечуватись саме за рахунок борошняних виробів. Проте, незважаючи на це, дані продукти мають недоліки, пов'язані з обмеженим вмістом харчових волокон, мінералів та вітамінів, особливо в умовах використання рафінованого борошна вищих сортів.

Для покращення біологічної цінності таких виробів у технологічному процесі все частіше застосовують нетрадиційну сировину: зернові висівки, овочеві порошки, плодові наповнювачі, борошно з насіння тощо. Це дозволяє компенсувати дефіцит важливих нутрієнтів у щоденному раціоні людини.

Таким чином, модернізація рецептур борошняних кондитерських виробів сприяє не тільки розширенню асортименту, але й створенню продуктів функціонального призначення, що відповідають сучасним вимогам здорового харчування.

1.1.1 Поліпшення якісних характеристик борошняних кондитерських виробів шляхом використання харчових добавок натурального походження

Попри широку доступність та популярність серед населення, хлібобулочні та борошняні вироби, включаючи кекси, мають підвищену калорійність, обумовлену значним вмістом легко засвоюваних вуглеводів, при одночасному недостатньому вмісті вітамінів і мінералів. Це ставить перед науковцями та виробниками завдання удосконалення їх харчової цінності шляхом використання функціональних інгредієнтів. При цьому вибір таких добавок має базуватися на всебічному аналізі їхнього впливу на якість, безпеку та споживчі характеристики готової продукції.

У науковій літературі представлено значну кількість досліджень, присвячених удосконаленню рецептур і технологій хлібобулочних виробів, проведених як в Україні, так і за її межами. Серед можливих шляхів збагачення виробів можна виокремити застосування зелених овочів, горіхів, насіння соняшнику, круп та продуктів їх вторинної переробки, а також таких інгредієнтів, як пророщене зерно, ламінарія, полба, сочевиця, висівки пшениці й жита, плоди й ягоди, зокрема дикорослі, побічні продукти переробки кукурудзи, пшениці, гречки, ячменю тощо.

Додатково до рослинної сировини, для збагачення хлібобулочних виробів активно використовують компоненти тваринного походження, зокрема молочну сироватку, яка є досить доступною та ефективною. У новітніх дослідженнях також висвітлено використання незвичних для харчової промисловості компонентів, таких як порошки з комах – наприклад, борошняного хрущака чи коника. Це дозволяло збільшити вміст білка й жиру в

мафінах, а також покращити органолептичні та фізико-хімічні характеристики (об'єм, текстуру, вихід готової продукції) [7].

Іншим підходом до підвищення харчової цінності є заміщення звичайної кухонної солі у дріжджовому тісті на мінеральні солі, такі як сульфати цинку та міді. Це не лише покращує біологічну цінність готового продукту, але і стимулює активність дріжджових культур [3].

У регіонах із певними мікронутрієнтними дефіцитами доцільно збагачувати борошняні вироби тими компонентами, які компенсують нестачу поживних речовин. Наприклад, у Мексиці було реалізовано програму збагачення пшеничних і кукурудзяних хлібів фолієвою кислотою. Однак у процесі впровадження виявлено необхідність державного контролю, оскільки вміст вітаміну часто не відповідав нормативам. Подібна ініціатива була реалізована і на близькому Сході, де у хлібобулочній продукції відзначалася недостатність вітамінів А і D, що зумовило впровадження відповідного контролюючого механізму.

Використання доступної місцевої сировини рослинного походження дозволяє не лише покращити хімічний склад і поживність продукції, але й надати їй привабливих органолептичних властивостей. Такий підхід сприяє розширенню асортименту виробів. Наприклад, у різних дослідженнях було доведено ефективність використання порошків з яблук та сумішей яблучно-морквяного складу при збагаченні пшеничного хліба. Також яблучні волокна використовувалися як замітник частини пшеничного борошна в рецептурі мафінів [4].

Інший приклад – застосування борошна з цільного зерна сорго та нуту, яке значно покращувало вміст рослинних білків, харчових волокон, а також знижувало холестерин у хлібобулочних виробах [5].

Відомо також про позитивний вплив композитної добавки з борошна знежирених кедрових ядер, насіння гарбуза, кунжуту та льону. Дослідники зазначають, що оптимальна частка цієї суміші в рецептурі становить близько 20 % для досягнення максимального ефекту [9].

Єгипетські вчені займалися збагаченням хліба макухою із соняшнику. Внаслідок додавання спостерігалось певне ущільнення структури тіста, зниження еластичності, зміна кольору на темно-коричневий. Проте смакові та споживчі властивості залишалися на задовільному рівні [7].

В інших дослідженнях збагачували печиво макухою з білого та чорного кунжуту. У ході досліджень було підтверджено, що такі добавки не погіршують смакових якостей, при цьому сприяють наданню функціональної цінності продукту [3].

Окрему увагу заслуговує льон і продукти його переробки. Він може застосовуватися як самостійно, так і в поєднанні з іншими добавками. Наприклад, у рецептурах мафінів використовувалася комбінація кокосового борошна з насінням льону, що дозволило підвищити вміст білка на 26 %, харчових волокон – у 5 разів, а кількість засвоюваних вуглеводів – зменшити на 20 %. Також було зафіксовано зростання мікроелементів: калію, кальцію, магнію, заліза [4].

Окрім традиційної продукції з пшеничного борошна, в останні роки зростає попит на безглютенові вироби, що не містять білка глютену. Такі продукти необхідні людям з целіакією, непереносимістю глютену, а також тим, хто обирає безглютенову дієту. Враховуючи дефіцит білка, заліза й вітамінів у таких виробках, доцільно застосовувати композиційні суміші кількох видів борошна. Перспективним компонентом для таких продуктів є, зокрема, борошно з касави високої якості [6].

Підсумовуючи, можна стверджувати, що використання нетрадиційної рослинної сировини, зокрема локальної листової, є перспективним напрямом у підвищенні поживної цінності та покращенні споживчих властивостей борошняних і хлібобулочних виробів. Незважаючи на її розповсюдження, потенціал такої сировини ще недостатньо реалізований у сучасному виробництві.

1.2 Класифікація, асортимент та характеристика кексів

Кекси належать до групи борошняних кондитерських виробів, що характеризуються пористою структурою та ніжною консистенцією. Вони виготовляються з пшеничного борошна, цукру, яєць, масла або маргарину, молочних продуктів та розпушувачів тіста.

Згідно з ДСТУ 4505:2005 «Вироби борошняні кондитерські. Загальні технічні умови», кекси поділяються за такими ознаками:

- за способом виробництва: на дріжджові, хімічно розпушені та збивні;
- за формою: прямокутні, круглі, порційні;
- за наявністю добавок: з родзинками, горіхами, фруктами, овочами, какао тощо.

Сучасний асортимент кексів постійно розширюється завдяки використанню інноваційних добавок, включаючи рослинні порошки, сухі овочі, злакові культури, функціональні інгредієнти (пребіотики, клітковину тощо).

1.3 Характеристика шпинату та перспективи використання шпинатного борошна

Шпинат (*Spinacia oleracea* L.) – рослина родини амарантових, багата на біологічно активні речовини. Його листя містить значну кількість вітамінів А, С, К, Е, групи В, фолієву кислоту, а також мінерали: залізо, калій, кальцій, магній, фосфор. Крім того, шпинат містить каротиноїди (лютеїн, зеаксантин), флавоноїди, антиоксиданти.

Шпинатне борошно – це висушене та подрібнене листя шпинату. Воно має яскраво-зелений колір, приємний рослинний аромат і може бути використане як добавка до борошняних виробів, соусів, супів. Завдяки високому вмісту клітковини, мікро- та макроелементів, шпинатне борошно

позитивно впливає на роботу шлунково-кишкового тракту, має протизапальні та імуномодулюючі властивості.

Наукові дослідження доводять, що введення шпинатного борошна у кількості 3 – 10 % до борошняних виробів дозволяє суттєво покращити їх харчову цінність без погіршення органолептичних показників. При цьому зберігаються типові властивості виробів, а також додається природний зелений відтінок.

Шпинат відомий своїми численними корисними властивостями та може бути використаний у складі комплексної терапії та профілактики різноманітних захворювань, таких як цукровий діабет, анемія, гельмінтні інвазії, ожиріння, різні запальні процеси, а також патології нервової системи. Одним із важливих біологічно активних компонентів шпинату є пурпурин-18, який демонструє виражену протипухлинну активність. У науковій літературі є згадки про спроби використання судинного малюнка листків шпинату як каркаса для формування ниркових каналців, однак такі структури не здатні повністю забезпечити регенерацію ниркової тканини.

З точки зору харчової цінності, 100 г їстівної частини шпинату містять 2,9 г білків, 0,3 г жирів і 2 г вуглеводів, що разом забезпечує калорійність усього 23 ккал. Це дає підстави віднести шпинат до низькокалорійних продуктів харчування. Окрім цього, у 100 г листя виявляється значна концентрація вітамінів і мінералів, кількість яких у ряді випадків перевищує 15 % рекомендованої добової норми для дорослої людини згідно з офіційними методичними рекомендаціями. Наприклад, у 100 г продукту міститься 4,5 мг бета-каротину (90 % добової потреби), 80 мкг вітаміну В9 (20 % добової норми), 82 мг магнію (20,5 %), 70,9 мг калію (44,9 %). Окремі речовини навіть перевищують добову норму споживання: вітамін Е – 55 мг (понад 220 %), вітамін К – 482,9 мкг (400 %), кальцій – 106 мг (106 %), залізо – 13,51 мг (135 %). Значущим є той факт, що більшість із перелічених сполук зберігаються після термічної обробки, що дозволяє їх ефективно вводити до складу хлібобулочних виробів разом із шпинатом без втрати цінних властивостей.

Однак варто враховувати великий об'єм 100 г сирого шпинату, тому для харчових технологій доцільним є використання його у концентрованій формі, наприклад у вигляді порошку [9].

Крім бета-каротину, шпинат також містить інші представники каротиноїдів – лютеїн та зеаксантин, концентрація яких становить відповідно близько 11,6 мкг та 3,3 мкг у 100 г. Ці сполуки є потужними антиоксидантами, що надає шпинату статус функціонального харчового інгредієнта [11].

Зеаксантин, лютеїн, вітаміни Е та К належать до жиророзчинних речовин, а отже, для їх кращого засвоєння необхідна наявність жирів у рецептурі. Водночас використання звичайних рослинних олій у чистому вигляді у хлібобулочних виробках є небажаним, оскільки вони мають властивість відділятися при випіканні. У ході спільних досліджень науковців з Китаю та США було встановлено, що оптимальним варіантом для покращення біодоступності лютеїну та бета-каротину є використання суміші кокосової (твердої) та кукурудзяної (рідкої) олій у співвідношенні 1:1. Кокосова олія слугує джерелом середньоланцюгових тригліцеридів, тоді як кукурудзяна – ненасичених жирних кислот. В результаті такої комбінації біодоступність лютеїну зросла з 21 % до 42 %, а бета-каротину – з 6,8 % до 25 %, що робить додавання цієї масляної суміші до рецептури цілком доцільним [6].

Шпинат і його концентрати є джерелом фітоадаптогенів, різноманітних каротиноїдів, поліфенолів, зокрема кверцетину, кемпферолу, фенольних кислот (β -кумарова, ферулова), а також лігнанів, які у травному тракті можуть перетворюватися у фітоестрогени.

Разом з тим, необхідно враховувати, що свіжий шпинат має характерний запах і присмак, а також впливає на текстуру готових виробів – вони стають більш вологими й волокнистими, що може негативно впливати на їх органолептичні показники. З цієї причини використання шпинату у вигляді порошку або подрібненої висушеної сировини в поєднанні з іншими рослинними інгредієнтами дозволяє покращити не лише смакові характеристики, а й функціональну цінність кінцевого продукту.

Завдяки багатому хімічному складу та значному вмісту корисних речовин шпинат становить інтерес як сировина для харчової промисловості та закладів громадського харчування. Однак на відміну від таких популярних листових овочів, як салат чи щавель, шпинат має обмежене застосування у кулінарії та переробці, що зумовлено, передусім, особливостями його смаку, який не є традиційним для більшості споживачів. Водночас у країнах Західної Європи та США шпинат визнаний життєво необхідним продуктом і навіть має неофіційне звання «короля овочів» [11].

Відомою є технологія отримання концентрату з листя шпинату шляхом водної екстракції, що супроводжується етапами центрифугування, ультрафільтрації та подальшої твердофазної екстракції фітоекдистероїдів. Отриманий у результаті продукт є висококонцентрованим джерелом біологічно активних речовин та не містить оксалатів, що робить його безпечнішим у використанні. Проте цей метод є технологічно складним та потребує значних енергетичних витрат [6].

1.4 Вплив шпинатного борошна на функціональні та органолептичні властивості продукції

Введення шпинатного борошна до рецептури кексів впливає на ряд характеристик продукції. З одного боку, це дозволяє підвищити вміст харчових волокон, мінералів, вітамінів і антиоксидантів. З іншого – змінюються органолептичні характеристики: колір стає зеленуватим, з'являється легкий овочевий присмак.

Дослідження показують, що оптимальне дозування шпинатного борошна – від 3 до 7 % від маси борошна – дозволяє зберегти типову структуру кексів, не погіршуючи пористості чи об'єму. Більші дози можуть призвести до надмірної вологості тіста, зниження підйому, що потребує технологічного коригування (зокрема – зміни співвідношення інгредієнтів або часу випікання).

Таким чином, шпинатне борошно є перспективною добавкою до кексів завдяки своїм харчовим, функціональним і технологічним властивостям. Його використання дозволяє створити продукт зі збагаченим складом та новими сенсорними характеристиками.

Висновки за розділом

На підставі викладеного можна зробити висновок, що застосування нових видів сировини, зокрема шпинатного борошна, є перспективним напрямом для удосконалення технології борошняних кондитерських виробів. Проте брак комплексних наукових досліджень на сьогодні стримує широке впровадження цього інгредієнта у виробничі процеси приготування кексів.

Відповідно метою досліджень стало обґрунтування технології виробництва кексів з додаванням шпинатного борошна та оцінка впливу цієї добавки на якість готових виробів.

Завдання дослідження:

- провести огляд літературних джерел щодо нетрадиційної сировини в кондитерському виробництві;
- охарактеризувати шпинатне борошно;
- розробити рецептури кексів зі шпинатним борошном;
- дослідити фізико-хімічні та органолептичні показники виробів;
- побудувати технологічну схему виробництва;
- провести розрахунок кошторису витрат на проведення експериментальних досліджень.

Об'єктом дослідження є процес виробництва борошняних кондитерських виробів – зокрема кексів.

Предметом дослідження є вплив додавання шпинатного борошна на якість, хімічний склад та органолептичні властивості кексів, а також оптимізація технології їх виробництва.

2 ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Сировина, що використовувалася у дослідженні

Для розробки технології кексів зі шпинатним борошном використовувалась традиційна сировина: пшеничне борошно вищого сорту (ДСТУ 46.004-99), цукор-пісок (ДСТУ 4623:2006), курячі яйця, вершкове масло (ДСТУ 4399:2005), розпушувач тіста, молоко (ДСТУ 2661:2010).

Шпинатне борошно виготовлялося шляхом сушіння при температурі 50 – 55 °С і подальшого подрібнення висушених листків шпинату до стану порошку з частинками менш ніж 1 мм. Зберігалось борошно у герметичному пакуванні при температурі до 20 °С.

Дослідження проводились поетапно. Схема проведення експерименту представлена на рисунку 2.1. У першому етапі проводилося теоретичне обґрунтування напрямів дослідження. Для цього проводився аналіз літературних джерел за тематикою експериментальних досліджень.

Другий етап присвячений визначенню характеристик шпинатного борошна, як збагачувача при виробництві кексів.

Третій етап досліджень був присвячений питанням розробки рецептури кексів зі шпинатним борошном.

На четвертому етапі досліджували фізико-хімічні та органолептичні показники розроблених виробів та розробляли технологічну схему виробництва кексів з додаванням шпинатного борошна.

На п'ятому етапі проводився розрахунок вартості проведених досліджень з використання шпинатного борошна під час виробництва кексів.



Рисунок 2.1 – Схема проведення експериментальних досліджень

2.3 Методи визначення реологічних властивостей тіста

Для дослідження впливу шпинатного порошку на реологічні властивості тіста кексів була розроблена методика, що включала приготування зразків тіста з різною концентрацією шпинатного порошку, вимірювання основних реологічних параметрів та їх подальший аналіз.

Методи вимірювання:

1. В'язкість тіста:

- прилад: ротаційний віскозиметр (модель DV2T або аналог);

- режим: використання шпиндельного ротора №6, швидкість обертання – 20 об/хв;
 - одиниця виміру: Па·с (паскаль-секунда);
 - принцип: фіксація зусилля, необхідного для перемішування тіста, яке характеризує опір потоку.
2. Тіксотропність тіста:
- оцінювали як відсоток відновлення структури після попереднього перемішування;
 - визначали шляхом двоетапного заміру в'язкості: до й після інтенсивного перемішування.
3. Пластичність:
- оцінка за 5-бальною шкалою вручну технологами-дегустаторами;
 - враховували легкість формування, розтікання тіста, його однорідність і липкість.
4. Стабільність тіста:
- визначали шляхом повторного заміру в'язкості через 30 хвилин витримки тіста при кімнатній температурі в закритому посуді;
 - показник відображав здатність тіста зберігати свою структуру в часі.

2.4 Статистичні методи обробки результатів

Усі досліді проводилися у трикратній повторності. Статистична обробка результатів здійснювалася з використанням стандартних методів варіаційної статистики. Обчислювалися середні значення, стандартне відхилення, коефіцієнт варіації.

Висновки за розділом

У дослідженні використано традиційну сировину для виробництва кексів (борошно пшеничне, яйця, цукор, жири тощо), а також шпінатне борошно як функціональну добавку. Було обґрунтовано вибір шпінатного борошна завдяки його високій біологічній цінності та позитивному впливу на поживну цінність кінцевого продукту.

Експериментальна частина роботи була структурована за чітко визначеною схемою, яка охоплює підготовку сировини, приготування зразків тіста з різним вмістом шпінатного борошна, визначення їхніх реологічних характеристик, випікання кексів і подальший аналіз отриманої продукції.

Для оцінки впливу шпінатного борошна на властивості тіста були використані сучасні методики визначення його в'язко-пружних характеристик. Це дозволило виявити зміни в структурно-механічних властивостях тіста, що мають значення для прогнозування якості готової продукції.

Для забезпечення достовірності результатів використовувалися методи варіаційної статистики, зокрема розрахунок середніх значень, дисперсій та похибок. Це дозволило провести об'єктивне порівняння зразків і зробити обґрунтовані висновки щодо ефективності використання шпінатного борошна.

3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1 Хімічний і вітамінний склад порошку зі шпинату

Шпинат (*Spinacia oleracea*) – цінна листова зелень, яка має високу біологічну цінність. Порошок зі шпинату отримують шляхом сушіння та подрібнення свіжого листя, що дозволяє зберегти основні поживні речовини та антиоксиданти. У цьому розділі розглянуто хімічний склад порошку зі шпинату, його вміст макро- та мікроелементів, а також вітамінний профіль.

Загальний хімічний склад порошку зі шпинату подано в таблиці 3.1. Дані наведені у розрахунку на 100 г сухого продукту.

Таблиця 3.1 – Хімічний склад порошку зі шпинату (на 100 г продукту)

Показник	Кількість (г/100 г)	Примітка
Волога	4,8	Низький вміст завдяки сушінню
Білки	28,1	Високий вміст, джерело амінокислот
Жири	3,1	Переважно ненасичені жирні кислоти
Вуглеводи (в т.ч. клітковина)	39,2	Містить харчові волокна
Зола	8,6	Свідчить про наявність мінералів

Порошок зі шпинату характеризується високим вмістом білка, що робить його корисним інгредієнтом для збагачення борошняних виробів. Крім того, високий рівень золи вказує на насиченість мінеральними речовинами. Високий вміст харчових волокон сприяє нормалізації роботи шлунково-кишкового тракту.

3.1.1 Вміст мінеральних речовин

Мінеральний склад порошку зі шпинату визначає його цінність як функціонального інгредієнта. Основні мікро- та макроелементи наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Вміст мінералів у порошку зі шпинату

Мінерал	Вміст (мг/100 г)	Задоволення добової потреби (у %)
Калій (K)	2130	45
Кальцій (Ca)	490	49
Магній (Mg)	150	38
Фосфор (P)	97	14
Залізо (Fe)	13,7	98
Цинк (Zn)	1,5	10
Мідь (Cu)	0,25	25

Значна кількість заліза в шпинатному порошку може бути використана для профілактики анемії. Високий рівень кальцію й калію позитивно впливає на кісткову систему та серцево-судинну діяльність. Мікроелементи, такі як мідь і цинк, беруть участь у ферментативних процесах.

3.1.2 Вітамінний склад порошку зі шпинату

Порошок зі шпинату також зберігає більшість жиророзчинних та водорозчинних вітамінів, особливо при дбайливому сушінні (наприклад, методом сублімації).

Порошок зі шпинату є потужним джерелом вітаміну К, який регулює згортання крові. Бета-каротин (провітамін А) забезпечує антиоксидантний захист та підтримує здоров'я зору. Вітамін С підвищує імунітет та сприяє засвоєнню заліза.

Сировина з високим вмістом антиоксидантів, вітамінів та мікроелементів вважається перспективною для функціонального харчування. Шпинатний

порошок може бути ефективно використаний як добавка до хлібобулочних, кондитерських та дієтичних продуктів.

Таблиця 3.3 – Вміст вітамінів у порошку зі шпинату

Вітамін	Вміст (мг/100 г)	Задоволення добової потреби (у %)
Вітамін А (у вигляді β -каротину)	21,5 мг	245 %
Вітамін С	42,7	71 %
Вітамін Е	9,2	61 %
Вітамін К	482 мкг	535 %
Вітаміни групи В:		
В ₁ (тіамін)	0,13	11 %
В ₂ (рибофлавін)	0,25	19 %
В ₉ (фолієва кислота)	185 мкг	46 %

Особливо слід відзначити високу концентрацію антиоксидантних сполук, включаючи флавоноїди, лютеїн і зеаксантин, що захищають клітини від вільних радикалів та уповільнюють процеси старіння.

Аналіз хімічного та вітамінного складу порошку зі шпинату підтверджує його високу біологічну цінність та функціональні властивості. Порошок є джерелом повноцінного рослинного білка, харчових волокон, незамінних мікро- та макроелементів (особливо заліза, кальцію, магнію) і вітамінів, зокрема А, С, Е, К та фолієвої кислоти.

Особливо важливою є наявність антиоксидантів (бета-каротин, вітамін Е, лютеїн), які підвищують харчову цінність готових виробів, покращують їх функціональну спрямованість і мають позитивний вплив на здоров'я споживачів.

Завдяки інтенсивному зеленому кольору, шпинатний порошок може слугувати не лише як харчова добавка, але й як природний барвник, що покращує зовнішній вигляд кексів без застосування синтетичних домішок. Високий вміст клітковини сприяє покращенню текстурних властивостей тіста, а

природна вологозв'язувальна здатність може позитивно впливати на структуру та свіжість готового виробу.

Таким чином, шпинатний порошок доцільно використовувати як функціональний інгредієнт у технології виробництва кексів з метою підвищення їхньої поживної цінності, покращення кольору, смаку, текстури та розширення асортименту оздоровчої продукції.

3.2 Органолептична оцінка порошку зі шпинату

Органолептичні властивості харчових інгредієнтів є важливими показниками якості, що безпосередньо впливають на прийняття продукту споживачем. Органолептична оцінка порошку зі шпинату дозволяє визначити його придатність для подальшого використання в борошняних виробах, зокрема кексах.

Таблиця 3.4 – Результати органолептичної оцінки порошку зі шпинату

Показник	Характеристика	Оцінка (балів)	Коментар
Зовнішній вигляд	Однорідний, дрібнодисперсний порошок	5,0	Без грудочок, без сторонніх включень
Колір	Насичений зелений, однорідний по всій масі	5,0	Відповідає натуральному кольору шпинату
Запах	Характерний для сушеного шпинату, без сторонніх	4,8	Свіжий, приємний, без пліснявих нот
Смак	Легко відчутний шпинатний, злегка трав'янистий	4,6	Природний, не гіркий, не солоний
Консистенція	Сипка, рівномірна, без грудочок	5,0	Добре розподіляється у воді та тісті
Середня оцінка	—	4,88	Висока загальна якість продукту

Дослідження проводилось методом дегустації з використанням п'ятибальної шкали за такими показниками: зовнішній вигляд, колір, запах, смак та консистенція.

Порошок мав однорідну консистенцію без злежуваності чи грудочок, із яскравим зеленим кольором, характерним для натурального листя шпинату. Така якість є результатом правильного процесу сушіння за низьких температур, що дозволяє зберегти пігменти (хлорофіл).

Запах продукту – приємний, характерний для висушеного шпинату, без сторонніх домішок, які могли б свідчити про мікробіологічне псування або окиснення. Смак натуральний, із легким трав'янистим відтінком, що робить його придатним для комбінації з солодкими або нейтральними смаками кексу.

Порошок добре розсіюється, має дрібнодисперсну структуру, легко змішується з іншими сипучими компонентами, не утворює грудок при введенні у рідину чи тісто.

Органолептичні показники порошку зі шпинату відповідають вимогам до харчової сировини високої якості. Його приємний натуральний запах і смак, насичений колір та хороша сипкість роблять його придатним для використання у виробництві кексів як натурального барвника та джерела біологічно активних речовин без негативного впливу на органолептику готового продукту.

3.3 Розробка рецептур кексів зі шпинатним борошном

У дослідженні було розроблено три рецептури кексів з додаванням шпинатного борошна у кількості 3 %, 5 % і 7 % до маси пшеничного борошна. Контрольний зразок виготовлявся за традиційною рецептурою без додавання шпинатного борошна. Всі інші інгредієнти зберігалися у незмінній кількості.

Таблиця 3.5 – Рецептури кексів

Інгредієнт	Контроль	Зразок 1 (3 %)	Зразок 2 (5 %)	Зразок 3 (7 %)
Борошно пшеничне, г	200	194	190	186
Шпинатне борошно, г	—	6	10	14
Цукор, г	100	100	100	100
Масло вершкове, г	100	100	100	100
Яйця, шт.	2	2	2	2
Молоко, мл	50	50	50	50
Розпушувач, г	5	5	5	5

Оптимізація рецептури за допомогою заміни частини пшеничного борошна на шпинатне дозволяє підвищити функціональну цінність виробу. При цьому технологічна схема виробництва залишається стабільною, без необхідності коригування кількості інших інгредієнтів.

3.4 Вплив шпинатного борошна на якість готових виробів

З метою оцінки впливу шпинатного борошна на якість готових виробів було проведено лабораторні дослідження за такими параметрами: вологість, пористість, кислотність, вміст жиру, вміст цукру та показник намокання. У таблиці наведено результати аналізу контрольного зразка (без додавання шпинатного борошна) та трьох експериментальних зразків, у які додавалося відповідно 3 %, 5 % та 7 % шпинатного борошна.

Таблиця 3.6 – Фізико-хімічні показники кексів

Показник	Контроль	Зразок 1 (3 %)	Зразок 2 (5 %)	Зразок 3 (7 %)
Вологість, %	22,1	22,6	23,0	23,4
Пористість, %	72,0	70,5	68,8	66,0
Кислотність, °Т	1,8	2,0	2,1	2,3
Жир, %	14,5	14,4	14,2	14,1
Цукор, %	28,1	27,8	27,6	27,4
Намокання, %	128	141	153	164

Вологість поступово підвищується зі збільшенням частки шпинатного борошна – з 22,1 % у контрольному зразку до 23,4 % у зразку 3. Це пояснюється високою гігроскопічністю шпинатного борошна, яке добре утримує вологу, що може позитивно впливати на термін зберігання виробів.

Пористість має тенденцію до зниження: з 72,0 % у контрольному зразку до 66,0 % у зразку 3. Це свідчить про те, що шпинатне борошно знижує утворення газової фази у тісті, частково замінюючи клейковинуутворюючу фракцію пшеничного борошна. Вироби стають більш щільними за структурою.

Кислотність зростає зі збільшенням вмісту шпинатного борошна (від 1,8 °Т до 2,3 °Т), що зумовлено природною кислотністю овочевої сировини. Значення залишаються в межах, допустимих для кондитерських виробів згідно з вимогами ДСТУ.

Жирова складова незначно знижується з 14,5 % до 14,1 %, що обумовлено частковим розведенням рецептури менш жирною рослинною сировиною. Зниження вмісту жиру позитивно відображається на зниженні калорійності продукту.

Вміст цукру знижується від 28,1 % у контрольному зразку до 27,4 % у зразку 3. Це може бути пов'язано як із заміщенням пшеничного борошна шпинатним, так і з особливостями розподілу води в тісті, що впливає на розчинність і часткову кристалізацію цукру.

Показник намокання також зростає зі збільшенням кількості шпинатного борошна: з 128 % у контрольному зразку до 164 % у зразку з 7 %. Це свідчить

про підвищену вологозв'язувальну здатність м'якуша, що позитивно позначається на текстурі та тривалості збереження свіжості. Намокання визначалося як кількість води (у відсотках до маси сухого зразка), яку м'якуш кексу може поглинути без руйнування структури.

3.5 Органолептична оцінка продукції

Для об'єктивної оцінки органолептичних властивостей кексів зі шпинатним порошком була проведена дегустація за участі експертної комісії у складі кваліфікованих спеціалістів у галузі харчових технологій та харчування. Дегустація проводилась у спеціально обладнаному дегустаційному залі при нейтральному освітленні та температурі 20 ± 2 °C.

Методика дегустації:

- зразки кексів (контрольний і зразки з 3 %, 5 % та 7 % шпинатного порошку) були представлені на дегустаційному столі у випадковому порядку, марковані кодами для виключення упередженості;
- оцінювалися п'ять основних показників: зовнішній вигляд, колір, запах, консистенція та смак;
- для кожного параметру експерти виставляли бали за п'ятибальною шкалою, де 5 – відмінно, 4 – добре, 3 – задовільно, 2 – задовільно з помітними недоліками, 1 – незадовільно;
- дегустація проводилась у динаміці на 1, 3, 5 та 7 день зберігання кексів з метою визначення змін органолептичних властивостей з часом;
- для очищення смакових рецепторів між дегустацією різних зразків експерти пили чисту воду.

В таблиці 3.7 наведені вимоги до органолептичних показників кексів та їх методика оцінки.

Таблиця 3.7 – Вимоги до органолептичних показників кексів

Органолептичний показник	Опис вимог	Оцінка за 5-бальною шкалою
1	2	3
Зовнішній вигляд	Рівномірна форма, відсутність деформацій, апетитний колір	5 – Ідеальний вигляд, привабливий та однорідний колір 4 – Добрий вигляд, незначні дефекти 3 – Задовільний, помітні недоліки 2 – Поганий вигляд, багато дефектів 1 – Незадовільний, неприйнятний вигляд
Колір	Натуральний, рівномірний, без плям	5 – Яскравий, природний, однорідний колір 4 – Добрий, з невеликими відхиленнями 3 – Задовільний, помітні нерівномірності 2 – Тьмянний, плямистий 1 – Неприйнятний колір, неприродний
Запах	Свіжий, характерний для кексів зі шпинатом	5 – Виразний, приємний, без сторонніх запахів 4 – Добрий запах, легкі недоліки 3 – Задовільний, слабкий аромат 2 – Запах дещо затхлий або сторонній 1 – Неприємний запах
Консистенція	Помірно пухка, волога, без сухості або надмірної вологості	5 – Оптимальна текстура, рівномірна структура 4 – Добра, незначні недоліки 3 – Задовільна, трохи суха або волога 2 – Низька якість текстури, груба або надто волога 1 – Неприйнятна текстура, занадто суха або сиріста

1	2	3
Смак	Гармонійний, з характерним смаком шпинату, без гіркоти	5 – Відмінний, збалансований, без сторонніх присмаків 4 – Добрий, з незначними недоліками 3 – Задовільний, слабо виражений смак 2 – Недостатньо приємний, присутні дефекти 1 – Неприйнятний, гіркий або сторонній смак

У таблиці 3.8 та на рис. 3.1 наведені результати дегустаційної оцінки контрольного зразка кексу (без шпинатного борошна) та трьох дослідних зразків зі вмістом шпинатного борошна 3 %, 5 % та 7 %. Оцінювання проводилось за п'ятибальною шкалою за такими показниками:

- зовнішній вигляд;
- колір;
- смак;
- аромат;
- консистенція;
- середня оцінка (усереднений бал за всі показники).

Таблиця 3.8 – Органолептична оцінка (за 5-бальною шкалою)

Показник	Контроль	Зразок 1 (3 % шпинатного борошна)	Зразок 2 (5 % шпинатного борошна)	Зразок 3 (7 % шпинатного борошна)
Зовнішній вигляд	5,0	4,8	4,7	4,5
Колір	5,0	4,5	4,2	4,0
Смак	5,0	4,7	4,5	4,2
Аромат	5,0	4,8	4,6	4,3
Консистенція	5,0	4,9	4,8	4,7

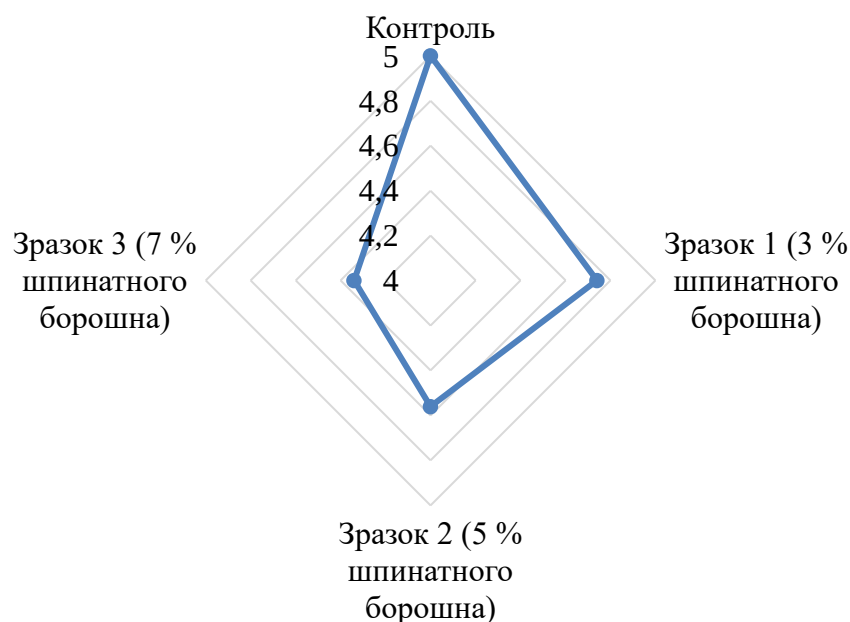


Рисунок 3.1 – Середні значення органолептичної оцінки дослідних зразків кексів

Контрольний зразок отримав максимально можливі 5 балів за всіма критеріями, що свідчить про високі органолептичні властивості традиційного виробу.

Зразок 1 (3% шпинатного борошна):

- зовнішній вигляд, аромат, консистенція та смак залишаються майже на рівні контрольного зразка (4,7 – 4,9 бала);
- колір дещо відрізняється від звичного, оцінений на 4,5 бала;
- середня оцінка – 4,74 бала, що вважається дуже високим показником.

Зразок 2 (5% шпинатного борошна):

- показники знижуються в усіх критеріях, особливо за кольором (4,2) та смаком (4,5);
- консистенція отримала 4,6 бала, що вказує на зміну структури тіста;
- середня оцінка – 4,56 бала, що відповідає хорошій якості.

Зразок 3 (7 % шпинатного борошна):

- найнижчі оцінки серед усіх варіантів;

- колір (4,0), аромат (4,3) та смак (4,2) значно відрізняються від стандартного уявлення про кекс;
- середня оцінка – 4,34 бала, що знаходиться на межі задовільного.

Найкращі органолептичні характеристики серед зразків зі шпинатним борошном продемонстрував зразок 1 (3%), який майже не поступається контрольному варіанту. Збільшення частки шпинатного борошна понад 5 % призводить до погіршення зовнішнього вигляду, кольору та смакових властивостей виробу.

Таким чином, оптимальним є використання 3 – 5 % шпинатного борошна, що дозволяє зберегти привабливість кексу при покращенні його харчової цінності.

3.6 Визначення харчової та біологічної цінності

Шпинатне борошно збагачує вироби харчовими волокнами, вітамінами (А, С, К) і залізом. Згідно з розрахунками, зразки з 5 % додаванням містили порівняно з контрольним зразком:

- клітковини – на 25 % більше;
- вітаміну К – у 4 рази більше;
- заліза – на 35 % більше;

Це дозволяє вважати кекси зі шпинатним борошном продуктом функціонального харчування.

Визначення харчової та біологічної цінності кексів зі шпинатним борошном проводилось з метою обґрунтування доцільності включення цього інгредієнта до рецептури виробу. При оцінюванні враховувались такі показники: калорійність, вміст білків, жирів, вуглеводів, клітковини, а також наявність вітамінів та мінеральних речовин.

Поживна цінність. У таблиці нижче наведені середні значення харчової цінності 100 г готового продукту:

Таблиця 3.9 – Поживна цінність кексів зі шпинатним борошном

Зразок	Калорійність, ккал	Білки, г	Жири, г	Вуглеводи, г	Клітковина, г
Контроль	390	6,1	14,5	59,0	0,4
Зразок 1 (3%)	386	6,4	14,4	58,0	0,9
Зразок 2 (5%)	382	6,6	14,2	56,8	1,3
Зразок 3 (7%)	379	6,9	14,1	55,7	1,8

З даних видно, що з підвищенням вмісту шпинатного борошна:

- калорійність знижується за рахунок меншої кількості вуглеводів;
- білкова складова дещо підвищується, що покращує загальну поживність виробу;
- вміст клітковини істотно зростає – майже у 4,5 рази в зразку з 7 % шпинатного борошна у порівнянні з контролем.

Шпинатне борошно є джерелом важливих мікронутрієнтів, зокрема:

- вітаміни: А, С, Е, К, група В;
- мінерали: калій, магній, залізо, кальцій;
- антиоксиданти: флавоноїди, бета-каротин.

Особливо важливим є вміст заліза та фолієвої кислоти, що робить кекси зі шпинатним борошном корисними для дітей, вагітних жінок і людей із залізодефіцитною анемією.

Загальна біологічна цінність продукту підвищується пропорційно кількості шпинатного борошна. Найвищу оцінку за цим критерієм отримав зразок 3 (7 %), проте за органолептичними властивостями він поступається іншим.

Отже додавання шпинатного борошна до рецептури дозволяє:

- збільшити вміст харчових волокон і мікроелементів;
- знизити енергетичну цінність;

- покращити функціональність виробу як продукту профілактичного харчування.

Оптимальне співвідношення з точки зору балансу між смаковими властивостями і харчовою цінністю – 5 % шпинатного борошна (зразок 2).

Висновки за розділом

Встановлено, що шпинатне борошно є високобіологічно цінною сировиною, що містить значні кількості заліза, кальцію, калію, антиоксидантів (флавоноїди, бета-каротин, лютеїн, зеаксантин), а також вітамінів А, С, Е, К і фолієвої кислоти. Ці речовини сприяють зміцненню імунної системи, профілактиці анемії, покращенню роботи серцево-судинної та кісткової систем, а також уповільненню процесів старіння.

Було розроблено три рецептури кексів із додаванням 3 %, 5 % та 7 % шпинатного борошна. Контрольний зразок не містив шпинатного борошна. Замінник не потребує змін у технології виробництва, зберігаючи стабільність технологічної схеми.

Найкращі показники за смаком, ароматом, консистенцією та зовнішнім виглядом отримали зразки з 3 % та 5 % шпинатного борошна. Зразок із 7 % мав нижчі оцінки через надто насичений колір, специфічний аромат і щільнішу структуру.

Найкращим варіантом за балансом органолептичних та функціональних характеристик є використання 5 % шпинатного борошна, яке забезпечує високу харчову цінність, достатню кількість клітковини та вітамінів, водночас не погіршуючи смакові властивості готового продукту.

Кекси зі шпинатним борошном є перспективними як продукти функціонального харчування, особливо корисні для дітей, вагітних жінок, людей із залізодефіцитною анемією та осіб, які прагнуть зменшити калорійність раціону без втрати поживності.

4 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ

4.1 Загальна характеристика технології

Технологія виробництва кексів зі шпинатним борошном базується на класичній технології приготування борошняних кондитерських виробів із додаванням спеціального інгредієнта – шпинатного борошна. Додавання шпинатного борошна покликано підвищити харчову цінність виробу за рахунок збагачення клітковиною, вітамінами та мінералами.

4.2 Опис основних етапів технологічного процесу

Схема технологічного процесу виробництва кексу «Шпинатний» представлена рисунку 4.1.

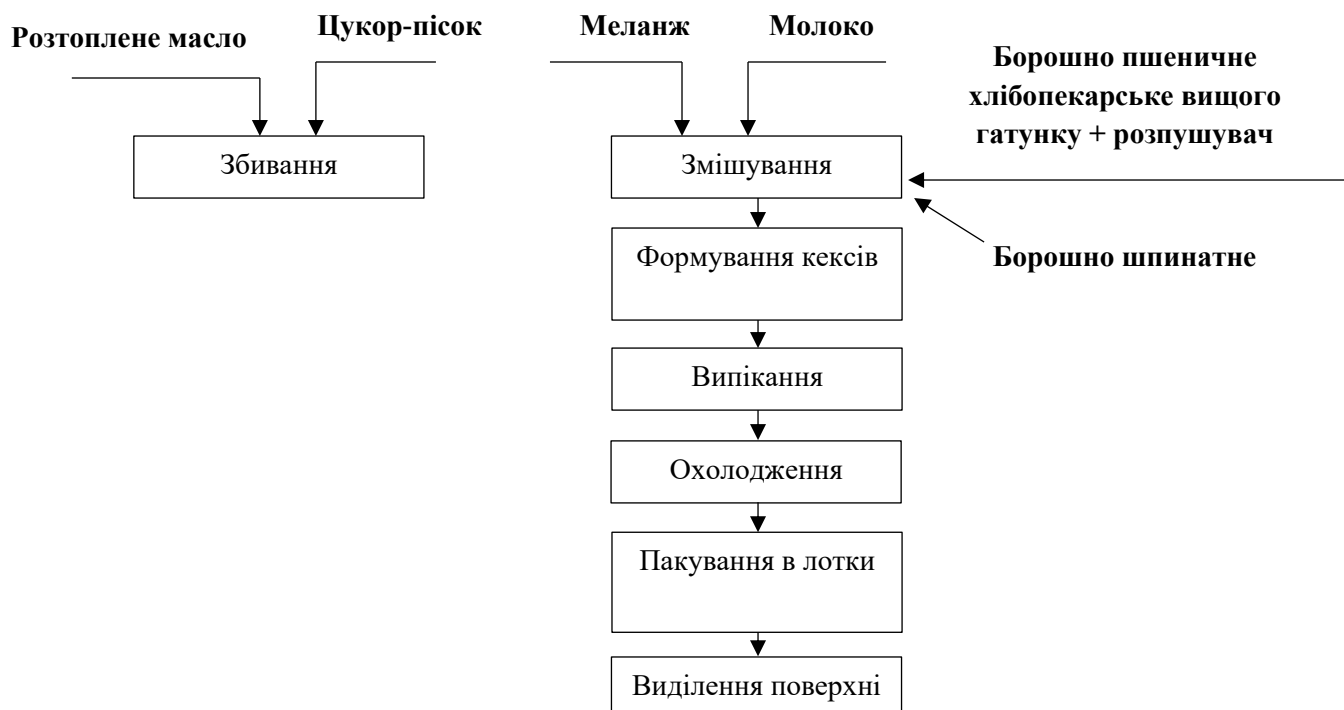


Рисунок 4.1 – Схема технологічного процесу виробництва кексу «Шпинатний»

Підготовка сировини. На початковому етапі всі інгредієнти, передбачені рецептурою, піддаються ретельній підготовці. Цукор, пшеничне борошно та шпинатне борошно просіваються через сито з розміром отворів 1 – 1,5 мм для видалення сторонніх частинок і забезпечення однорідності маси. Масло вершкове перевіряється на наявність сторонніх запахів і смаку, має бути пластичним, однорідним за структурою. Яйця підлягають огляду, проходять перевірку методом овоскопії на цілісність шкаралупи та якість вмісту. Молоко використовується пастеризоване або кип'ячене, його органолептичні властивості перевіряються перед використанням.

Шпинатне борошно додатково перевіряється на наявність сторонніх домішок (піску, дрібних камінців, волокон), а також на вологість, колір та запах, що мають відповідати нормативним показникам. Особлива увага приділяється однорідності помелу та ступеню висушування шпинатного порошку, що напряму впливає на якість кінцевого виробу.

Замішування тіста. На цьому етапі вершкове масло збивається з цукром у міксері або планетарній машині до утворення легкої пухкої маси світло-жовтого кольору. Тривалість збивання становить 4 – 6 хвилин залежно від температури масла та потужності обладнання. Після цього по одному вводяться яйця кімнатної температури, забезпечуючи їх повне перемішування з основною масою. Потім додається молоко, яке слугує додатковим зволожувачем і поліпшує структуру тіста.

Окремо змішуються просіяне пшеничне борошно, шпинатне борошно та розпушувач тіста у співвідношеннях згідно з рецептурною частиною. Суха суміш поступово вводиться у рідку частину тіста при безперервному помішуванні на низьких обертах. Замішування триває 5 – 7 хвилин при температурі навколишнього середовища 20 – 22 °С до отримання однорідної маси з гладкою текстурою, без грудочок.

Формування виробів. Готове тісто дозується за допомогою кондитерських мішків, ложок або порційних дозаторів у паперові або змащені металеві формочки для кексів. Форми заповнюються приблизно на 2/3 об'єму, що

дозволяє тісту вільно підніматися під час випікання. Надмірне наповнення форм може призвести до деформації виробу та порушення структури.

Випікання. Випікання відбувається у попередньо розігрітій конвекційній або електричній печі при температурі 180 – 190 °С. Тривалість термічної обробки становить 25 – 30 хвилин залежно від розміру форм і характеристик печі. У процесі випікання відбувається підйом тіста, закріплення структури виробу та формування хрусткої скоринки. Готовність визначають візуально (золотистий колір верхівки) та за допомогою шпажки, яка після проколу має залишатися сухою.

Охолодження. Після випікання кекси витягують з печі та залишають у формах на 10 – 15 хвилин для стабілізації структури. Далі вироби обережно виймають і розміщують на решітках або стелажах для остаточного охолодження при кімнатній температурі (18 – 22 °С). Процес триває не менше 1 години, що запобігає утворенню конденсату при подальшому пакуванні.

Упаковка та маркування. Повністю охолоджені кекси фасуються у споживчу тару – полімерні пакети, лотки з плівкою або картонні коробки, що забезпечують герметичність і захист від зовнішніх факторів. На упаковку наноситься етикетка відповідно до вимог Технічного регламенту щодо маркування харчових продуктів, із зазначенням складу, маси нетто, дати виготовлення, терміну придатності, умов зберігання та інформації про виробника.

Зберігання. Готові вироби зберігаються у чистих, сухих приміщеннях із доброю вентиляцією. Оптимальна температура зберігання – не вище +20 °С, відносна вологість повітря – не більше 75 %. За таких умов кекси зберігають свої органолептичні властивості протягом 5 діб з моменту виготовлення. Не допускається зберігання поряд із продуктами, що мають різкий запах або підвищену вологість.

4.3 Органолептичні показники якості та показник намокання кексів зі шпинатним порошком під час зберігання

Для оцінки впливу шпинатного порошку на якість кексів було виготовлено три дослідні зразки зі шпинатним порошком у концентрації 3 %, 5 % та 7 % до маси борошна, а також контрольний зразок без додавання порошку. Дослідження проводились у динаміці протягом 7 днів зберігання за умов: температура 20 ± 2 °C, відносна вологість повітря 75 ± 5 %.

4.3.1 Органолептична оцінка якості

Оцінювання здійснювали за такими показниками: зовнішній вигляд, форма, колір, запах, консистенція, смак – за 5-бальною шкалою. Середні бали вираховувалися за результатами дегустації.

Таблиця 4.1 – Органолептична оцінка якості кексів зі шпинатним порошком протягом зберігання

День зберігання	Зразок	Зовнішній вигляд	Колір	Запах	Консистенція	Смак	Середній бал
1-й день	Контроль	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
	Зразок 1	5,0	4,7	4,9	5,0	4,8	4,9
	Зразок 2	4,9	4,5	4,7	4,9	4,6	4,7
	Зразок 3	4,8	4,2	4,5	4,8	4,3	4,5
3-й день	Контроль	4,9	5,0	4,9	4,8	4,8	4,9
	Зразок 1	5,0	4,6	4,8	4,8	4,7	4,8
	Зразок 2	4,8	4,4	4,6	4,7	4,4	4,6
	Зразок 3	4,7	4,1	4,4	4,6	4,1	4,4
5-й день	Контроль	4,8	4,9	4,8	4,6	4,7	4,8
	Зразок 1	4,9	4,5	4,6	4,6	4,6	4,6
	Зразок 2	4,7	4,3	4,4	4,5	4,2	4,4
	Зразок 3	4,6	4,0	4,2	4,4	4,0	4,2
7-й день	Контроль	4,7	4,9	4,7	4,4	4,6	4,7
	Зразок 1	4,8	4,4	4,5	4,4	4,4	4,5
	Зразок 2	4,6	4,1	4,2	4,3	4,0	4,2
	Зразок 3	4,5	3,8	4,0	4,1	3,8	4,0

На рисунку 4.2 представлено загальну органолептичну оцінку зразків кексів протягом зберігання.

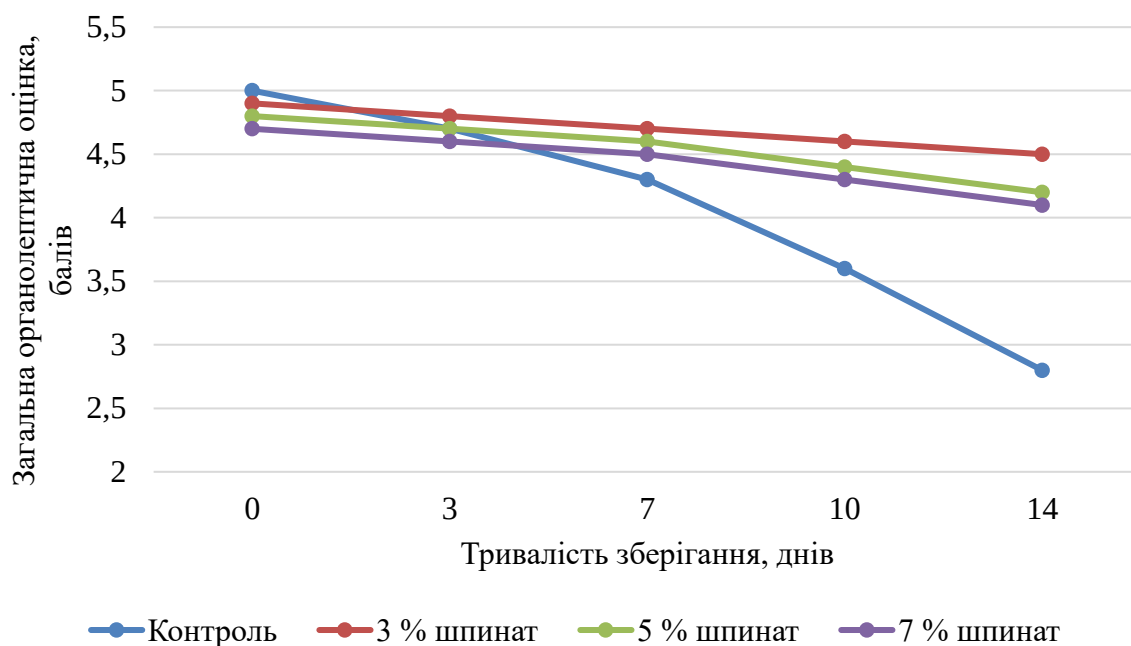


Рисунок 4.2 – Загальна органолептична оцінка зразків кексів протягом зберігання

Кекси з 3 % шпинатного порошку найкраще зберігали органолептичні характеристики. У зразках із 5 % і 7 % відмічалось поступове зниження балів за кольором та смаком, що пояснюється зростанням концентрації активних компонентів шпинату. Найменш привабливими за смаковими якостями виявилися вироби з 7 % шпинатного порошку, проте навіть вони зберігали задовільні оцінки до 5-го дня зберігання.

Оптимальним терміном реалізації кексів з додаванням 5 – 7 % шпинатного порошку є до 14 діб, при цьому зберігаються прийнятні показники якості. Контрольний зразок втрачає якість значно швидше – до 7 – 10 діб. Додавання шпинатного порошку покращує збереження структури та смаку виробів, що пов'язано з гігроскопічними властивостями клітковини шпинату та його антиоксидантним складом.

4.3.2 Показник намокання

Вологопоглинальну здатність кексів оцінювали гравіметричним методом. Показник намокання визначався як відсоток води, яку здатна ввібрати структура кексу, і є індикатором його вологості та збереження м'якості під час зберігання.

Таблиця 4.2 – Динаміка показника намокання кексів, %

День зберігання	Контроль	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3
1-й день	28,5	31,4	33,8	36,2
3-й день	25,1	28,7	30,5	33,1
5-й день	21,7	25,2	27,6	30,3
7-й день	18,4	21,6	24,0	27,1

Усі зразки з додаванням шпинатного порошку показали вищу вологопоглинальну здатність у порівнянні з контрольним. Найвищий показник спостерігався у зразків із 7 % порошку, що свідчить про добру водозатримуючу здатність клітковини шпинату. Це може бути корисним для подовження терміну зберігання, однак надмірна волога призводить до погіршення текстури й смакових властивостей.

На основі проведених досліджень можна зробити висновок, що шпинатний порошок сприяє кращому утриманню вологи в структурі кексу та уповільнює погіршення органолептичних властивостей.

4.4 Реологічні дослідження тіста для кексів із додаванням шпинатного порошку

Реологічні властивості тіста – це один із ключових показників, що характеризує його поведінку під час замішування, формування, дозування та випікання. Додавання шпинатного порошку до рецептури кексів може змінювати консистенцію, вологозв'язувальну здатність і структуру тіста, що, у свою чергу, впливає на якість готового виробу.

Для визначення реологічних властивостей тіста використовували лабораторний вискозиметр з насадкою для густих мас. Дослідження проводили за температури 25 °С. Вимірювали показники:

- в'язкість тіста, Па·с;
- тіксотропність (відновлення структури після навантаження), %;
- пластичність/розтяжність маси;
- стабільність тіста упродовж 30 хв.

Досліджували чотири зразки: контрольний (без додавання шпинату) та зразки зі шпинатним порошком у концентрації 3 %, 5 % та 7 % до маси борошна.

Таблиця 4.3 – Реологічні характеристики тіста кексів зі шпинатним порошком

Показник	Контроль (0 %)	Зразок 1 (3 %)	Зразок 2 (5 %)	Зразок 3 (7 %)
В'язкість тіста, Па·с	12,4	13,8	15,1	16,6
Тіксотропність, %	78	76	72	69
Пластичність тіста (бали, максимум 5)	4,8	4,6	4,4	4,1
Стабільність протягом 30 хв, %	93	92	90	88

В'язкість тіста зростала зі збільшенням концентрації шпинатного порошку. Це пояснюється високим вмістом клітковини у шпинаті, яка має здатність утримувати воду. При цьому тісто ставало густішим, менш текучим, що може вимагати коригування рецептури (зокрема, кількості вологи або жиру).

Тіксотропність, яка характеризує здатність тіста відновлювати свою структуру після механічного впливу, зменшувалась із підвищенням дози шпинату. Це може вказувати на поступове зниження еластичності тіста через взаємодію клітковини з гідратованими білками та крохмалем.

Пластичність тіста, визначена експертною оцінкою під час формування, також знижувалась. Тісто із 7 % шпинату виявилось найменш еластичним і гірше піддавалось дозуванню у форми.

Стабільність тіста (здатність зберігати структуру протягом певного часу) залишалась високою в усіх зразках, хоча й спостерігалась незначна тенденція до зниження з ростом концентрації шпинату.

4.5 Дослідження терміну зберігання кексів із шпинатним порошком

Для визначення оптимального терміну зберігання та реалізації кексів із різним вмістом шпинатного порошку (3 %, 5 %, 7 %) шляхом аналізу змін вологовмісту, органолептичних властивостей та зовнішнього вигляду впродовж 14 днів.

Дослідження терміну придатності проводили при температурі $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$, відносній вологості 60 – 70 % в паперово-полімерних пакетах.

Оцінювання проводили кожні 3 дні впродовж 14 днів.

Візуальний контроль проводили за ознаками плісняви, потемніння, осідання.

Вимірювання вологості проводили методом висушування до постійної маси.

Оцінку органолептичних властивостей здійснювали за зовнішнім виглядом, запахом, смаком, консистенцією дегустаційною комісією.

Висновки за розділом

Встановлено, що оптимальною концентрацією шпинатного порошку виявилось 5 % – цей варіант забезпечив стабільні органолептичні характеристики та покращену вологозатримуючу здатність.

Додавання шпинатного порошку позитивно впливає на збереження м'якості виробів під час зберігання, що дозволяє рекомендувати його як

функціональну добавку при виробництві кексів з подовженим терміном зберігання.

Додавання шпинатного порошку у кількості до 5 % незначно змінює реологічні властивості тіста і не викликає істотних технологічних ускладнень. При концентрації 7 % спостерігається значне підвищення в'язкості та зниження еластичності, що може потребувати коригування рецептури з метою забезпечення потрібної структури та технологічності тіста. Найоптимальнішим варіантом із погляду збереження реологічних властивостей є зразок із 3 – 5 % шпинатного порошку.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ

5.1 Розроблення картки з охорони праці для працівників цеху з виробництва борошняних кондитерських виробів

На рисунку 5.1 приведено карту безпеки праці під час виробництва борошняних кондитерських виробів, зокрема кексів, яка охоплює основні зони ризику, потенційні небезпеки та заходи безпеки.

1. Підготовка сировини 1.1 Небезпеки: порізи при відкритті упаковок; слизька підлога через розсипане борошно чи пролиту рідину. 1.2 Заходи: засоби індивідуального захисту (ЗІЗ): рукавички, закрите взуття з нековзкою підошвою; своєчасне прибирання розсипів/розливів; використання ножів лише за призначенням.	2. Приготування тіста 2.1 Небезпеки: обертові частини мішалок і міксерів; електричний струм. 2.2 Заходи: ЗІЗ: захисний одяг, волосся – під сіткою/шапочкою; техніка безпеки при роботі з обладнанням: вимикати перед чищенням або ремонтом; заборонено класти руки всередину працюючої машини.
3. Випікання 3.1 Небезпеки: висока температура печей; опіки. 3.2 Заходи: ЗІЗ: термостійкі рукавиці, фартухи; чітке маркування гарячих зон; встановлення огорож біля печей.	4. Охолодження та транспортування 4.1 Небезпеки: механічні травми при використанні транспортерів; падіння через необережність. 4.2 Заходи: інструктаж щодо роботи з конвеєрами; вільні проходи; заборонено торкатись рухомих частин.
5. Упаковка 5.1 Небезпеки: повторювальні рухи, перевтома, тендітні; ризик порізів (ножі, крайки упаковок). 5.2 Заходи: ергономічне робоче місце; перерви кожні 1,5 – 2 години; безпечні інструменти для розрізання.	6. Прибирання і санітарія Небезпеки: контакт із хімічними речовинами; слизька підлога після миття. Заходи: ЗІЗ: гумові рукавички, фартух, окуляри; використання лише дозволених мийних засобів; застережні знаки «Обережно, слизько!»
7. Загальні правила Постійне проходження інструктажу з охорони праці. Медичні огляди згідно з вимогами. Наявність аптечки та плану евакуації. Заборонено працювати в стані алкогольного чи наркотичного сп'яніння.	

Рисунок 5.1 – Карта безпеки праці під час виробництва борошняних кондитерських виробів

5.2 Утилізація відходів під час виробництва борошняних кондитерських виробів

Утилізація відходів виробництва бісквітів – важливий аспект забезпечення екологічної безпеки та економічної ефективності підприємства. Відходи можуть бути як харчового, так і нехарчового походження, і кожна група має свої методи утилізації.

Основні типи відходів бісквітного виробництва:

1. Харчові відходи:

- обрізки бісквітів, крихти, зіпсована продукція;
- надлишки тіста або крему;
- непридатні для реалізації залишки продукту після закінчення терміну

придатності.

2. Упаковка та допоміжні матеріали:

- папір, картон, пластик;
- плівки, етикетки, залишки клейових матеріалів.

3. Технічні відходи:

- води після миття обладнання (з високим вмістом органіки);
- витяжне повітря, насичене ароматами та пилом.

Способи утилізації відходів наступні:

1. Повторне використання у виробництві:

- крихти й обрізки можна використовувати як інгредієнти для нових продуктів (наприклад, у тістечках або кексах);
- частково придатні для споживання продукти – як корм для тварин (після відповідної сертифікації).

2. Компостування:

- харчові органічні відходи можуть бути компостовані, особливо якщо підприємство має угоду з аграрними компаніями або фермерськими господарствами.

3. Біогазові установки:

- зброджування органічних відходів для виробництва біогазу – екологічно вигідне рішення.

4. Рециклінг упаковки:

- папір, картон і пластик направляються на спеціалізовані підприємства для переробки.

5. Спалювання або захоронення:

- використовується лише як останній варіант для непридатних або небезпечних відходів, що не піддаються іншим видам утилізації.

Додаткові заходи:

- сортування відходів на етапі утворення;
- навчання персоналу поводженню з відходами;
- впровадження систем екологічного менеджменту (наприклад, ISO 14001).

Висновки за розділом

Розроблено карту безпеки праці працівників цеху з виробництва борошняних кондитерських виробів, розглянуто шляхи утилізації відходів під час виробництва борошняних кондитерських виробів.

6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

6.1 Витрати на проведення досліджень

Складений кошторис витрат слугує основою для визначення фінансових потреб, пов'язаних із проведенням наукових досліджень. У ньому враховуються такі складові, як витрати на матеріальні ресурси, спожиту електроенергію, заробітна плата працівників, амортизаційні нарахування та накладні витрати.

Вартість основних і допоміжних матеріалів обчислюється за такою формулою:

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

де m_1 – кількість витраченого матеріалу;

C_1 – вартість одиниці витраченого матеріалу, грн/кг.

У таблиці 6.1 представлено результати розрахунків щодо вартості матеріалів.

Таблиця 6.1 – Обсяги необхідних основних матеріалів та їхня вартість

Найменування, одиниці	Кількість	Ціна, грн.	Сума, грн.
Борошно пшеничне, кг	0,8	22,00	17,60
Шпинатне борошно, кг	0,03	800,00	24,00
Цукор, кг	0,4	35,00	14,00
Масло вершкове, кг	0,4	120,00	48,00
Яйця, шт.	8	4,00	32,00
Молоко, л	0,2	43,00	8,6
Розпушувач, уп	4	3,00	12
Всього			156,20

Таблиця 6.2 містить результати обчислення витрат на заробітну плату учасників дослідження, яка визначається шляхом множення середньої погодинної оплати праці на загальну кількість відпрацьованих годин.

Таблиця 6.2 – Розрахунок витрат на заробітну плату учасників наукового дослідження

Посада	Середньомісячний заробіток, грн	Середньочасовий заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Керівник робіт	8300	49,40	15	741,00
Всього				741,00

Нарахування на заробітну плату становить 22 % від загального обсягу оподаткованої суми, що підлягає єдиному соціальному внеску:

$$H = \frac{741,00 \cdot 22}{100} = 163,02 \text{ грн.}$$

Розрахунок вартості спожитої електроенергії здійснюється за наступною формулою:

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

де M – загальна потужність лабораторного устаткування, кВт;

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

T – час роботи дослідного устаткування, год;

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

Витрати на енергоспоживання обладнання, що використовується для змішування рецептурних компонентів:

$$E_{\text{змішувач}} = 1,3 \cdot 0,9 \cdot 4 \cdot 6,4 = 29,95 \text{ грн.}$$

Витрати на енергоспоживання обладнання, що використовується для випікання кексів:

$$E_{\text{випікання}} = 2,4 \cdot 0,9 \cdot 24 \cdot 6,4 = 331,78 \text{ грн.}$$

Вартість витрат електроенергії на ПК:

$$E_{\text{п.к.}} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 200 \cdot 6,4 = 1036,8 \text{ грн.}$$

Сумарні затрати на електроенергію:

$$E_{\text{заг}} = E_{\text{змішування}} + E_{\text{випікання}} + E_{\text{п.к.}} = 29,95 + 331,78 + 1036,8 = 1398,53 \text{ грн.}$$

На основі рівняння 6.3 розраховується сума амортизаційних витрат на обладнання, задіяне під час проведення дослідження:

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 365}, \quad (6.3)$$

де A – відрахування на амортизацію обладнання, грн;

Φ – вартість обладнання, грн;

H – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на устаткуванні, днів;

365 – тривалість року.

У таблиці 6.3 наведені результати розрахунків амортизаційних відрахувань.

Таблиця 6.3 – Результати розрахунків витрат на амортизацію обладнання

Устаткування	Вартість, грн.	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн.
Змішувач	19800,0	10	1	5,42
Пароконвектомат	38000,0	10	3	31,23
Персональний комп'ютер	20800,0	24	25	341,91
Всього				379,56

Накладні витрати, що стосуються технічного обслуговування та організації виробничого процесу, охоплюють виплати обслуговуючому та адміністративному персоналу. Витрати на технічне обслуговування обладнання становлять 80 % від розрахункової заробітної плати дослідника:

$$\frac{(741,00 \cdot 80)}{100} = 592,80 \text{ грн.}$$

Розрахункова вартість проведення лабораторного дослідження приведена в таблиці 6.4.

Таблиця 6.4 – Розрахункова вартість дослідження

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали (ОМ)	156,20
Заробітна плата (ЗП)	741,00
Нарахування на заробітну плату (НЗП)	163,02
Електроенергія (Е)	1398,53
Амортизація (А)	379,56
Накладні витрати (НВ)	592,80
Всього	3131,11

На основі проведеного аналізу, основними та найзначущими витратами є витрати на заробітну плату та електроенергію, які займають провідні позиції у загальній структурі витрат.

6.2 Визначення вартості дослідження

Оскільки дослідження має фундаментальний характер, розрахунок вартості здійснювався з урахуванням витрат та очікуваної прибутковості від його проведення:

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

де $Ц$ – вартість дослідження, грн;

C – витрати на дослідження, грн;

P – нормативна рентабельність ($P = 30$), %.

$$Ц = 3431,11 + \frac{30 \cdot 3431,11}{100} = 4460,44 \text{ грн.}$$

Загальна сума витрат, пов'язаних із проведенням досліджень, становить 4460,44 грн.

Висновки за розділом

На основі проведеного аналізу встановлено, що основними та найзначущими витратами є витрати на заробітну плату (741,00 грн) та витрати електроенергію (1398,53 грн), які займають провідні позиції у загальній структурі витрат.

Загальна сума витрат, пов'язаних із проведенням досліджень, становить 4460,44 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Встановлено, що шпинатне борошно є високобіологічно цінною сировиною, що містить значні кількості заліза, кальцію, калію, антиоксидантів (флавоноїди, бета-каротин, лютеїн, зеаксантин), а також вітамінів А, С, Е, К і фолієвої кислоти. Ці речовини сприяють зміцненню імунної системи, профілактиці анемії, покращенню роботи серцево-судинної та кісткової систем, а також уповільненню процесів старіння.

Було розроблено три рецептури кексів із додаванням 3 %, 5 % та 7 % шпинатного борошна. Контрольний зразок не містив шпинатного борошна. Замінник не потребує змін у технології виробництва, зберігаючи стабільність технологічної схеми.

Найкращі показники за смаком, ароматом, консистенцією та зовнішнім виглядом отримали зразки з 3 % та 5 % шпинатного борошна. Зразок із 7 % мав нижчі оцінки через надто насичений колір, специфічний аромат і щільнішу структуру.

Найкращим варіантом за балансом органолептичних та функціональних характеристик є використання 5 % шпинатного борошна, яке забезпечує високу харчову цінність, достатню кількість клітковини та вітамінів, водночас не погіршуючи смакові властивості готового продукту.

Кекси зі шпинатним борошном є перспективними як продукти функціонального харчування, особливо корисні для дітей, вагітних жінок, людей із залізодефіцитною анемією та осіб, які прагнуть зменшити калорійність раціону без втрати поживності.

Встановлено, що оптимальною концентрацією шпинатного порошку виявилось 5 % – цей варіант забезпечив стабільні органолептичні характеристики та покращену вологозатримуючу здатність.

Додавання шпинатного порошку позитивно впливає на збереження м'якості виробів під час зберігання, що дозволяє рекомендувати його як

функціональну добавку при виробництві кексів з подовженим терміном зберігання.

Додавання шпинатного порошку у кількості до 5 % незначно змінює реологічні властивості тіста і не викликає істотних технологічних ускладнень. При концентрації 7 % спостерігається значне підвищення в'язкості та зниження еластичності, що може потребувати коригування рецептури з метою забезпечення потрібної структури та технологічності тіста. Найоптимальнішим варіантом із погляду збереження реологічних властивостей є зразок із 3 – 5 % шпинатного порошку.

Розроблено карту безпеки праці працівників цеху з виробництва борошняних кондитерських виробів, розглянуто шляхи утилізації відходів під час виробництва борошняних кондитерських виробів.

На основі проведеного аналізу встановлено, що основними та найзначущими витратами є витрати на заробітну плату (741,00 грн) та витрати електроенергію (1398,53 грн), які займають провідні позиції у загальній структурі витрат.

Загальна сума витрат, пов'язаних із проведенням досліджень, становить 4460,44 грн.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Новікова О. В. (2017). Технологія виробництва хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів (2-ге вид., переробл. та доп.). Київ: Ліра-К. 540 с.
2. Ростовський В.С., Кукуєва О.М. (2024). Технологія виробництва борошняних кондитерських виробів. Абетка кондитерського мистецтва. Київ: Кондор. 497 с.
3. Лисюк Г.М. (ред.) (2023). Технологія борошняних кондитерських і хлібобулочних виробів (навч. посібник). Суми: Університетська книга. 466 с.
4. Зайцева Г.Т., Горпинко Т.М. (2002). Технологія виготовлення борошняних кондитерських виробів. Київ: Вікторія. 565 с.
5. Стукальська, Н. М., & Богдан, О. С. (2023). Вплив цитрусового пектину на якість борошняних кондитерських виробів. Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки, (6), 201-209.
6. Черевко О. І., Пересічний М. І., Лопушанська О. А. Інноваційні технології оздоровчих борошняних виробів: навч. посіб. Харків: ХДУХТ, 2019. 254 с.
7. Сіранчук О. В., Кардаш С. М. Удосконалення технології кексів функціонального призначення з додаванням овочевих інгредієнтів // Харчова промисловість. 2021. № 2. С. 40–45.
8. Мельничук З. З., Кісіль І. М. Перспективи використання овочевої сировини у виробництві борошняних кондитерських виробів // Продовольчі ресурси. 2020. № 4. С. 55–60.
9. Ільчук В. В., Гірняк Н. С. Дослідження впливу овочевого порошку на якість та харчову цінність кондитерських виробів // Вісник НУХТ. 2022. Т. 28, № 1. С. 90–96.
10. Ткаченко С. В., Лещенко Н. В. Технологія виготовлення оздоровчих кексів із використанням шпинатного порошку // Обладнання та технології харчових виробництв. 2023. № 28. С. 21–26.

11. Бєлова І. Ю., Савчук В. М. Використання шпинату в технології функціонального харчування // Наукові праці НУХТ. 2019. № 25. С. 112–117.
12. Сидоренко І. І. Технологічні аспекти використання овочевих порошків у хлібопекарських виробках. Київ: НУХТ, 2020. 144 с.
13. Півоваров О.А., Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційний інжиніринг в окремих галузях харчового виробництва. Дніпро: ФОП Обдимко О.С., 2022. 407 с.
14. Kovaliova O, Pivovarov O, Vasylieva N, Koshulko V. Obtaining of rice malt with the use of plasma-chemically activated aqueous solutions. Food science and technology. 2022;16(4):64-76. <https://doi.org/10.15673/fst.v16i4.2542>
15. 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>
16. 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.
17. 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>
18. Pivovarov O., Kovalova O., Koshulko, V. Disinfection of marketable eggs by plasma-chemically activated aqueous solutions. Food Science and Technology. 2022. 16(1). P. 101-111. <https://doi.org/10.15673/fst.v16i1.2289>
19. Pivovarov O., Kovaliova O., Koshulko V. Effect of plasmochemically activated aqueous solution on process of food sprouts production // Ukrainian Food

Journal. 2020. Volume 9. Issue 3. P. 575-587. DOI: <https://doi.org/10.24263/2304-974X-2020-9-3-7>

20. Вінк, А. В., & Стеценко, Н. О. (2014). Розроблення рецептури кексів, збагачених екстрактом стевії та шротом насіння льону.

21. Галушко, М. В. (2021). Проєкт виробництва безглютенових кексів з гречаного борошна, збагачених порошком керобу.

22. Waseem M., Akhtar S., Manzoor M. F., Mirani A. A., Ali Z., Ismail T. et al. Nutritional characterization and food value addition properties of dehydrated spinach powder // Food Science & Nutrition. 2021. Vol. 9, № 2. P. 1213–1221. DOI: 10.1002/fsn3.2110

23. Asghari-pour S., Noshad M., Nasehi B., Ghasemi P. The effect of spinach powder and egg-shell powder on physicochemical and edible qualities of gluten-free cake // Journal of Nutrition and Food Security. 2020. Vol. 5, Issue 1. DOI: 10.18502/jnfs.v5i1.2315.

24. Sapozhnikov A. N., Rozhdestvenskaya L. N., Kopylova A. V. Quality evaluation of bakery products enriched with spinach // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. Vol. 346. Art. 012062. DOI: 10.1088/1755-1315/346/1/012062.

25. Belemets T., Radzievskaya I., Yushchenko N., Kuzmyk U. Prospects of using spinach in production technology of chapatti of wholegrain flour // EUREKA: Life Sciences. 2020. № 4. P. 26–33. DOI: 10.21303/2504-5695.2020.001381.

26. Ковальова О.С. Інноваційна технологія знезараження зеленого солоду з використанням плазмохімічно активованих водних розчинів. The 1th International scientific and practical conference “Current issues of science and integrated technologies” (January 10 - 13, 2023) Milan, Italy. International Science Group. 2023. С.702-704. <https://doi.org/10.46299/ISG.2023.1.1>

27. Dickinson E. Hydrocolloids at interfaces and the influence on the properties of dispersed systems // Food Hydrocolloids. 2003. Vol. 17, № 1. P. 25–39. DOI: 10.1016/S0268-005X(01)00120-5.

28. Ковальчук Х. І., Ткаченко А. С., Губа Л. М. Розробка нових кексів із внесенням нетрадиційної сировини, збагачених мінеральними речовинами та вітамінами // Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. Серія «Технічні науки». 2020. № 1. С. 12–18. DOI: 10.37734/2518-7171-2020-1-5.
29. Палько Н. С., Давидович О. Я., Заяць С. В., Горобець О. М. Удосконалення технології кексів з використанням нетрадиційної сировини // Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. Серія «Технічні науки». 2024. № 2. С. 20–27. DOI: 10.37734/2518-7171-2024-2-2.
30. Kovaliova, O., Vasylieva, N., Stankevych, S., Zabrodina, I., Mandych, O., Hontar, T., Haliasnyi, I., Kotliar, O., Yanchyk, O., Bogatov, O. (2023). Development of a technology for the production of germinated flaxseed using plasma-chemically activated aqueous solutions. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4 (11 (124)), 6–19. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.284810>
31. Челябієва В. М., Семенюк О. Ю., Гаврик М. В. Використання нетрадиційної сировини у кондитерському виробництві // Технічні науки та технології. 2021. № 3. С. 35–42.
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. Ряполова І. О., Микулінська Д. А. Досвід застосування нетрадиційної сировини функціонального призначення у борошняних кондитерських виробках // Таврійський науковий вісник. Серія «Технічні науки». 2021. № 1. С. 45–52. DOI: 10.32851/tnv-tech.2021.1.6.
34. Kovalova, O., Vasylieva, N., Haliasnyi, I., Gavrish, T., Dikhtyar, A., Andrieieva, S., Didukh, N., Balandina, I., Obolentseva, L., Hirenko, N. (2023). Development of buckwheat groats production technology using plasma-chemically

activated aqueous solutions. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6 (11 (126)), 59–72. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.290584>

35. Belemets T., Радзиевська І., Ющенко Н., Кузмик У. Перспективи використання шпинату в технології чапаті // EUREKA: Life Sciences. 2020. № 4. С. 26–33.

36. Ковальова О.С., Почтар В.О. Особливості знезараження мікрозелені руколи. The 10th International scientific and practical conference “Modern methods of applying scientific theories” (March 14–17, 2023) Lisbon, Portugal. International Science Group. 2023. С. 463-466. <https://doi.org/10.46299/ISG.2023.1.10>

37. Кернична, І. З., Івануса, І. Б., & Михалків, М. М. (2015). Визначення елементного складу шпинату городнього (*Spinacia oleracea* L.) родини лободових (*Chenopodiaceae*). Медична та клінічна хімія, (17, № 4), 84-86.