

**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 «Магістр»  
на тему:

**Обґрунтування технології виробництва кексів з  
використанням продуктів переробки насіння  
кіноа**

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

\_\_\_\_\_ Дмитро КОЗЛОВ

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Наталія СОБА

Дніпро 2025

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
Інженерно-технологічний факультет

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

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Завідувач кафедри  
харчових технологій,  
кандидат технічних наук, доцент  
\_\_\_\_\_ Віталій КОШУЛЬКО

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 р.

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

Козлову Дмитру Володимировичу

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології виробництва кексів з використанням продуктів переробки кіноа».  
Керівник роботи: Сова Наталія Анатоліївна, кандидатка технічних наук, доцентка, затвержені наказом закладу вищої освіти від «24» жовтня 2025 року №3184.
2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 08 грудня 2025 року.
3. Вихідні дані до роботи: 1. Літературні джерела та періодичні видання. 2. Наукова та науково-технічна документація, що стосується виробництва кексів.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1. Оглядовий розділ. 2. Дослідницько-аналітичний розділ. 3. Експериментальний розділ. 4. Охорона праці та захист навколишнього середовища. 5. Організаційно-економічний розділ. Загальні висновки і пропозиції. Бібліографія.

## 5. Перелік демонстраційного матеріалу

1) Мета, об'єкт, предмет та завдання дослідження. 2) Характеристика насіння кіноа та борошна з нього. 3) Результати експериментальних досліджень. 4) Охорона праці та захист навколишнього середовища 5) Організаційно-економічний розділ. 6) Загальні висновки і пропозиції.

## 6. Консультанти розділів роботи

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата   |                  |
|--------|---|----------------|------------------|
|        |   | завдання видав | завдання прийняв |
| 1 – 5  | доцентка СОВА Наталія                     | 24.10.25       | 08.12.2025       |
|        |   |                |                  |
|        |   |                |                  |

7. Дата видачі завдання 24 жовтня 2025 року.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

| № з/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи               | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|---|-------------------------------|----------|
| 1     | Вступ   | 24.10-26.10.2025              | виконано |
| 2     | Оглядовий розділ                                  | 27.10-02.11.2025              | виконано |
| 3     | Дослідницько-аналітичний розділ                   | 03.11-09.11.2025              | виконано |
| 4     | Експериментальний розділ                          | 10.11-23.11.2025              | виконано |
| 5     | Охорона праці та захист навколишнього середовища  | 24.11-26.11.2025              | виконано |
| 6     | Організаційно-економічний розділ                  | 27.11-30.11.2025              | виконано |
| 7     | Загальні висновки і пропозиції, бібліографія      | 01.12-03.12.2025              | виконано |
| 8     | Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу | 04.12-08.12.2025              | виконано |

**Здобувач вищої освіти** \_\_\_\_\_ Дмитро КОЗЛОВ  
( підпис )

**Керівник роботи** \_\_\_\_\_ Наталія СОВА

## РЕФЕРАТ

Тема: «Обґрунтування технології виробництва кексів з використанням продуктів переробки насіння кіноа».

**Кваліфікаційна робота магістра:** 60 с., 12 рис., 20 табл., 1 додаток, 36 літературних джерел.

**Об'єкт дослідження** – технологічний процес виробництва кексів.

**Метою роботи** є розроблення рецептури кексів, збагачених борошном кіноа.

**Методи дослідження.** Дослідні зразки кексів, збагачених борошном кіноа, виготовляли за рецептурою кексу «Столичний», випікали при температурі 200 °С протягом 20 хв. Вологість готових виробів визначали висушуванням наважки до постійної маси у вагах-вологемірі RADWAG MA 110 R, колір борошна та готових виробів визначали за допомогою колориметра Linshang LS173 за шкалою LAB, вміст білків, жирів, клітковини і золи визначали за допомогою стандартних хімічних методів. Реологічні властивості визначали за допомогою пенетрометра.

*Кваліфікаційна робота присвячена обґрунтуванню технології виробництва кексів із використанням продуктів переробки насіння кіноа як перспективної рослинної сировини з високою поживною та біологічною цінністю. Актуальність дослідження зумовлена зростаючим попитом на борошняні кондитерські вироби функціонального призначення, необхідністю підвищення їх нутрієнтної щільності та розширення асортименту продукції здорового харчування.*

*У роботі проведено аналіз літературних джерел щодо хімічного складу, функціональних властивостей і технологічної придатності насіння кіноа. Розроблено рецептури кексів із частковою заміною пшеничного борошна на борошно з білого, червоного та чорного насіння кіноа. Досліджено вплив різних видів насіння кіноа на органолептичні, фізико-хімічні, поживні, енергетичні та реологічні показники готових виробів. Встановлено, що використання борошна з насіння кіноа сприяє зменшенню втрат маси при випіканні, зниженню вмісту жирів та енергетичної цінності, а також підвищенню вмісту білка, клітковини й мінеральних речовин. Отримані кекси характеризуються високими органолептичними показниками та відповідають вимогам чинних нормативних документів.*

*За сукупністю технологічних, харчових і споживчих характеристик визначено доцільність упровадження рецептур кексів, збагачених борошном із насіння кіноа, у виробництво як продуктів функціонального спрямування. Практичне значення роботи полягає у можливості використання отриманих результатів у кондитерській галузі.*

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** ВИРОБИ КОНДИТЕРСЬКІ, КЕКСИ, БОРОШНО КІНОА, РЕОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ.

## ЗМІСТ

|   |    |
|---|----|
| ВСТУП.....  | 5  |
| 1. ОГЛЯДОВИЙ РОЗДІЛ .....   | 7  |
| 1.1 Характеристика насіння кіноа як перспективної сировини харчової промисловості ..... | 7  |
| 1.2 Використання нетрадиційної сировини у рецептурах кексів .....                       | 11 |
| Висновки за розділом.....   | 14 |
| 2 ДОСЛІДНИЦЬКО-АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ .....   | 16 |
| Висновки за розділом.....   | 20 |
| 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ РОЗДІЛ .....  | 22 |
| Висновки за розділом.....   | 34 |
| 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....                                 | 38 |
| 4.1 Розробка картки безпеки праці.....  | 38 |
| 4.2 Поводження з відходами від виробництва кексів.....                                  | 39 |
| Висновки за розділом.....   | 42 |
| 5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ.....   | 43 |
| 5.1 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження кваліфікаційної роботи .....           | 43 |
| 5.2 Розрахунок вартості дослідження.....  | 46 |
| 5.3 Техніко-економічні показники виробництва кексів в лабораторних умовах ..            | 47 |
| Висновки за розділом.....   | 50 |
| ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ .....   | 51 |
| БІБЛІОГРАФІЯ .....  | 54 |
| ДОДАТКИ.....  | 58 |

## ВСТУП

Актуальність розробки рецептури кексів, збагачених борошном із насіння кіноа, зумовлена поєднанням сучасних тенденцій у сфері харчування, запитів споживачів на продукти з підвищеною поживною цінністю та необхідністю розширення асортименту функціональних борошняних виробів. Упродовж останніх років спостерігається стійке зростання інтересу до безглютенових і псевдозернових культур, зокрема кіноа, що пояснюється її унікальним хімічним складом та високою біологічною цінністю.

Борошно з насіння кіноа характеризується значним вмістом повноцінного рослинного білка з оптимальним амінокислотним складом, зокрема лізину, який є лімітуючою амінокислотою для більшості традиційних злакових культур. Крім того, воно містить харчові волокна, поліненасичені жирні кислоти, вітаміни групи В, вітамін Е, а також мінеральні елементи (магній, залізо, кальцій, цинк), що обґрунтовує доцільність його використання для збагачення кондитерських виробів. Включення борошна з кіноа до рецептури кексів дозволяє підвищити їх поживну та біологічну цінність без суттєвого ускладнення технологічного процесу.

Особливої актуальності набуває використання борошна з насіння кіноа у виробництві кексів з огляду на можливість створення продуктів для спеціальних категорій споживачів, зокрема осіб із целиакією або підвищеною чутливістю до глютену, спортсменів, людей похилого віку та споживачів, орієнтованих на здоровий спосіб життя. Кекси, як популярний та зручний у споживанні вид борошняних кондитерських виробів, є ефективною матрицею для введення функціональних інгредієнтів, оскільки добре сприймають рецептурні модифікації та зберігають привабливі органолептичні властивості.

З технологічної та економічної точок зору розробка рецептури кексів із частковою заміною пшеничного борошна на борошно з насіння кіноа сприяє диверсифікації сировинної бази, впровадженню інноваційних підходів у кондитерське виробництво та підвищенню конкурентоспроможності готової

продукції на ринку. У сукупності зазначені чинники обґрунтовують актуальність досліджень, спрямованих на створення та оптимізацію рецептур кексів, збагачених борошном із насіння кіноа, як перспективного напрямку розвитку сучасних харчових технологій.

Об'єктом дослідження кваліфікаційної роботи є технологічний процес виробництва кексів.

Предмет дослідження – склад, показники якості та реологічні властивості кексів.

Метою роботи є розроблення рецептури кексів, збагачених борошном кіноа.

Для досягнення зазначеної мети поставлені наступні задачі:

1. Виготовити дослідні зразки кексів, збагачених продуктами переробки насіння кіноа, обраних для магістерського дослідження;
2. Провести органолептичну оцінку готових виробів;
3. Визначити вміст вологи, білків, жирів, клітковини, золи у дослідних зразках кексів, розрахувати їх поживну та енергетичну цінність;
4. Визначити реологічні властивості дослідних зразків кексів.

## 1. ОГЛЯДОВИЙ РОЗДІЛ

### 1.1 Характеристика насіння кіноа як перспективної сировини харчової промисловості

Кіноа (*Chenopodium quinoa* Willd., рис. 1.1) належить до родини *Amaranthaceae*. Представники роду *Chenopodium* поширені на території Америки, Азії та Європи. Для даного виду характерні значна екологічна пластичність, висока генетична мінливість та здатність адаптуватися до несприятливих умов навколишнього середовища, зокрема засолених ґрунтів, посушливого клімату та дефіциту вологи [1, 2].



Рисунок 1.1 – Кіноа

Кіноа є видом лободи, що походить з Андського регіону Південної Америки та здавна культивується як зернова культура завдяки їстівному насінню. Ця рослина має надзвичайно давню історію використання і була одним з основних продуктів для харчування корінних народів Анд. Археологічні дані свідчать, що кіноа

виросли ще близько 5000 років до н.е., а в культурі інків її вважали священною рослиною.

Починаючи з XV ст., значення кіноа поступово зменшувалося, і вона тривалий час сприймалася як «їжа для бідних», хоча й надалі відігравала важливу роль у харчуванні сільського населення Андського регіону. За інформацією ФАО, до 1970 р. площі посівів кіноа в Болівії, Перу та Еквадорі не перевищували 30 тис. га, а культуру вирощували переважно для власних потреб із частковою реалізацією надлишків на місцевих ринках.

Суттєві зміни у ставленні до кіноа відбулися у 1980-х роках після визнання її ФАО стратегічною культурою для Андського регіону, публікації Національною академією наук США досліджень щодо «забутих культур інків», а також зацікавлення NASA можливістю використання насіння кіноа в раціоні астронавтів. Це сприяло формуванню позитивного іміджу культури та зростанню інтересу до неї з боку західних виробників як до перспективної сировини для здорового та вегетаріанського харчування.

Паралельно в країнах Латинської Америки почали активно створюватися кооперативи виробників, упроваджувалися сучасні агротехнології та формувалися експортні ланцюги. У 1990-х роках у Болівії була реалізована програма з виробництва органічної кіноа (Royal Quinoa), а також створено асоціацію екологічних виробників і національний орган сертифікації органічної продукції, що сприяло зростанню експорту до країн Європи.

З початку 2000-х років кіноа стрімко набула популярності у світі як безглютенний продукт із високою поживною цінністю, збалансованим амінокислотним складом та значним вмістом вітамінів та мінеральних речовин. Це зумовило різке зростання обсягів її виробництва та експорту: за період з 2003 по 2012 р. фізичний обсяг експорту зріс у 9,3 раза, а вартісний – у 26 разів. Станом на 2019 р. світові обсяги експорту кіноа зросли ще у 2,5 раза.

Нині кіноа вже не належить до екзотичних продуктів і широко представлена в роздрібній торгівлі та закладах ресторанного господарства. В Україні інтерес до кіноа активно зріс упродовж останніх років, і з 2019 р. розпочато роботи з адаптації

та вирощування цієї культури в умовах вітчизняного землеробства. За сучасними даними, у світі культивують понад 250 сортів кіноа, що зумовлює значне різноманіття її властивостей та напрямів використання [3–7].

Насіння кіноа (рис. 1.2) вирізняється високою біологічною цінністю завдяки збалансованому амінокислотному складу. Вміст білка в насінні становить 11,3–20 %, а його поживна повноцінність зумовлена наявністю як незамінних, так і умовно незамінних амінокислот, зокрема гістидину (0,033 г/100 г), ізолейцину (0,404 г/100 г), лейцину (0,561 г/100 г), фенілаланіну (0,253 г/100 г), треоніну (0,071 г/100 г), триптофану (0,38 г/100 г), валіну (0,571 г/100 г), а також високим вмістом лізіну (0,480 г/100 г) і метіоніну (5,360 г/100 г), що є характерною перевагою кіноа порівняно з традиційними зерновими культурами.

Ліпідна фракція насіння кіноа становить 4,0–7,09 % і характеризується сприятливим жирнокислотним профілем, у якому переважають поліненасичені жирні кислоти, зокрема ліноленова (до 54,9 г/100 г), а також олеїнова кислота (близько 27,6 %).

Вміст клітковини в насінні кіноа коливається в межах 2,8–13 %, що зумовлює його позитивний фізіологічний вплив на організм людини. Харчові волокна сприяють прискоренню виведення токсичних сполук і холестерину, а також беруть участь у регуляції рівня глюкози в крові [1, 3, 4, 7–17].

Насіння кіноа є цінним джерелом мікроелементів, зокрема калію, кальцію, фосфору, марганцю, цинку, міді, заліза та натрію, а також вітамінів С та Е. До його складу входять сапоніни, які сприяють нормалізації рівня холестерину в крові та позитивно впливають на функціональний стан підшлункової залози. Важливою складовою насіння кіноа є антиоксидантні сполуки, зокрема кверцетин і кофеїнова кислота, що забезпечують захист організму від оксидативного стресу та знижують ризик розвитку низки хронічних захворювань.

Завдяки комплексу біологічно активних речовин кіноа проявляє численні оздоровчі властивості, зокрема сприяє поліпшенню обміну речовин, підтримує нормальне функціонування серцево-судинної системи та шлунково-кишкового тракту. Однією з важливих характеристик цієї культури є її здатність уповільнювати

процеси старіння, що пов'язано з наявністю фітинової кислоти, яка асоціюється зі зниженням ризику виникнення онкологічних захворювань.

Крім того, насіння кіноа містить широкий спектр фітохімічних сполук, зокрема фітостероли, фітоекдистероїди, фенольні сполуки та біоактивні пептиди, які можуть чинити позитивний вплив на метаболічне здоров'я, стан серцево-судинної системи та функціонування травного тракту [1, 4, 7, 12, 16–21].

Сукупність зазначених властивостей зумовлює унікальність кіноа та дозволяє розглядати її як еталонну культуру серед сільськогосподарських рослин, що поєднує високу поживну цінність із значною екологічною пластичністю. Кіноа здатна ефективно адаптуватися до широкого спектра ґрунтово-кліматичних умов у різних регіонах світу, що робить її перспективною культурою в умовах кліматичних змін. У зв'язку з цим кіноа все частіше розглядають як потенційний інструмент забезпечення продовольчої безпеки. Саме ці характеристики зумовлюють активну інтродукцію культури в регіони, які істотно відрізняються за природно-кліматичними умовами від традиційних зон її вирощування.



Рисунок 1.2 – Насіння кіноа

Ключовою особливістю насіння кіноа, що відрізняє його від більшості традиційних культур, є специфічна будова плоду, зумовлена наявністю пористого

перикарпу. Поєднання дрібного розміру насіння з високою гігроскопічністю оболонки та відсутністю періоду післязбирального досягання призводить до швидкої втрати його життєздатності. У зв'язку з цим процеси збирання насіннєвих посівів кіноа, післязбиральної доробки та зберігання насіння потребують суворого дотримання регламентованих технологічних режимів та параметрів [1, 22]. Насіння кіноа має наступні розміри: довжина – 1,7–2,0 мм, ширина – 1,6–1,8 мм, товщина – 1,0–1,2 мм [6, 7]. За органолептичними характеристиками насіння кіноа має смак, подібний до нешліфованого рису, з делікатними вершково-горіховими відтінками. Такий смаковий профіль зумовлює його привабливість як сировини для застосування у різних харчових технологіях та розроблення нових продуктів [23].

Відомі дослідження з використання насіння кіноа у рецептурах хлібобулочних виробів [4, 15, 16, 22–30], січених м'ясних напівфабрикатів [3, 12], м'ясних виробів [31] сиркових паст [13], пива [17] та інших харчових продуктів.

## 1.2 Використання нетрадиційної сировини у рецептурах кексів

Необхідність додавання до рецептури кексів нетрадиційних інгредієнтів з метою збагачення готових виробів нутрієнтами зумовлена сукупністю харчових, технологічних та соціально-економічних чинників.

Традиційні кекси, виготовлені на основі пшеничного борошна вищого гатунку, цукру та жиру, характеризуються високою енергетичною цінністю, але обмеженим вмістом біологічно цінних речовин. У процесі рафінації борошна значна частина харчових волокон, мінеральних елементів, вітамінів і біоактивних сполук втрачається, що знижує нутрієнтну щільність готових виробів. Включення до рецептури нетрадиційної рослинної сировини (борошна з кіноа, амаранту, льону, насіння чіа, розторопші тощо) дозволяє компенсувати ці втрати та підвищити вміст повноцінного білка, незамінних амінокислот, клітковини, поліненасичених жирних кислот, мікро- та макроелементів.

Сучасні тенденції харчування орієнтовані на профілактику неінфекційних захворювань, зокрема ожиріння, серцево-судинних патологій, цукрового діабету та

порушень травлення. Нетрадиційні інгредієнти рослинного походження містять антиоксиданти, фенольні сполуки, фітостероли та інші біоактивні компоненти, які сприяють нормалізації обміну речовин, зниженню глікемічного навантаження та покращенню функціонального стану організму. Таким чином, їх використання дає змогу трансформувати кекси з десертного продукту у виробу функціонального або оздоровчого призначення.

З технологічної точки зору додавання нетрадиційних інгредієнтів може позитивно впливати на структурно-механічні та реологічні властивості тіста і готових виробів. Харчові волокна та білкові компоненти здатні покращувати водоутримувальну здатність, уповільнювати черствіння, регулювати пористість м'якушки та стабілізувати текстуру кексів. Крім того, використання різних видів рослинної сировини дозволяє розширити асортимент виробів за смаковими, ароматичними та кольоровими характеристиками, що підвищує їх споживчу привабливість.

Отже, додавання до рецептури кексів різних нетрадиційних інгредієнтів є науково обґрунтованим і доцільним, оскільки сприяє підвищенню нутрієнтної цінності, функціональної спрямованості та конкурентоспроможності готових виробів, відповідаючи сучасним вимогам здорового харчування та інноваційного розвитку харчових технологій.

У наукових працях [32] наведено результати досліджень, присвячених частковій заміні пшеничного борошна порошком айви звичайної та японської. Такий підхід забезпечив підвищення вмісту харчових волокон, пектинових і дубильних речовин у готових виробах, а також сприяв їх збагаченню аскорбіновою кислотою, тіаміном,  $\beta$ -каротином, токоферолом та іншими біологічно активними компонентами.

Отримані в роботі [33] результати підтверджують можливість часткової заміни (до 8 %) пшеничного борошна, традиційно застосовуваного у виробництві борошняних кондитерських виробів, на порошок з хурми без погіршення якості готових кексів та з дотриманням усіх нормативних показників відповідно до вимог ДСТУ 4505:2005 «Кекси. Загальні технічні умови». Доцільність використання

порошків хурми та ірги у рецептурах кексів обумовлена можливістю збагачення продукції біологічно цінними речовинами, вітамінно-мінеральними комплексами та антиоксидантними сполуками, притаманними цій рослинній сировині. Розроблення нових видів кексів із такими інгредієнтами сприяє розширенню асортименту борошняних кондитерських виробів функціонального призначення.

У роботі [34] теоретично обґрунтовано доцільність використання білкового концентрату бобів *Vicia faba* у технології виробництва кексів зі зниженими показниками глікемічності та енергетичної цінності, призначених для спеціального дієтичного харчування. Експериментальні дослідження підтвердили, що заміна 30 % пшеничного борошна у рецептурі кексу на протеїновий концентрат бобів, а також заміщення 50 % цукру природним підсолоджувачем «Солодка стевія», який є композиційною сумішшю екстракту стевії та еритритолу, забезпечує отримання виробів із подовженим терміном зберігання та органолептичними властивостями, близькими до характеристик контрольного зразка кексу «Столичний».

У дослідженні [35] актуальність створення безглютенових виробів обґрунтовано низкою чинників, зокрема зростанням поширеності целиакії, підвищеною чутливістю населення до глютену, а також популяризацією принципів здорового харчування з частковими харчовими обмеженнями. Розроблення борошняних кондитерських виробів, збагачених білком шляхом використання кисломолочного сиру, залишається перспективним напрямом завдяки доступності цієї сировини, високому вмісту незамінних амінокислот (до 5572 мг/100 г білка) та кращій засвоюваності порівняно з іншими альтернативними білковими інгредієнтами.

У результаті експериментальних досліджень було розроблено рецептуру безглютенових кексів на основі композиції рисового та мигдального борошна у співвідношенні 2,2:1 відповідно, з частковою заміною вершкового масла кисломолочним сиром жирністю 5 % у співвідношенні 1:2,3. Запропонована рецептура забезпечує отримання виробів з покращеними харчовими характеристиками та відповідає сучасним вимогам до продуктів спеціального та оздоровчого харчування.

У [36] розроблено рецептуру безглютенового кексу з використанням рисового борошна та порошку зеленого чаю матча. Результати органолептичної оцінки свідчили про високий рівень споживчих властивостей отриманих виробів. Фізико-хімічні показники якості кексів відповідали вимогам, установленим для даної групи борошняних кондитерських виробів. Упровадження запропонованої рецептури має важливе соціальне значення, оскільки сприяє розширенню асортименту та збагаченню нутрієнтами раціону харчування осіб, які страждають на целіакію. Подальші дослідження у цьому напрямі доцільно спрямувати на заміну цукру в рецептурі безглютенової продукції, зокрема кексів, на чорну патоку з метою підвищення їх біологічної цінності.

#### Висновки за розділом

Проведений аналіз літературних джерел свідчить, що насіння кіноа є високоперспективною сировиною для харчової промисловості завдяки поєднанню значної поживної цінності, функціональних властивостей і широких адаптаційних можливостей культури. Кіноа характеризується високим вмістом повноцінного білка зі збалансованим амінокислотним складом, наявністю поліненасичених жирних кислот, харчових волокон, мікро- та макроелементів, вітамінів і комплексу біологічно активних сполук, що зумовлює її оздоровчий потенціал та доцільність використання у технологіях продуктів функціонального призначення. Відсутність глютену, висока екологічна пластичність і здатність до вирощування в різних ґрунтово-кліматичних умовах додатково підсилюють значення кіноа як культури, важливої з позицій сталого розвитку та продовольчої безпеки.

Аналіз особливостей хімічного складу, морфологічної будови та органолептичних характеристик насіння кіноа дозволяє зробити висновок про його технологічну придатність для використання у борошняних кондитерських виробках. Смакові властивості насіння, близькі до нешлифованого рису з горіхово-

вершковими нотами, створюють передумови для гармонійного поєднання з традиційними компонентами кексів, не погіршуючи їх споживчих характеристик.

Обґрунтовано доцільність використання нетрадиційної рослинної сировини у рецептурах кексів як ефективного способу підвищення їх нутрієнтної щільності, функціональної спрямованості та біологічної цінності. Аналіз сучасних наукових досліджень підтверджує, що часткова заміна пшеничного борошна та інших традиційних інгредієнтів на альтернативні рослинні компоненти (порошки плодів, білкові концентрати, безглютенові види борошна) дозволяє отримувати вироби з покращеним амінокислотним складом, підвищеним вмістом харчових волокон, антиоксидантів і мікронутрієнтів без погіршення якості та відповідності нормативним вимогам.

Таким чином, узагальнення наведених даних дозволяє зробити висновок, що використання борошна з насіння кіноа у технології кексів є науково обґрунтованим і перспективним напрямом. Це створює передумови для розроблення нових видів борошняних кондитерських виробів із підвищеною поживною та біологічною цінністю, розширення асортименту функціональних продуктів і задоволення зростаючого попиту споживачів на продукти здорового харчування.

## 2 ДОСЛІДНИЦЬКО-АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

Об'єктом дослідження кваліфікаційної роботи є технологічний процес виробництва кексів. Предмет дослідження – склад, показники якості та реологічні властивості кексів. Метою роботи є розроблення рецептури кексів, збагачених борошном кіноа.

Для досягнення зазначеної мети поставлені наступні задачі:

1. Виготовити дослідні зразки кексів, збагачених продуктами переробки насіння кіноа, обраних для магістерського дослідження;
2. Провести органолептичну оцінку готових виробів;
3. Визначити вміст вологи, білків, жирів, клітковини, золи у дослідних зразках кексів, розрахувати їх поживну та енергетичну цінність;
4. Визначити реологічні властивості дослідних зразків кексів.

Насіння кіноа характеризується високою біологічною та поживною цінністю завдяки збалансованому амінокислотному складу. Вміст білка становить 11,3–20 %, при цьому він містить усі незамінні амінокислоти, зокрема лізин і метіонін, які є дефіцитними у традиційних зернових культурах. Ліпідна фракція насіння (4,0–7,09 %) представлена переважно поліненасиченими жирними кислотами, зокрема ліноленою та олеїною, що зумовлює його високу фізіологічну цінність. Вміст клітковини на рівні 2,8–13 % сприяє регуляції рівня глюкози в крові, зниженню холестерину та виведенню токсичних сполук з організму.

Крім того, насіння кіноа є джерелом важливих мікроелементів (К, Са, Р, Mg, Fe, Zn, Cu) і вітамінів С та Е, а також містить сапоніни й антиоксидантні сполуки, зокрема кверцетин і кофеїнову кислоту, що забезпечують захист від оксидативного стресу. Сукупність біоактивних речовин зумовлює позитивний вплив кіноа на обмін речовин, серцево-судинну та травну системи, а також пов'язується зі сповільненням процесів старіння [1, 3, 4, 7–21]. Висока поживна цінність у поєднанні з екологічною пластичністю культури дозволяє розглядати насіння кіноа як перспективну сировину для введення у рецептуру кексів.

Компонентний склад дослідних зразків кексів наступний: борошно пшеничне вищого сорту ТМ «Дніпромлин», насіння кіноа біле, червоне та чорне ТМ «Natural Green» (рис. 2.1), цукор білий кристалічний ТМ «Своя Лінія», родзинки ТМ «Бакаклія», масло вершкове ТМ «Біло» 82 % жирності, яйця курячі ТМ «Ясенвіт», розпушувач ТМ «Dr. Oetker», сіль кухонна ТМ «Артемсіль», цукор ванільний ТМ «Мрія» (рис. 2.2).



Рисунок 2.1 – Насіння кіноа, використане в дослідженні: біле, червоне та чорне



Рисунок 2.2 – Компоненти для виготовлення дослідних зразків кексів: 1 – борошно пшеничне вищого сорту, 2 – цукор-пісок; 3 – сіль кухонна, 4 – цукор ванільний; 5 – яйця курячі; 6 – масло вершкове

Якість компонентів, які використовували для виготовлення зразків кексів, відповідає вимогам діючих нормативних документів (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Відповідність якості компонентів, використаних у дослідженні, вимогам діючих нормативних документів

| № з/п | Компонент                     | Нормативна документація, якій повинні відповідати компоненти |
|-------|-------------------------------|--|
| 1     | Борошно пшеничне вищого сорту | ГСТУ 46.004-99 «Борошно пшеничне. Технічні умови»            |
| 2     | Насіння кіноа                 | ТУ У 82.9-37588210-001:2016                                  |
| 3     | Цукор білий кристалічний      | ДСТУ 4623 «Цукор. Технічні умови»                            |
| 4     | Родзинки                      | ТУ У 15.8-30530651.002-2001                                  |
| 5     | Масло вершкове                | ДСТУ 4399:2005 «Масло вершкове. Технічні умови»              |
| 6     | Яйця курячі харчові столові   | ТУ У 01.2-05477066-001:2008                                  |

На рис. 2.3 представлено обладнання, яке використовували для виготовлення дослідних зразків кексів.



Рисунок 2.3 – Устаткування застосоване в дослідженні

Прототип – типова рецептура кексів «Столичний». Для формування рецептури дослідних зразків у рецептурі контролю замінювали 25 % борошна пшеничного на різні види цільозернового борошна з насіння кіноа. Борошно отримували розмелюванням насіння кіноа у лабораторному млині НС-1000У протягом 30 с при 32000 об/хв. Отримано 4 зразки кексів:

- 1) зразок №1 – контрольний зразок;
- 2) зразок №2 – з додаванням борошна з білого насіння кіноа;
- 3) зразок №3 – з додаванням борошна з червоного насіння кіноа;
- 4) зразок №4 – з додаванням борошна з чорного насіння кіноа.

Процес виготовлення дослідних зразків кексів здійснювали за такою методикою. Спершу зважували попередньо підготовлені інгредієнти відповідно до рецептури (табл. 2.2). Потім борошно, цукор-пісок, розпушувач, ванільний цукор просіювали, масло вершкове розтоплювали. Готували тісто, яке поміщали у форми для випікання кексів. Перед випіканням духову шафу прогрівали до температури 200 °С. Випікали 20 хв.

Таблиця 2.2 – Рецептурні співвідношення дослідних зразків кексів на 100 г готового продукту

| Компоненти                        | № дослідного зразка |      |      |      |
|-----------------------------------|---------------------|------|------|------|
|                                   | 1                   | 2    | 3    | 4    |
| Борошно пшеничне вищого сорту     | 31,2                | 23,4 | 23,4 | 23,4 |
| Борошно з білого насіння кіноа    | -                   | 7,8  | -    | -    |
| Борошно з червоного насіння кіноа | -                   | -    | 7,8  | -    |
| Борошно з чорного насіння кіноа   | -                   | -    | -    | 7,8  |
| Цукор-пісок                       | 23,4                | 23,4 | 23,4 | 23,4 |
| Родзинки                          | 23,4                | 23,4 | 23,4 | 23,4 |
| Масло вершкове                    | 23,3                | 23,3 | 23,3 | 23,3 |
| Меланж                            | 18,7                | 18,7 | 18,7 | 18,7 |
| Розпушувач                        | 0,1                 | 0,1  | 0,1  | 0,1  |
| Сіль                              | 0,1                 | 0,1  | 0,1  | 0,1  |
| Ароматизатор                      | 0,1                 | 0,1  | 0,1  | 0,1  |

У процесі визначення показників якості дослідних зразків кексів орієнтувалися на ДСТУ 4505:2005 «Кекси. Загальні технічні умови» (табл. 2.3).

Таблиця 2.3 – Показники складу та якості кексів

| Показник                    | Методи дослідження  |
|-----------------------------|---|
| Вологість, %                | ДСТУ 4910:2008 «Вироби кондитерські. Методи визначення масових часток вологи та сухих речовин»  |
| Вміст протеїну, %           | ДСТУ 7169:2010 «Корми, комбікорми, комбікормова сировина. Методи визначання вмісту азоту і сирого протеїну»                           |
| Вміст жиру, %               | ДСТУ 5060:2008 «Вироби кондитерські. Методи визначання масової частки жиру»   |
| Вміст сирогої клітковини, % | ДСТУ ISO 5498:2004 «Продукти харчові сільськогосподарські. Загальний метод визначення вмісту сирогої клітковини (ISO 5498:1981, IDT)» |
| Вміст загальної золи, %     | ДСТУ 4672:2006 «Вироби кондитерські. Методи визначення золи і металомангітних домішок»  |

### Висновки за розділом

У ході виконання розділу визначено об'єкт, предмет, мету та завдання дослідження, спрямованого на розроблення рецептури кексів, збагачених борошном із насіння кіноа. Обґрунтовано доцільність використання продуктів переробки насіння кіноа як функціонального інгредієнта для підвищення поживної та біологічної цінності борошняних кондитерських виробів.

Для проведення досліджень сформовано компонентний склад дослідних зразків кексів із використанням білого, червоного та чорного насіння кіноа, які за якісними показниками відповідали вимогам чинної нормативної документації. Як прототип обрано традиційну рецептуру кексу «Столичний», у якій 25 % борошна

пшеничного було замінено на цільнозернове борошно з насіння кіноа, що дозволило отримати серію контрольного та дослідних зразків.

Описано технологічну схему виготовлення кексів і визначено режими приготування тіста та випікання, що забезпечують стабільну якість готової продукції. Для оцінки якості дослідних зразків застосовано стандартизовані методи дослідження, передбачені чинними ДСТУ, що гарантує достовірність та відтворюваність отриманих результатів.

Таким чином, створено методичну та експериментальну основу для подальшого дослідження органолептичних, фізико-хімічних і реологічних показників кексів, збагачених борошном із насіння кіноа, а також для оцінки впливу різних видів кіноа на якість та споживні властивості готових виробів.

### 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

У таблиці 3.1 наведено результати визначення кольору насіння кіноа, обраного для дослідження та борошна з нього.

Таблиця 3.1 – Характеристика насіння кіноа та борошна, обраного для дослідження

| Назва показника | Насіння кіноа |         |       |
|-----------------|---------------|---------|-------|
|                 | біле          | червоне | чорне |
| Колір насіння   |               |         |       |
| L               | 37,38         | 25,98   | 24,32 |
| A               | 5,21          | 16,03   | 6,22  |
| B               | 21,44         | 10,08   | 6,84  |
| Колір борошна   |               |         |       |
| L               | 108,11        | 87,84   | 74,73 |
| A               | 3,60          | 7,06    | 6,19  |
| B               | 21,56         | 19,86   | 17,62 |

Подані в табл. 3.1 дані свідчать про істотні відмінності кольорових характеристик насіння кіноа та борошна, отриманого з нього, залежно від різновиду культури (біле, червоне, чорне), що має важливе технологічне та споживче значення.

За показником світлоти  $L^*$  насіння білого кіноа характеризується найвищим значенням (37,38), що вказує на відносно світліше забарвлення порівняно з червоним (25,98) та чорним (24,32) насінням. Червоне насіння має найвищий показник  $a^*$  (16,03), що свідчить про інтенсивно виражений червоний відтінок, тоді як у білого та чорного кіноа цей компонент значно нижчий (5,21 та 6,22 відповідно). Значення  $b^*$ , яке характеризує жовтий компонент, є максимальним у білого насіння (21,44), що формує теплий світло-жовтуватий відтінок, тоді як у червоного та чорного кіноа цей показник істотно нижчий (10,08 та 6,84 відповідно). Таким чином, насіння різних різновидів кіноа має чітко диференційовані кольорові параметри, що зумовлено вмістом пігментів, зокрема фенольних сполук та антоціанів.

Після подрібнення насіння у борошно спостерігається суттєве зростання світлоти ( $L$ )\* у всіх зразках, що пояснюється руйнуванням оболонок та рівномірнішим розподілом світловідбивних часток. Найвищу світлоту має борошно з білого насіння кіноа (108,11), що робить його найбільш наближеним за кольором до традиційного пшеничного борошна і технологічно привабливим для використання у кондитерських виробках. Борошно з червоного та чорного насіння кіноа є темнішим (87,84 та 74,73 відповідно), що може надавати готовим виробам більш інтенсивного кольору.

Показник  $a^*$  у борошні з червоного кіноа (7,06) залишається найвищим, що свідчить про збереження червонуватого відтінку навіть після подрібнення. Значення  $b^*$  у всіх зразках борошна перебувають у межах 17,62–21,56, що вказує на наявність жовтого компонента та загальну стабільність цього показника незалежно від різновиду кіноа.

Отримані результати підтверджують, що різновид кіноа істотно впливає на кольорові характеристики як насіння, так і борошна. Найбільш світлим і нейтральним за кольором є борошно з білого кіноа, що обґрунтовує його доцільність для використання у виробництві кексів та інших борошняних кондитерських виробів без значної зміни традиційного кольору. Борошно з червоного та чорного насіння кіноа може бути використане для створення продуктів із вираженими візуальними та функціональними характеристиками, орієнтованих на сегмент функціонального та оздоровчого харчування.

У табл. 3.2 наведені результати визначення величини упікання дослідних зразків кексів.

Таблиця 3.2 – Величина упікання дослідних зразків кексів

| Назва показника      | № зразка |      |      |      |
|----------------------|----------|------|------|------|
|                      | 1        | 2    | 3    | 4    |
| Величина упікання, % | 6,03     | 5,32 | 4,98 | 4,92 |

Наведені в табл. 3.2 дані свідчать про те, що величина упікання кексів змінюється залежно від рецептурного складу та виду борошна, використаного для збагачення. Найвищий показник упікання зафіксовано у контрольного зразка №1 (6,03 %), виготовленого без додавання борошна з насіння кіноа. Це вказує на більші втрати маси під час випікання, зумовлені інтенсивнішим випаровуванням вологи.

У зразках кексів, збагачених борошном кіноа, величина упікання є нижчою. Так, у зразка №2, збагаченого борошном з насіння білого кіноа, вона становила 5,32 %, у зразка №3, збагаченого борошном з насіння червоного кіноа, – 4,98 %, а мінімальне значення характерне для зразка №4, збагаченого борошном з насіння чорного кіноа – 4,92 %. Зменшення упікання у збагачених зразках, порівняно з контролем, може бути пов'язане з підвищеним вмістом білків і харчових волокон у борошні з насіння кіноа, які здатні ефективніше зв'язувати та утримувати вологу в структурі тіста під час термічної обробки.

Загалом отримані результати свідчать, що використання борошна з насіння кіноа у рецептурі кексів позитивно впливає на їхні технологічні властивості, зменшуючи втрати маси при випіканні та сприяючи формуванню більш стабільної структури готових виробів.

Після виготовлення зразків кексів (рис. 3.1) визначили їх органолептичні показники якості. У табл. 3.3 наведено органолептичні показники якості готових виробів – кексів.



Рисунок 3.1 – Загальний вигляд зразків кексів (зліва на право): 1 – контрольний зразок (на основі борошна пшеничного вищого сорту); 2 – кекс з додаванням борошна з білого насіння кіноа; 3 – кекс з додаванням борошна з червоного насіння кіноа; 4 – кекс з додаванням борошна з чорного насіння кіноа

Таблиця 3.3 – Органолептичні показники якості дослідних зразків кексів

| № зразка  | Назва показника  |  |                   |   |   |
|-----------|--|--|-------------------|---|---|
|           | Форма  | Поверхня                               | Колір             | Смак та запах   | Вид в розломі   |
| Зразок №1 | Правильна, відповідає формі, у якій випікався виріб, без надломів. | Непідгоріла, наявні тріщини і розриви. | Світло-коричневий | Властиві даному виду кексів, без сторонніх присмаків та запаху.     | Добре пропечений кекс, без закалу і слідів непромісу. |
| Зразок №2 | Правильна, відповідає формі, у якій випікався виріб, без надломів. | Непідгоріла, наявні тріщини і розриви. | Світло-коричневий | Властиві даному виду кексів, з приємним легким горіховим присмаком. | Добре пропечений кекс, без закалу і слідів непромісу. |
| Зразок №3 | Правильна, відповідає формі, у якій випікався виріб, без надломів. | Непідгоріла, наявні тріщини і розриви. | Темно-коричневий  | Властиві даному виду кексів, з приємним легким горіховим присмаком. | Добре пропечений кекс, без закалу і слідів непромісу. |
| Зразок №4 | Правильна, відповідає формі, у якій випікався виріб, без надломів. | Непідгоріла, наявні тріщини і розриви. | Темно-коричневий  | Властиві даному виду кексів, з приємним легким горіховим присмаком. | Добре пропечений кекс, без закалу і слідів непромісу. |

З даних табл. 3.3 робимо висновок, що всі дослідні зразки кексів відповідають вимогам ДСТУ 4505:2005 «Кекси. Загальні технічні умови», всі незначні відхилення пов'язані з особливостями використаної сировини.

Окрім візуальної оцінки кольору дослідних зразків кексів провели колориметричний аналіз зразків за допомогою колориметра Linshang LS173 (табл. 3.4) у системі CIELAB. Колір визначали на поверхні виробу та в розрізі (рис. 3.2).



Рисунок 3.2 – Дослідні зразки кексів у розрізі

Таблиця 3.4 – Результати визначення кольору дослідних зразків кексів

| Назва показника       | Дослідний зразок №1 | Дослідний зразок №2 | Дослідний зразок №3 | Дослідний зразок №4 |
|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Колір кексу           |                     |                     |                     |                     |
| L                     | 50,10               | 49,22               | 45,93               | 39,37               |
| A                     | 13,92               | 15,84               | 13,90               | 12,01               |
| B                     | 27,86               | 28,19               | 22,33               | 19,93               |
| Колір кексу в розрізі |                     |                     |                     |                     |
| L                     | 65,71               | 62,19               | 55,74               | 33,48               |
| A                     | -0,32               | 1,68                | 3,57                | 2,71                |
| B                     | 19,19               | 22,13               | 15,56               | 10,96               |

Аналіз даних, наведених у табл. 3.4, свідчить про істотний вплив рецептурного складу дослідних зразків кексів на їхні кольорові характеристики як поверхні, так і м'якушки, що відображається у зміні показників системи CIE Lab.

За показником світлоти поверхні кексу ( $L^*$ ) простежується чітка тенденція до її зниження від контрольного зразка №1 до зразка №4. Найвищу світлоту має зразок №1 ( $L^*=50,10$ ), тоді як мінімальне значення зафіксовано у зразка №4 ( $L^*=39,37$ ),

що свідчить про формування більш темного забарвлення. Зменшення світлоти поверхні кексів може бути зумовлене введенням нетрадиційної сировини, зокрема борошна з насіння кіноа різних кольорів, а також інтенсифікацією реакцій неферментативного потемніння (реакцій Майяра та карамелізації) під час випікання. Показник  $a^*$ , що характеризує інтенсивність червоного відтінку, є найбільшим у зразка №2 ( $a^*=15,84$ ), що вказує на більш виражений червонувато-коричневий тон поверхні, тоді як у зразка №4 цей показник є найнижчим ( $a^*=12,01$ ). Значення показника  $b^*$  (жовтий компонент) також зменшується від зразка №2 (28,19) до зразка №4 (19,93), що свідчить про зниження інтенсивності жовтого забарвлення та загальне потемніння поверхні виробів.

Аналіз кольору кексу в розрізі демонструє аналогічну тенденцію. Найбільш світлим є м'якуш контрольного зразка №1 ( $L^*=65,71$ ), тоді як зразок №4 характеризується значно нижчою світлотою ( $L^*=33,48$ ), що свідчить про формування темного, насиченого кольору м'якушки. Показник  $a^*$  у контрольному зразку має від'ємне значення ( $-0,32$ ), що відповідає нейтральному або злегка зеленуватому відтінку, тоді як у зразках №2–№4 він набуває додатних значень (1,68–3,57), що свідчить про зростання частки червонуватих тонів у структурі м'якушки. Показник  $b^*$  у розрізі зменшується від 22,13 у зразка №2 до 10,96 у зразка №4, що також підтверджує зниження жовтого компонента та посилення темнішого кольору.

Загалом результати свідчать, що введення до рецептури кексів борошна з насіння кіноа різних видів призводить до закономірних змін кольорових характеристик готових виробів. Зменшення світлоти та зміна співвідношення червоного і жовтого компонентів формують більш інтенсивне та насичене забарвлення, яке може розглядатися як індивідуальна органолептична особливість збагачених кексів і підвищувати їхню споживчу привабливість у сегменті функціональних та інноваційних харчових продуктів.

Для оцінювання готових виробів було проведено дегустацію, під час якої здійснювали оцінку за такими параметрами: форма, поверхня, колір, вид у розломі, смак і запах. Результати середньої бальної оцінки представлені у табл. 3.5. У

процесі оцінювання використовували наступні коефіцієнти вагомості: для смаку – 3, для запаху – 2, для виду у розломі – 2, для кольору – 1, для поверхні – 1, для форми – 1. Органолептичний профіль кексів наведений на рис. 3.3. На основі значення загальної органолептичної оцінки побудовано гістограму (рис. 3.4). Усі зразки кексів одержали високі бали при органолептичній оцінці. Найменше балів отримав зразок №4 (з додаванням борошна з чорного насіння кіноа). Всі інші зразки отримали найвищі бали. Далі дослідили вміст вологи, білків, жирів, клітковини та золи у всіх дослідних зразків (табл. 3.6) і розраховали їх поживну та енергетичну цінність (табл. 3.7).

Таблиця 3.5 – Органолептичні показники якості зразків кексів

| №                              | Показник      | Дослідні зразки кексів |       |       |       |
|--------------------------------|---------------|------------------------|-------|-------|-------|
|                                |               | 1                      | 2     | 3     | 4     |
| 1                              | Форма         | 5                      | 5     | 5     | 5     |
| 2                              | Поверхня      | 5                      | 5     | 5     | 5     |
| 3                              | Колір         | 5                      | 5     | 5     | 4,8   |
| 4                              | Запах         | 5                      | 5     | 5     | 4,8   |
| 5                              | Смак          | 5                      | 5     | 5     | 4,2   |
| 6                              | Вид у розломі | 5                      | 5     | 5     | 5     |
| Загальна органолептична оцінка |               | 50,00                  | 50,00 | 50,00 | 47,00 |



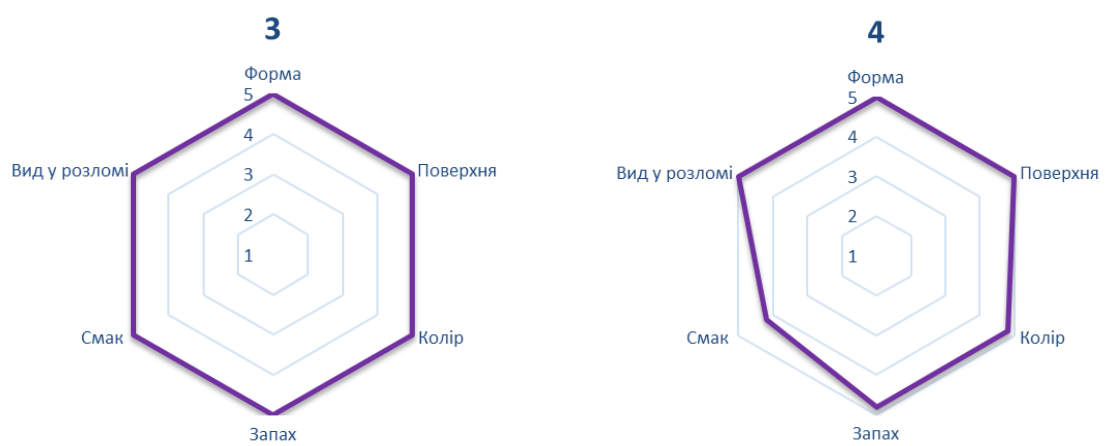


Рисунок 3.3 – Органолептичний профіль зразків кексів



Рисунок 3.4 – Загальна органолептична оцінка

Таблиця 3.6 – Склад дослідних зразків кексів

| Назва показника*      | Зразок №1<br>Контроль | Зразок №2 | Зразок №3 | Зразок №4 |
|-----------------------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|
| Вміст вологи, %       | 21,54                 | 19,06     | 17,40     | 17,25     |
| Вміст протеїну, %     | 8,28                  | 8,61      | 7,72      | 8,11      |
| Вміст жирів, %        | 29,25                 | 24,91     | 23,89     | 22,68     |
| Вміст клітковини, %   | 0,14                  | 0,40      | 0,70      | 1,55      |
| Масова частка золи, % | 0,62                  | 0,86      | 0,81      | 1,00      |

\*у перерахунку на сухі речовини

Подані в табл. 3.6 результати свідчать про вплив заміни частини пшеничного борошна борошном із насіння кіноа на хімічний склад кексів.

Насамперед простежується зниження вмісту вологи у збагачених зразках порівняно з контролем. Якщо у контрольному зразку №1 вміст вологи становив 21,54 %, то у зразках із борошном кіноа він зменшився до 19,06 % (біле кіноа), 17,40 % (червоне) та 17,25 % (чорне). Це може бути пов'язано з вищою водоутримувальною здатністю білково-клітковинного комплексу кіноа та формуванням більш щільної структури м'якушки.

Вміст протеїну у дослідних зразках загалом зріс або залишився на рівні контролю. Найвищий вміст білка зафіксовано у зразку №2 із борошном білого насіння кіноа (8,61 %), що перевищує показник контрольного зразка (8,28 %). Зразки з червоним і чорним кіноа також характеризувалися порівнянними значеннями (7,72 та 8,11 % відповідно), що підтверджує доцільність використання кіноа як джерела рослинного білка у рецептурі кексів.

Масова частка жирів у збагачених кексах зменшилася порівняно з контролем (29,25 %). Найбільш виражене зниження спостерігалось у зразку №4 із борошном чорного кіноа (22,68 %). Це свідчить про можливість часткового зниження калорійності готових виробів за рахунок введення нетрадиційної рослинної сировини.

Важливою позитивною зміною є зростання вмісту клітковини. У контрольному зразку цей показник становив лише 0,14 %, тоді як у зразках з білим, червоним і чорним кіноа він зріс відповідно до 0,40; 0,70 та 1,55 %. Найбільше збагачення харчовими волокнами забезпечує борошно з чорного насіння кіноа, що підвищує функціональну цінність виробів та сприяє поліпшенню травлення.

Масова частка золи, яка характеризує мінеральний склад, також зросла у збагачених зразках. Якщо у контрольному кексі вона становила 0,62 %, то у зразках із кіноа – 0,86 % (біле), 0,81 % (червоне) та 1,00 % (чорне). Це свідчить про збагачення виробів мінеральними речовинами, притаманними насінню кіноа.

Отже, аналіз таблиці підтверджує, що використання борошна з насіння кіноа у рецептурі кексів сприяє зменшенню вмісту жиру та вологи, підвищенню вмісту

білка, клітковини й мінеральних речовин, а також формує передумови для створення кексів з підвищеною поживною та функціональною цінністю.

Таблиця 3.7 – Поживна та енергетична цінність дослідних зразків кексів

| № дослідного зразку | Вміст           |                |                     | Енергетична цінність, кКал/100 г |
|---------------------|-----------------|----------------|---------------------|----------------------------------|
|                     | білків, г/100 г | жирів, г/100 г | вуглеводів, г/100 г |                                  |
| №1                  | 8,28            | 29,25          | 61,70               | 530,86                           |
| №2                  | 8,61            | 24,91          | 65,22               | 506,45                           |
| №3                  | 7,72            | 23,89          | 66,88               | 500,00                           |
| №4                  | 8,11            | 22,68          | 66,66               | 489,88                           |

Наведені в табл. 3.7 дані свідчать про істотний вплив збагачення рецептури кексів борошном з насіння кіноа на їх поживну та енергетичну цінність.

Вміст білків у дослідних зразках коливається в межах 7,72–8,61 г/100 г. Найвищий показник зафіксовано у зразка №2 (8,61 г/100 г), збагаченого борошном з білого насіння кіноа, що підтверджує доцільність його використання як джерела повноцінного рослинного білка. У зразках №3 і №4 вміст білків дещо нижчий, однак залишається співставним із контрольним зразком №1, що свідчить про збереження білкової цінності виробів після заміни частини пшеничного борошна.

Вміст жирів має чітку тенденцію до зниження у збагачених зразках. Якщо у контрольному зразку №1 цей показник становить 29,25 г/100 г, то у зразках №2–№4 він зменшується до 24,91–22,68 г/100 г. Найменшу масову частку жирів зафіксовано у зразка №4, збагаченого борошном з чорного насіння кіноа. Це позитивно впливає на поживну цінність кексів і дозволяє знизити їх калорійність без погіршення споживчих властивостей.

Вміст вуглеводів у дослідних зразках, навпаки, дещо зростає порівняно з контролем і перебуває в межах 65,22–66,88 г/100 г, що обумовлено як складом насіння кіноа, так і перерозподілом рецептурних компонентів. При цьому збільшення частки вуглеводів компенсується підвищеним вмістом харчових волокон, що покращує фізіологічну цінність виробів.

Енергетична цінність кексів поступово зменшується від 530,86 кКал/100 г у контрольному зразку до 489,88 кКал/100 г у зразку №4. Таким чином, використання борошна з насіння кіноа дозволяє отримати вироби з нижчою калорійністю, що є важливим з позицій сучасних тенденцій здорового та збалансованого харчування.

Загалом результати таблиці підтверджують, що збагачення кексів борошном з насіння кіноа сприяє оптимізації їх поживного складу, зниженню вмісту жирів та енергетичної цінності при збереженні достатнього рівня білків, що робить такі вироби перспективними для виробництва кондитерської продукції функціонального спрямування.

Досліджено реологічні властивості дослідних зразків кексів після випікання (табл. 3.8, рис. 3.5, рис. 3.6).



Рисунок 3.4 – Визначення реологічних властивостей дослідних зразків кексів

Таблиця 3.8 – Результати аналізу профілю текстури кексів

| Показник        | № дослідного зразку кексів |        |        |        |
|-----------------|----------------------------|--------|--------|--------|
|                 | 1                          | 2      | 3      | 4      |
| 1               | 2                          | 3      | 4      | 5      |
| Твердість 1, гс | 3705,0                     | 1522,0 | 2764,0 | 1522,0 |
| Твердість 2, гс | 3035,0                     | 1667,0 | 2291,0 | 1308,0 |
| Стійкість       | 0,076                      | 0,089  | 0,067  | 0,007  |

Продовження табл. 3.8

| 1                       | 2       | 3      | 4      | 5      |
|-------------------------|---------|--------|--------|--------|
| Індекс пружності        | 0,593   | 0,490  | 0,475  | 0,552  |
| Когезивність            | 0,325   | 0,354  | 0,270  | 0,350  |
| Виправлена когезивність | 34,959  | 2,118  | 4,664  | 3,052  |
| Жувальність             | 712,7   | 264,0  | 354,8  | 294,4  |
| Виправлена жувальність  | 62874,8 | 1729,0 | 5077,0 | 2203,7 |

Наведені в табл. 3.8 результати аналізу профілю текстури кексів свідчать про істотний вплив рецептурного складу на структурно-механічні властивості готових виробів. Показники твердості демонструють, що контрольний зразок №1 характеризується найбільш жорсткою структурою (твердість 1 – 3705,0 гс; твердість 2 – 3035,0 гс). У дослідних зразках №2 та №4 спостерігається істотне зниження твердості (1522,0 та 1308,0–1667,0 гс відповідно), що свідчить про формування м'якшої та більш ніжної текстури м'якушки. Зразок №3 займає проміжне положення за даними показниками, що вказує на помірну щільність структури.

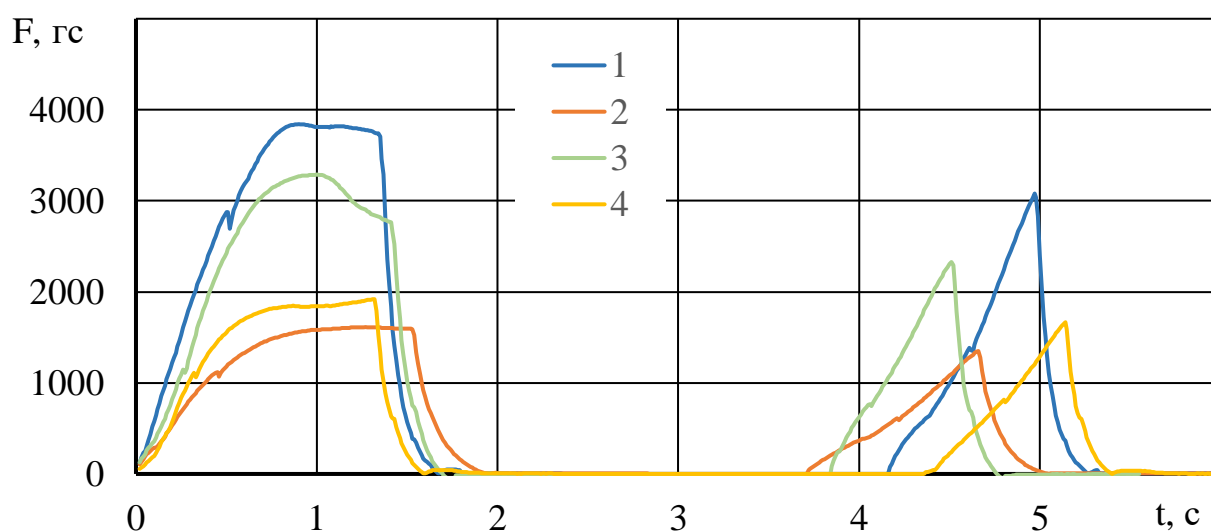


Рисунок 3.6 – Графік текстури дослідних зразків кексів

Аналіз стійкості та індексу пружності показує, що найбільш стабільною структурою володіють зразки №2 та №1 (0,089 та 0,076 відповідно), тоді як зразок №4 має мінімальне значення стійкості (0,007), що може бути ознакою більш крихкої та менш стабільної м'якушки. Водночас індекс пружності є найвищим у зразка №4 (0,552), що свідчить про добру здатність виробу відновлювати форму після деформації, а найнижчим – у зразка №3 (0,475).

Показники когезивності та виправленої когезивності характеризують внутрішню зв'язаність структури. Найвищі значення когезивності зафіксовані у зразків №2 та №4 (0,354 та 0,350), що вказує на більш однорідну та зв'язану м'якушку. Водночас контрольний зразок №1 має значно вищу виправлену когезивність (34,959), що свідчить про надмірну щільність і меншу ніжність текстури порівняно з дослідними зразками.

За показниками жувальності контрольний зразок №1 істотно перевищує інші (712,7), що означає більші зусилля, необхідні для пережовування. Додавання нетрадиційної сировини у зразках №2–№4 призводить до зменшення жувальності (264,0–354,8) та різкого зниження виправленої жувальності, що позитивно впливає на споживчі властивості кексів.

Отже, результати аналізу текстурного профілю підтверджують, що введення альтернативних інгредієнтів у рецептуру кексів сприяє зниженню твердості, жувальності та формуванню більш м'якої, пружної і приємної за консистенцією структури порівняно з контрольним зразком, що є важливою перевагою з точки зору органолептичної оцінки та споживчої привабливості готових виробів.

## Висновки за розділом

1. Виготовлено 4 дослідні зразки кексів. Величина упікання кексів змінювалася залежно від рецептурного складу та виду борошна, використаного для збагачення. Найвищий показник упікання зафіксовано у контрольного зразка №1 (6,03 %), виготовленого без додавання борошна з насіння кіноа. Це вказує на більші

втрати маси під час випікання, зумовлені інтенсивнішим випаровуванням вологи. У зразках кексів, збагачених борошном кіноа, величина упікання була нижчою. Так, у зразка №2, збагаченого борошном з насіння білого кіноа, вона становила 5,32 %, у зразка №3, збагаченого борошном з насіння червоного кіноа, – 4,98 %, а мінімальне значення характерне для зразка №4, збагаченого борошном з насіння чорного кіноа – 4,92 %. Зменшення упікання у збагачених зразках, порівняно з контролем, може бути пов'язане з підвищеним вмістом білків і харчових волокон у борошні з насіння кіноа, які здатні ефективніше зв'язувати та утримувати вологу в структурі тіста під час термічної обробки. Загалом отримані результати свідчать, що використання борошна з насіння кіноа у рецептурі кексів позитивно впливає на їхні технологічні властивості, зменшуючи втрати маси при випіканні та сприяючи формуванню більш стабільної структури готових виробів.

2. Всі дослідні зразки кексів відповідали вимогам ДСТУ 4505:2005 «Кекси. Загальні технічні умови», всі незначні відхилення пов'язані з особливостями використаної сировини. Введення до рецептури кексів борошна з насіння кіноа різних видів призвело до закономірних змін кольорових характеристик готових виробів. Зменшення світлоти та зміна співвідношення червоного і жовтого компонентів формували більш інтенсивне та насичене забарвлення, яке може розглядатися як індивідуальна органолептична особливість збагачених кексів і підвищувати їхню споживчу привабливість у сегменті функціональних та інноваційних харчових продуктів. Усі зразки кексів одержали високі бали при органолептичній оцінці. Найменше балів отримав зразок №4 (з додаванням борошна з чорного насіння кіноа). Всі інші зразки отримали найвищі бали.

3. Використання борошна з насіння кіноа у рецептурі кексів сприяло зменшенню вмісту жиру та вологи, підвищенню вмісту білка, клітковини й мінеральних речовин, а також формує передумови для створення кексів з підвищеною поживною та функціональною цінністю. Вміст білків у дослідних зразках коливався в межах 7,72–8,61 г/100 г. Найвищий показник зафіксовано у зразка №2 (8,61 г/100 г), збагаченого борошном з білого насіння кіноа, що підтверджує доцільність його використання як джерела повноцінного рослинного

білка. У зразках №3 і №4 вміст білків дещо нижчий, однак залишався співставним із контрольним зразком №1, що свідчить про збереження білкової цінності виробів після заміни частини пшеничного борошна. Вміст жирів мав чітку тенденцію до зниження у збагачених зразках. Якщо у контрольному зразку №1 цей показник становив 29,25 г/100 г, то у зразках №2–№4 він зменшувався до 24,91–22,68 г/100 г. Найменшу масову частку жирів зафіксовано у зразка №4, збагаченого борошном з чорного насіння кіноа. Це позитивно вплинуло на поживну цінність кексів і дозволило знизити їх калорійність без погіршення споживчих властивостей. Вміст вуглеводів у дослідних зразках, навпаки, дещо зростав порівняно з контролем і перебував в межах 65,22–66,88 г/100 г, що обумовлено як складом насіння кіноа, так і перерозподілом рецептурних компонентів. При цьому збільшення частки вуглеводів компенсувалося підвищеним вмістом харчових волокон, що покращує фізіологічну цінність виробів. Енергетична цінність кексів поступово зменшувалася від 530,86 кКал/100 г у контрольному зразку до 489,88 кКал/100 г у зразку №4. Таким чином, використання борошна з насіння кіноа дозволяє отримати вироби з нижчою калорійністю, що є важливим з позицій сучасних тенденцій здорового та збалансованого харчування.

4. Результати аналізу текстурного профілю підтвердили, що введення альтернативних інгредієнтів у рецептуру кексів сприяє зниженню твердості, жувальності та формуванню більш м'якої, пружної і приємної за консистенцією структури порівняно з контрольним зразком, що є важливою перевагою з точки зору органолептичної оцінки та споживчої привабливості готових виробів.

З урахуванням сукупності технологічних, поживних та органолептичних показників найбільш доцільною для впровадження у виробництво є рецептура зразка №2 – кекси, збагачені борошном з білого насіння кіноа. Саме цей зразок характеризувався найвищим вмістом білка (8,61 г/100 г); суттєвим зниженням вмісту жиру та калорійності порівняно з контролем; достатнім підвищенням вмісту клітковини та мінеральних речовин; високими органолептичними оцінками без негативного впливу на смак і зовнішній вигляд; оптимальними текстурними характеристиками, що забезпечують приємну консистенцію виробів. Зразок №4 (з

чорним кіноа) може розглядатися як перспективний для виробництва кексів із максимально зниженою калорійністю та підвищеним вмістом клітковини, однак дещо нижчі органолептичні оцінки обмежують його універсальність для масового споживання. Отже, впровадження рецептури кексів із борошном з білого насіння кіноа є оптимальним рішенням, яке поєднує покращені харчові та функціональні властивості з високою споживчою привабливістю та відповідає сучасним тенденціям здорового харчування.

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

### 4.1 Розробка картки безпеки праці

Дослідження, передбачені завданням магістерської роботи, проводили в навчальних лабораторіях кафедри харчових технологій та кафедри інжинірингу технічних систем ДДАЕУ. Навчальні лабораторії обладнані всіма необхідними приладами та обладнанням для виготовлення дослідних зразків кексів та визначення їх показників якості (столовий і лабораторний посуд, ваги технічні, холодильник, водонагрівач, шафа духова, ваги-вологомір, колориметр, пенетрометр та інше. У навчальних лабораторіях забезпечені всі умови для проведення науково-дослідних робіт з дотриманням норм пожежної безпеки, електробезпеки та охорони праці.

Виробництво кексів належить до харчових технологічних процесів, що поєднують механічні, теплові та санітарно-гігієнічні операції, тому вимагає обов'язкового дотримання норм охорони праці з метою запобігання виробничому травматизму, професійним захворюванням та погіршенню якості продукції.

До роботи допускають працівників, які пройшли вступний і первинний інструктаж з охорони праці, навчання з безпечних методів роботи та медичний огляд. Працівники повинні бути забезпечені спецодягом, головними уборами, захисним взуттям, а за необхідності – рукавицями та захисними окулярами. Забороняється працювати в несправному одязі або з ознаками захворювань.

Основними небезпечними чинниками є рухомі частини машин (мішалки, тістоміси, подрібнювачі), електричний струм та підвищені температури. Усе обладнання повинно бути справним, заземленим та оснащеним захисними кожухами. Забороняється очищати або ремонтувати обладнання під час його роботи. Вмикання і вимикання машин дозволяється лише сухими руками.

При роботі з духовими шафами та печами існує ризик термічних опіків. Завантаження і виймання форм з кексами слід виконувати з використанням

термостійких рукавиць або прихваток. Забороняється перевищувати допустимі температурні режими та залишати увімкнене обладнання без нагляду.

Виробничі приміщення повинні бути обладнані ефективною вентиляцією, належним освітленням і відповідати санітарним нормам. Робочі поверхні та інвентар необхідно регулярно очищати й дезінфікувати. Сипкі інгредієнти (борошно, цукор, добавки) слід завантажувати обережно, щоб уникнути утворення пилу.

Борошно, цукор і жири є пожежонебезпечними матеріалами, тому у виробничих приміщеннях забороняється використання відкритого вогню. Електрообладнання має бути справним, а приміщення – забезпечене первинними засобами пожежогасіння (вогнєгасниками). Працівники повинні знати порядок дій у разі виникнення пожежі.

Дотримання вимог охорони праці при виробництві кексів забезпечує безпечні умови роботи, зниження виробничих ризиків, збереження здоров'я персоналу та стабільну якість готової продукції. Комплексний підхід до організації безпечного виробничого процесу є обов'язковою складовою сучасних харчових технологій.

Розроблено картку безпеки праці (рис. 4.1) для оператора лінії з виробництва кексів.

#### 4.2 Поводження з відходами від виробництва кексів

Поводження з відходами від виробництва кексів є важливим елементом забезпечення екологічної безпеки, ресурсоефективності та відповідності принципам сталого розвитку харчової промисловості. Залежно від походження та властивостей, відходи кексового виробництва поділяють на харчові, пакувальні, допоміжні та санітарно-технічні, для кожної з яких доцільні окремі варіанти управління.


|  |   |
|--|---|
| <p><b>1. Загальна інформація</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Місце роботи – лінія з виробництва кексів.</li> <li>2. Вид робіт – виробництво кексів.</li> <li>3. Посада – оператор лінії.</li> <li>4. Тривалість робочого часу – 2 зміни (07:00–18:30; 19:00–06:30).</li> <li>5. Проходження медогляду – 1 раз на рік.</li> <li>6. Проходження повторного інструктажу з охорони праці – 1 раз на 6 місяців.</li> <li>7. Термін дії картки: до 01.12.2030 р.</li> </ol>  | <p><b>2. Забезпечення одягом та засобами індивідуального захисту</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Санітарний одяг (4 комплекти) – 1 раз на рік.</li> <li>2. Взуття шкіряне жаростійке – 1 раз на 6 місяців.</li> <li>3. Нарукавники бавовняні – 1 раз на 3 місяці.</li> <li>4. Рукавиці трикотажні, навушники протишумові, окуляри захисні – до зносу.</li> </ol>  |
| <p><b>3. Вимоги перед початком роботи</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. До роботи допускають лише повнолітніх осіб, які пройшли медичне обстеження та не мають медичних протипоказань, вступний інструктаж, спеціальне навчання.</li> <li>2. Перед початком роботи співробітник повинен одягнути спецодяг, підготувати робочу зону.</li> <li>3. Перевірити роботу штучної вентиляції, справність та наявність захисних огорожень приводів робочих органів.</li> <li>4. Перед запуском обладнання перевірити, що нікому не загрожує небезпека від рухомих частин і механізмів.</li> <li>5. Перевірити роботу обладнання на холостому ходу.</li> <li>6. Про виявлені порушення і недоліки доповісти безпосередньому керівнику і до їх усунення до роботи не приступати.</li> </ol> | <p><b>4. Вимоги під час роботи</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Співробітнику дозволяється виконувати тільки ту роботу, за якою пройдено навчання, інструктаж з охорони праці, до якої допущений особою, відповідальною за безпечне проведення осіб</li> <li>2. Необхідно утримувати своє робоче місце у належній чистоті, своєчасно прибирати з підлоги розсипану сировину, розлиті речовини.</li> <li>3. Під час роботи з гарячими поверхнями необхідно застосовувати жаростійкі засоби захисту рук.</li> <li>4. Дозволено використовувати тільки справне устаткування, інструмент, пристрої.</li> <li>5. Заборонено доручати свою роботу іншим особам, які не пройшли відповідне навчання та інструктаж.</li> </ol> |
| <p><b>5. Вимоги після закінчення роботи</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Після завершення роботи необхідно привести в порядок робоче місце, інструменти та пристрої прибрати у спеціально відведене місце.</li> <li>2. Зняти і здати на збереження спецодяг і засоби індивідуального захисту.</li> <li>3. Дотримуватися правил особистої гігієни.</li> <li>4. Про виявлені порушення і недоліки під час проведення робіт необхідно доповісти безпосередньому керівнику і змінному працівнику.</li> </ol>  | <p><b>6. Вимоги в надзвичайних ситуаціях</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. негайно припинити всі роботи.</li> <li>2. Вимкнути все обладнання та пристрої;</li> <li>3. Терміново доповісти керівнику про виникнення надзвичайної ситуації.</li> </ol>  |
| Контакти служб екстреної допомоги  |   |
| <p>Внутрішні службові номери:<br/> Майстер відділення: 000-00-00<br/> Служба охорони праці:<br/> 000-00-00 – головний інженер,<br/> 000-00-00 – медичний кабінет.</p>  |    |

Рисунок 4.1 – Картка безпека праці

До групи харчових відходів належать обрізки тіста, браковані або деформовані вироби, залишки сировини (борошно, цукор, добавки), а також крихта після пакування. Основними напрямками поводження з такими відходами є повторне використання (за умови дотримання вимог безпеки) – наприклад, крихту можна використовувати для обсипання форм або як компонент у начинках; переробка на кормові цілі – передача харчових відходів на корм тваринам або для виробництва комбікормів; біологічна утилізація – компостування або використання у біогазових установках; утилізація – у разі неможливості повторного використання, відповідно до санітарних норм.

До відходів пакувальних матеріалів відносять папір, картон, полімерні плівки, мішки з-під борошна та інших інгредієнтів. Раціональні варіанти поводження: роздільний збір і сортування; передача на вторинну переробку спеціалізованим підприємствам; мінімізація утворення шляхом використання багаторазової або екологічно безпечної тари.

Відходи допоміжних матеріалів – це залишки мийних і дезінфекційних засобів, мастильних матеріалів, фільтрів тощо. Вони потребують зберігання у спеціально промаркованій тарі; передачі ліцензованим організаціям для утилізації або знешкодження; строгого контролю для запобігання потраплянню в харчові зони або довкілля.

Стічні води після миття обладнання і приміщень повинні проходити попереднє очищення (механічне, жировловлювачі); відводитися до централізованих очисних споруд або локальних систем очищення; відповідати встановленим нормативам щодо вмісту органічних та хімічних речовин.

Для зменшення кількості відходів доцільно оптимізувати рецептури та технологічні режими; впроваджувати принципи НАССР і LEAN-виробництва; проводити навчання персоналу щодо раціонального використання сировини.

## Висновки за розділом

Дотримання вимог охорони праці при виробництві кексів забезпечує безпечні умови роботи, зниження виробничих ризиків, збереження здоров'я персоналу та стабільну якість готової продукції. Комплексний підхід до організації безпечного виробничого процесу є обов'язковою складовою сучасних харчових технологій. Ефективне поводження з відходами від виробництва кексів ґрунтується на поєднанні повторного використання, переробки та безпечної утилізації. Такий підхід дозволяє зменшити негативний вплив на довкілля, знизити виробничі витрати та підвищити екологічну й соціальну відповідальність підприємства.

## 5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

## 5.1 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження кваліфікаційної роботи

У процесі підготовки випускової роботи здійснювали розрахунок витрат, необхідних для проведення дослідження. Ці витрати визначали на основі складеного кошторису.

Розрахунок витрат на основні і допоміжні матеріали проводили за формулою (5.1):

$$m = \sum m_1 \cdot C_1 \quad (5.1)$$

де,  $m_1$  – кількість витраченого  $i$ -го матеріалу;

$C_1$  – ціна одиниці  $i$ -го матеріалу, грн.

Результати розрахунку матеріальних витрат представлено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Необхідна кількість матеріалів та їх вартість

| № з/п  | Найменування інгредієнту, одиниці | Ціна за одиницю, грн | Кількість | Сума, грн |
|--------|-----------------------------------|----------------------|-----------|-----------|
| 1      | Борошно пшеничне вищого сорту, кг | 30,70                | 0,200     | 6,14      |
| 2      | Насіння кіноа біле, кг            | 417,14               | 0,030     | 12,52     |
| 3      | Насіння кіноа червоне, кг         | 442,86               | 0,030     | 13,29     |
| 4      | Насіння кіноа чорне, кг           | 437,14               | 0,030     | 13,12     |
| 5      | Цукор білий кристалічний, кг      | 28,50                | 0,374     | 10,66     |
| 6      | Родзинки, кг                      | 855,50               | 0,400     | 342,20    |
| 7      | Масло вершкове, кг                | 719,45               | 0,400     | 287,78    |
| 8      | Яйця курячі, шт                   | 7,13                 | 8         | 57,04     |
| 9      | Розпушувач, кг                    | 449,00               | 0,002     | 0,90      |
| 10     | Сіль, кг                          | 89,00                | 0,002     | 0,18      |
| 11     | Цукор ванільний, кг               | 235,00               | 0,002     | 0,47      |
| Всього |                                   |                      |           | 744,30    |

Результати розрахунків заробітної плати керівника наукового дослідження наведено в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Розрахунок витрат на заробітну плату

| Посада                          | Середньомісячний заробіток, грн | Середньочасовий заробіток, грн | Кількість людино-годин | Сума, грн |
|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|------------------------|-----------|
| Керівник кваліфікаційної роботи | 13721,34                        | 95,29                          | 10                     | 952,90    |
| Всього                          |                                 |                                |                        | 952,90    |

Нарахування на заробітну плату приймали у розмірі 24 % від фонду робочого часу. Від загальної суми заробітної платні вони складають:

$$H = \frac{952,90 \cdot 24}{100} = 228,70 \text{ грн}$$

Витрати на спожиту електроенергію обчислювали за формулою (5.2):

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a \quad (5.2)$$

де, М – потужність використаного електрообладнання, кВт;

К – коефіцієнт використання потужності, К = 0,9;

Т – час роботи обладнання, год.;

а – тариф за електроенергію (за 1 кВт), грн./(кВт/год.);

а = 10,80 грн./(кВт/год.).

Результати розрахунку витрат на електроенергію наведені в табл. 5.3.

Таблиця 5.3 – Результати розрахунків витрат на електроенергію

| Обладнання       | Потужність електрообладнання, кВт | Час роботи обладнання, год | Витрати на електроенергію, грн |
|------------------|-----------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| 1                | 2                                 | 3                          | 4                              |
| Лабораторні ваги | 0,012                             | 1                          | 0,12                           |

## Продовження табл. 5.3

| 1                 | 2     | 3   | 4     |
|-------------------|-------|-----|-------|
| Лабораторний млин | 3,2   | 0,1 | 3,11  |
| Міксер            | 0,3   | 0,5 | 1,46  |
| Духова шафа       | 2,100 | 2   | 40,82 |
| Ваги-вологомір    | 0,300 | 4,5 | 13,12 |
| Ноутбук           | 0,02  | 50  | 9,72  |
| Всього            |       |     | 68,35 |

Розрахунок витрат на амортизацію обладнання виконували за формулою(5.3):

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 365} \quad (5.3)$$

де, А – амортизаційні відрахування, грн;

Φ – вартість обладнання, грн;

Н – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на даному обладнанні, днів;

365 – кількість днів в році.

Підсумки розрахунків витрат на амортизацію обладнання наведені в табл. 5.4.

Таблиця 5.4 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

| Устаткування      | Вартість,<br>грн | Річна норма<br>амортизації,<br>% | Тривалість<br>роботи,<br>днів | Витрати на<br>амортизацію,<br>грн |
|-------------------|------------------|----------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| Лабораторні ваги  | 11670,00         | 10                               | 0,08                          | 0,256                             |
| Лабораторний млин | 13166,67         | 10                               | 0,009                         | 0,033                             |
| Колориметр        | 9900,00          | 10                               | 0,009                         | 0,025                             |
| Міксер            | 1199,00          | 10                               | 0,04                          | 0,014                             |
| Духова шафа       | 9980,00          | 15                               | 0,17                          | 0,698                             |
| Ваги-вологомір    | 67600,00         | 15                               | 0,375                         | 10,418                            |
| Ноутбук           | 35999,00         | 25                               | 4,17                          | 102,819                           |
|                   | Всього           |                                  |                               | 114,26                            |

Накладні витрати, які включають затрати на обслуговування обладнання, були прийняті на рівні 80 % від обчисленої заробітної плати виконавців дослідження та становили:

$$\frac{952,90 \cdot 80}{100} = 762,32 \text{ грн}$$

Кошторис витрат на проведення дослідження наведений в табл. 5.5.

Таблиця 5.5 – Кошторис витрат на проведення дослідження

| Витрати   | Сума, грн |
|---|-----------|
| Основні матеріали                                     | 744,30    |
| Заробітна плата                                       | 952,90    |
| Нарахування на заробітну плату                        | 228,70    |
| Електроенергія  | 68,35     |
| Амортизація   | 114,26    |
| Накладні витрати                                      | 762,32    |
| Додаткові витрати (витрати дослідження в лабораторії) | 4704,00   |
| Всього  | 7574,83   |

Витрати, які суттєво вплинули на бюджет кваліфікаційної роботи, виявилися додатковими та були зумовлені необхідністю звернутися за платними послугами з визначення вмісту білків, жирів, клітковини та золи у дослідних зразках кексів.

## 5.2 Розрахунок вартості дослідження

Вартість науково-дослідної роботи розраховували з урахуванням витрат, пов'язаних із проведенням досліджень, а також рентабельності, застосовуючи при цьому наступний математичний вираз (5.4):

$$Ц = С + \frac{P \cdot С}{100} \quad (5.4)$$

де, Ц – вартість дослідження, грн;

С – витрати на дослідження, грн;

Р – нормативна рентабельність (Р=30), %.

$$Ц = 7574,83 + \frac{30 \cdot 7574,83}{100} = 9847,28 \text{ грн}$$

Загальна сума витрат, спрямованих на реалізацію досліджень у межах кваліфікаційної роботи, становить 9847,28 грн.

### 5.3 Техніко-економічні показники виробництва кексів в лабораторних умовах

У таблиці 5.6 наведено розрахунок прогнозованої собівартості 1 кг кексів, а в таблицях 5.7–5.9 – кексів, збагачених борошном з насіння кіноа, виготовлених в лабораторних умовах.

Таблиця 5.6 – Техніко-економічні показники виробництва кексів, зразок № 1

| Найменування статей калькуляції  | Виробництво кексів за типовою рецептурою |             |               |
|--|--|-------------|---------------|
|  | Кількість                                | Ціна (грн.) | Сума (грн.)   |
| Сировина та основні матеріали:   |  |             |               |
| Борошно пшеничне вищого сорту, кг  | 0,031                                    | 30,70       | 0,952         |
| Цукор білий кристалічний, кг   | 0,023                                    | 28,50       | 0,656         |
| Родзинки, кг   | 0,023                                    | 855,50      | 19,677        |
| Масло вершкове, кг   | 0,023                                    | 719,45      | 16,548        |
| Яйця курячі, шт  | 1  | 7,13        | 7,13          |
| Розпушувач, кг   | 0,0001                                   | 449,00      | 0,045         |
| Сіль, кг   | 0,0001                                   | 89,00       | 0,009         |
| Ванільний цукор, кг  | 0,0001                                   | 235,00      | 0,024         |
| Зворотні відходи, що реалізуються:   | -  | -           | -             |
| <i>Разом сировини і основних матеріалів за вирахуванням попутної продукції та зворотних відходів, кг</i> |  |             | 45,04         |
| Допоміжні і таропакувальні матеріали:  |  |             |               |
| <i>Форми для кексів, шт.</i>   | 4  | 0,22        | 0,88          |
| <i>Картонні коробки, шт</i>  | 1  | 18,60       | 13,50         |
| <i>Разом</i>   |  |             | 14,38         |
| Паливо і енергія на технологічні цілі:   |  |             |               |
| <i>Електроенергія, кВт.год:</i>  | 0,79                                     | 10,80       | 8,53          |
| <i>Разом</i>   |  |             | 8,53          |
| Витрати на утримання та експлуатацію обладнання  |  |             | -             |
| Амортизаційні відрахування   |  |             | 1,43          |
| Вихід готової продукції, кг  | 0,100                                    |             |               |
| <b>Виробнича собівартість 1 кг готового продукту</b>   |  |             | <b>693,81</b> |

Таблиця 5.7 – Техніко-економічні показники виробництва кексів, збагачених борошном з білого насіння кіноа, зразок №2

| Найменування статей калькуляції  | Виробництво кексів, збагачених борошном з білого насіння кіноа |             |               |
|--|--|-------------|---------------|
|  | Кількість  | Ціна (грн.) | Сума (грн.)   |
| Сировина та основні матеріали:   |  |             |               |
| Борошно пшеничне вищого сорту, кг  | 0,023  | 30,70       | 0,707         |
| Насіння кіноа біле, кг   | 0,008  | 417,14      | 3,338         |
| Цукор білий кристалічний, кг   | 0,023  | 28,50       | 0,656         |
| Родзинки, кг   | 0,023  | 855,50      | 19,677        |
| Масло вершкове, кг   | 0,023  | 719,45      | 16,548        |
| Яйця курячі, шт  | 1  | 7,13        | 7,13          |
| Розпушувач, кг   | 0,0001   | 449,00      | 0,045         |
| Сіль, кг   | 0,0001   | 89,00       | 0,009         |
| Ванільний цукор, кг  | 0,0001   | 235,00      | 0,024         |
| Зворотні відходи, що реалізуються:   | -  | -           | -             |
| <i>Разом сировини і основних матеріалів за вирахуванням попутної продукції та зворотних відходів, кг</i> |  |             | 48,13         |
| Допоміжні і таропакувальні матеріали:  |  |             |               |
| <i>Форми для кексів, шт.</i>   | 4  | 0,22        | 0,88          |
| <i>Картонні коробки, шт</i>  | 1  | 18,60       | 13,50         |
| <i>Разом</i>   |  |             | 14,38         |
| Паливо і енергія на технологічні цілі:   |  |             |               |
| <i>Електроенергія, кВт.год:</i>  | 0,81   | 10,80       | 8,75          |
| <i>Разом</i>   |  |             | 8,75          |
| Витрати на утримання та експлуатацію обладнання  |  |             | -             |
| Амортизаційні відрахування   |  |             | 1,43          |
| Вихід готової продукції, кг  | 0,100  |             |               |
| <b>Виробнича собівартість 1 кг готового продукту</b>   |  |             | <b>726,90</b> |

Таблиця 5.8 – Техніко-економічні показники виробництва кексів, збагачених борошном з червоного насіння кіноа, зразок №3

| Найменування статей калькуляції  | Виробництво кексів, збагачених борошном з червоного насіння кіноа |             |             |
|--|---|-------------|-------------|
|  | Кількість   | Ціна (грн.) | Сума (грн.) |
| 1  | 2   | 3           | 4           |
| Сировина та основні матеріали:   |   |             |             |
| Борошно пшеничне вищого сорту, кг  | 0,023   | 30,70       | 0,707       |
| Насіння кіноа червоне, кг  | 0,008   | 442,86      | 3,543       |
| Цукор білий кристалічний, кг   | 0,023   | 28,50       | 0,656       |
| Родзинки, кг   | 0,023   | 855,50      | 19,677      |
| Масло вершкове, кг   | 0,023   | 719,45      | 16,548      |
| Яйця курячі, шт  | 1   | 7,13        | 7,13        |
| Розпушувач, кг   | 0,0001  | 449,00      | 0,045       |
| Сіль, кг   | 0,0001  | 89,00       | 0,009       |
| Ванільний цукор, кг  | 0,0001  | 235,00      | 0,024       |
| Зворотні відходи, що реалізуються:   | -   | -           | -           |
| <i>Разом сировини і основних матеріалів за вирахуванням попутної продукції та зворотних відходів, кг</i> |   |             | 48,34       |
| Допоміжні і таропакувальні матеріали:  |   |             |             |
| <i>Форми для кексів, шт.</i>   | 4   | 0,22        | 0,88        |

## Продовження табл. 5.8

| 1  | 2     | 3     | 4             |
|--|-------|-------|---------------|
| <i>Картонні коробки, шт</i>                          | 1     | 18,60 | 13,50         |
| <i>Разом</i>   |       |       | 14,38         |
| Паливо і енергія на технологічні цілі:               |       |       |               |
| <i>Електроенергія, кВт.год:</i>                      | 0,81  | 10,80 | 8,75          |
| <i>Разом</i>   |       |       | 8,75          |
| Витрати на утримання та експлуатацію обладнання      |       |       | -             |
| Амортизаційні відрахування                           |       |       | 1,43          |
| Вихід готової продукції, кг                          | 0,100 |       |               |
| <b>Виробнича собівартість 1 кг готового продукту</b> |       |       | <b>729,00</b> |

Таблиця 5.9 – Техніко-економічні показники виробництва кексів, збагачених борошном з чорного насіння кіноа, зразок №4

| Найменування статей калькуляції  | Виробництво кексів, збагачених борошном з чорного насіння кіноа |             |               |
|--|---|-------------|---------------|
|  | Кількість   | Ціна (грн.) | Сума (грн.)   |
| Сировина та основні матеріали:   |   |             |               |
| Борошно пшеничне вищого сорту, кг  | 0,023   | 30,70       | 0,707         |
| Насіння кіноа чорне, кг  | 0,008   | 437,14      | 3,498         |
| Цукор білий кристалічний, кг   | 0,023   | 28,50       | 0,656         |
| Родзинки, кг   | 0,023   | 855,50      | 19,677        |
| Масло вершкове, кг   | 0,023   | 719,45      | 16,548        |
| Яйця курячі, шт  | 1   | 7,13        | 7,13          |
| Розпушувач, кг   | 0,0001  | 449,00      | 0,045         |
| Сіль, кг   | 0,0001  | 89,00       | 0,009         |
| Ванільний цукор, кг  | 0,0001  | 235,00      | 0,024         |
| Зворотні відходи, що реалізуються:   | -   | -           | -             |
| <i>Разом сировини і основних матеріалів за вирахуванням попутної продукції та зворотних відходів, кг</i> |   |             | 48,29         |
| Допоміжні і таропакувальні матеріали:  |   |             |               |
| <i>Форми для кексів, шт.</i>   | 4   | 0,22        | 0,88          |
| <i>Картонні коробки, шт</i>  | 1   | 18,60       | 13,50         |
| <i>Разом</i>   |   |             | 14,38         |
| Паливо і енергія на технологічні цілі:   |   |             |               |
| <i>Електроенергія, кВт.год:</i>  | 0,81  | 10,80       | 8,75          |
| <i>Разом</i>   |   |             | 8,75          |
| Витрати на утримання та експлуатацію обладнання  |   |             | -             |
| Амортизаційні відрахування   |   |             | 1,43          |
| Вихід готової продукції, кг  | 0,100   |             |               |
| <b>Виробнича собівартість 1 кг готового продукту</b>   |   |             | <b>728,50</b> |

Аналізуючи одержані у табл. 5.6–5.9 результати, зазначимо, що прогнозована собівартість кексів, збагачених борошном з насіння кіноа на 5 % вища за собівартість контролю. Середня ціна кексів на вітчизняному ринку ~200 грн/кг, що значно менше за розраховану собівартість, тому у подальшому буде доцільно

розробити заходи щодо зменшення собівартості продукту, наприклад розглянути можливість закупити сировини оптом.

### Висновки за розділом

Найбільшими затратами під час нашого дослідження були додаткові витрати, а саме витрати на дослідження складу кексів – 4704,00 грн. З урахуванням 30 % нормативної рентабельності загальна вартість експериментального дослідження склала 9847,28 грн. Прогнозована собівартість кексів, збагачених борошном з насіння кіноа на 5 % вища за собівартість контролю.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Виготовлено 4 дослідні зразки кексів. Величина упікання кексів змінювалася залежно від рецептурного складу та виду борошна, використаного для збагачення. Найвищий показник упікання зафіксовано у контрольного зразка №1 (6,03 %), виготовленого без додавання борошна з насіння кіноа. Це вказує на більші втрати маси під час випікання, зумовлені інтенсивнішим випаровуванням вологи. У зразках кексів, збагачених борошном із насіння кіноа, величина упікання була нижчою. Так, у зразка №2, збагаченого борошном з насіння білого кіноа, вона становила 5,32 %, у зразка №3, збагаченого борошном з насіння червоного кіноа, – 4,98 %, а мінімальне значення характерне для зразка №4, збагаченого борошном з насіння чорного кіноа – 4,92 %. Зменшення упікання у збагачених зразках, порівняно з контролем, може бути пов'язане з підвищеним вмістом білків і харчових волокон у борошні з насіння кіноа, які здатні ефективніше зв'язувати та утримувати вологу в структурі тіста під час термічної обробки. Загалом отримані результати свідчать, що використання борошна з насіння кіноа у рецептурі кексів позитивно впливає на їхні технологічні властивості, зменшуючи втрати маси при випіканні та сприяючи формуванню більш стабільної структури готових виробів.

2. Всі дослідні зразки кексів відповідали вимогам ДСТУ 4505:2005 «Кекси. Загальні технічні умови», всі незначні відхилення пов'язані з особливостями використаної сировини. Введення до рецептури кексів борошна з насіння кіноа різних видів призвело до закономірних змін кольорових характеристик готових виробів. Зменшення світлоти та зміна співвідношення червоного і жовтого компонентів формували більш інтенсивне та насичене забарвлення, яке може розглядатися як індивідуальна органолептична особливість збагачених кексів і підвищувати їхню споживчу привабливість у сегменті функціональних та інноваційних харчових продуктів. Усі зразки кексів одержали високі бали при органолептичній оцінці. Найменше балів отримав зразок №4 (з додаванням борошна з чорного насіння кіноа). Всі інші зразки отримали найвищі бали.

3. Використання борошна з насіння кіноа у рецептурі кексів сприяло зменшенню вмісту жиру та вологи, підвищенню вмісту білка, клітковини й мінеральних речовин, а також формує передумови для створення кексів з підвищеною поживною та функціональною цінністю. Вміст білків у дослідних зразках коливався в межах 7,72–8,61 г/100 г. Найвищий показник зафіксовано у зразка №2 (8,61 г/100 г), збагаченого борошном з білого насіння кіноа, що підтверджує доцільність його використання як джерела повноцінного рослинного білка. У зразках №3 і №4 вміст білків дещо нижчий, однак залишався співставним із контрольним зразком №1, що свідчить про збереження білкової цінності виробів після заміни частини пшеничного борошна. Вміст жирів мав чітку тенденцію до зниження у збагачених зразках. Якщо у контрольному зразку №1 цей показник становив 29,25 г/100 г, то у зразках №2–№4 він зменшувався до 24,91–22,68 г/100 г. Найменшу масову частку жирів зафіксовано у зразка №4, збагаченого борошном з чорного насіння кіноа. Це позитивно вплинуло на поживну цінність кексів і дозволило знизити їх калорійність без погіршення споживчих властивостей. Вміст вуглеводів у дослідних зразках, навпаки, дещо зростав порівняно з контролем і перебував в межах 65,22–66,88 г/100 г, що обумовлено як складом насіння кіноа, так і перерозподілом рецептурних компонентів. При цьому збільшення частки вуглеводів компенсувалося підвищеним вмістом харчових волокон, що покращує фізіологічну цінність виробів. Енергетична цінність кексів поступово зменшувалася від 530,86 кКал/100 г у контрольному зразку до 489,88 кКал/100 г у зразку №4. Таким чином, використання борошна з насіння кіноа дозволяє отримати вироби з нижчою калорійністю, що є важливим з позицій сучасних тенденцій здорового та збалансованого харчування.

4. Результати аналізу текстурного профілю підтвердили, що введення альтернативних інгредієнтів у рецептуру кексів сприяє зниженню твердості, жувальності та формуванню більш м'якої, пружної і приємної за консистенцією структури порівняно з контрольним зразком, що є важливою перевагою з точки зору органолептичної оцінки та споживчої привабливості готових виробів.

З урахуванням сукупності технологічних, поживних та органолептичних показників найбільш доцільною для впровадження у виробництво є рецептура зразка №2 – кекси, збагачені борошном з білого насіння кіноа. Саме цей зразок характеризувався найвищим вмістом білка (8,61 г/100 г); суттєвим зниженням вмісту жиру та калорійності порівняно з контролем; достатнім підвищенням вмісту клітковини та мінеральних речовин; високими органолептичними оцінками без негативного впливу на смак і зовнішній вигляд; оптимальними текстурними характеристиками, що забезпечують приємну консистенцію виробів. Зразок №4 (з чорним кіноа) може розглядатися як перспективний для виробництва кексів із максимально зниженою калорійністю та підвищеним вмістом клітковини, однак дещо нижчі органолептичні оцінки обмежують його універсальність для масового споживання. Отже, впровадження рецептури кексів із борошном з білого насіння кіноа є оптимальним рішенням, яке поєднує покращені харчові та функціональні властивості з високою споживчою привабливістю та відповідає сучасним тенденціям здорового харчування.

5. Дотримання вимог охорони праці при виробництві кексів забезпечує безпечні умови роботи, зниження виробничих ризиків, збереження здоров'я персоналу та стабільну якість готової продукції. Комплексний підхід до організації безпечного виробничого процесу є обов'язковою складовою сучасних харчових технологій. Ефективне поводження з відходами від виробництва кексів ґрунтується на поєднанні повторного використання, переробки та безпечної утилізації. Такий підхід дозволяє зменшити негативний вплив на довкілля, знизити виробничі витрати та підвищити екологічну й соціальну відповідальність підприємства.

6. Найбільшими затратами під час нашого дослідження були додаткові витрати, а саме витрати на дослідження складу кексів – 4704,00 грн. З урахуванням 30 % нормативної рентабельності загальна вартість експериментального дослідження склала 9847,28 грн. Прогнозована собівартість кексів, збагачених борошном з насіння кіноа на 5 % вища за собівартість контролю.

Перспективними будуть подальші дослідження щодо визначення строку зберігання розроблених кексів.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Троценко В.І, Мельник А.В., Троценко Н.В. Дослідження базових характеристик насіння кіноа. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агронімія і біологія». 2020. 1 (39). С. 71–77.
2. Bazile D., Jacobsen S.E., Verniau A. The Global Expansion of Quinoa: Trends and Limits. *Frontiers in Plant Science*. 2016. 7.
3. Новгородська Н.В., Берник І.М., Овсієнко С.М. січені м'ясні напівфабрикати з насінням кіноа та гарбузовою клітковиною. *Продовольчі ресурси*. 2024. 12 (22). С. 132–142.
4. Осокіна Н.М., Костецька К.В., Кисіль А.А., Андрущенко О.Л. Обґрунтування використання кіноа у хлібопеченні. *Продовольчі ресурси*. 2025. №13 (24). С. 100–111.
5. Троценко В.І., Коваленко І.М., Ільченко В.О. Стан та перспективи культури кіноа в північно-східному лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агронімія і біологія»*. 2017. 9 (34). С. 77–81.
6. Соколовська О.Г., Валевська Л.О. Очищення зерна кіноа – важливий етап післязбиральної обробки. Вісник Хмельницького національного університету. 2021. №2. С. 259–263.
7. Mu H., Xue S., Sun Q., Shi J., Zhang D., Wang D., Wei J. Research Progress of Quinoa Seeds (*Chenopodium quinoa* Wild.): Nutritional Components, Technological Treatment, and Application. *Foods*. 2023. 12. 2087.
8. Filho A.M., Pirozi M.R., Borges J.T., Pinheiro Sant'Ana H.M., Chaves J.B., Coimbra J.S. Quinoa: nutritional, functional, and antinutritional aspects. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2017. 57 (8). P. 1618–1630.
9. Nowak V., Du J., Charrondière U.R. Assessment of the nutritional composition of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Food Chemistry*. 2016. 193. P. 47–54.

10. Iqbal Sh., Basra Sh.M.A., Saddiq M.S., Yang A., Akhtar S.S., Jacobsen S.E. The Extraordinary Salt Tolerance of Quinoa. *Emerging Research in Alternative Crops*. 2020. P. 125–143.
11. Любич В.В., Войтовська В.І., Третякова С.О. Біохімічна складова зерна кіноа залежно від сорт. *Інженерія природокористування*. 2021. № 3(21). С. 7–11.
12. Соколова Є.Б., Ковалевська Н.С., Сподар К.В. Підвищення харчової цінності м'ясних січених напівфабрикатів за рахунок додавання насіння кіноа. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2021. №1. С. 91–95.
13. Толок С.В. Насіння чіа, кіноа та льону як функціональні інгредієнти сиркових паст. *Здоров'я людини і нації*. 2025. №4. С. 99–112.
14. Соколовська О.Г., Валевська Л.О., Шуляньська А.О. Біологічна цінність зернових суперфудів. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки*. 2020. №1. Т. 31 (70). С. 116–120.
15. Замай Ж.В., Гуменюк О.Л., Волкова Р.М., Хребтань О.Б., Цибуля С.Д., Пасов Г.В. Використання інноваційної сировини (кіноа, чорний кмин, кунжут) та її вплив на властивості пшеничного хліба. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2021. № 3 (27). С. 103–111.
16. Осокіна Н.М., Костецька К.В., Ковтун-Водяницька С.М., Чернега А.О., Кисіль А.А. Обґрунтування рецептури та технологічних параметрів виробництва хліба безглютенового. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2025. №1. С. 104–111.
17. Vilcacundo R., Hernández-Ledesma B. Nutritional and biological value of quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*). *Current Opinion in Food Science*. 2017. Vol. 14. P. 1–6.
18. Pereira E., Encina-Zelada C., Barros L., Gonzales-Barron U., Cadavez V.C.F.R., Ferreira I. Chemical and nutritional characterization of *Chenopodium quinoa Willd* (quinoa) grains: A good alternative to nutritious food. *Food Chemistry*. 2019. 15. P. 110–114.

19. Navruz-Varli S., Sanlier N. Nutritional and health benefits of quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*). *Journal of Cereal Science*. 2016. Vol. 69. P. 371–376.
20. Zhu F. Dietary fiber polysaccharides of amaranth, buckwheat and quinoa grains: A review of chemical structure, biological functions and food uses. *Carbohydr. Polym.* 2020. 248. 116819.
21. Wang T.-Y., Tao S.-Y., Wu Y.-X., An T., Lv B.-H., Liu J.-X., Liu Y.-T., Jiang G.-J. Quinoa Reduces High-Fat Diet-Induced Obesity in Mice via Potential Microbiota-Gut-Brain-Liver Interaction Mechanisms. *Microbiol. Spectr.* 2022. 10. e0032922.
22. Strenske A., Vasconcelos E.S., Egewarth V.A., Herzog N.F.M., Malavasi M.M. Responses of quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) seeds stored under different germination temperatures. *Acta Scientiarum. Agronomy*. 2017. 39 (1). P. 83–88.
23. Болгова Н.В., Соловей В.І. Застосування борошна кіноа в технології пшеничного хліба. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Механізація та автоматизація виробничих процесів»*. 2023. 1 (51). С. 13–17.
24. Васьківська А., Сильчук Т. Дослідження харчової цінності безглютенового хліба на основі зеленої гречки, збагаченого насінням кіноа. *Innovations and Technologies in the Service Sphere and Food Industry*. 2025. 3 (17). С. 17–22.
25. Coțovanu I., Ungureanu-Iuga M., Mironeasa S. Investigation of Quinoa Seeds Fractions and Their Application in Wheat Bread Production. *Plants (Basel)*. 2021. 11 (10). 2150.
26. Bilgiçli N., İbanoğlu Ş. Effect of pseudo cereal flours on some physical, chemical and sensory properties of bread. *Journal of Food Science & Technology*. 2015. 52. P. 7525–7529.
27. Azizi S., Azizi M.H, Moogouei R., Rajaei P. The effect of Quinoa flour and enzymes on the quality of glutenfree bread. *Food Science & Nutrition*. 2020. 8 (5). P. 2373–2382.
28. Kurek M.A., Sokolova N. Optimization of bread quality with quinoa flour of different particle size and degree of wheat flour replacement. *Food Science Technology*. 2020. 40 (2).

29. Coțovanu I., Batariuc A., Mironeasa S. Characterization of Quinoa Seeds Milling Fractions and Their Effect on the Rheological Properties of Wheat Flour Dough. *Applied Sciences*. 2020. 10 (20). 7225.
30. Wang S., Opassathavorn A., Zhu F. Influence of Quinoa Flour on Quality Characteristics of Cookie, Bread and Chinese Steamed Bread. *J. Texture Stud.* 2015, 46, P. 281–292.
31. Sayas-Barberá E., Valero-Asencio M.M., Rodríguez-Vera C.N., Fernández-López J., Haros C.M., Pérez-Álvarez J., Viuda-Martos M. Effect of Different Black Quinoa Fractions (Seed, Flour and Wet-Milling Coproducts) upon Quality of Meat Patties during Freezing Storage. *Foods*. 2021. 10, 3080.
32. Лебединець А.І. Харчова цінність збагачених масляних кексів. *Вісник ЛТЕУ. Технічні науки*. 2025. №41. С. 75–81.
33. Маринець М.В., Дзюндзя О.В. Удосконалення технології кексів за рахунок використання місцевої сировини. *Праці ТДАТУ*. 2020. №20. С. 208–217.
34. Грабовська О., Літвінов А. Технологія кексів з використанням білкового концентрату бобів *Vicia faba*. *Товари і ринки*. 2024. №4. С. 101–112.
35. Погорельська А.С., Павлюченко О.С., Кузьмін О.В., Польовик В.В., Силка І.М., Теоретичні аспекти доцільності створення безглютенових кексів, збагачених сиром кисломолочним, для закладів ресторанного господарства. *Наукові праці НУХТ*. 2023. №1 (29). С. 151–162.
36. Челябинцева В.М., Симко А.О. Використання чаю матча в технології безглютенових кексів. *Вісник ЛТЕУ. Технічні науки*. 2021. №26. С. 65–70.

# ДОДАТКИ