**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-технологічний факультет**

Кафедра харчових технологій

# П о я с н ю в а л ь н а  з а п и с к а

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

# Обґрунтування технології виробництва кексів, збагачених продуктами переробки насіння чіа

**Виконала**: здобувачка вищої освіти 4 курсу,
групи ХТ-2-22
освітньо-професійної програми «Харчові технології»
зі спеціальності 181 «Харчові технології»

_____ Марія ЧЕРНЕНКО

**Керівник**: _____ Наталія СОВА

Дніпро 2026

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

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

**ЗАТВЕРДЖУЮ**
Завідувач кафедри
харчових технологій,
кандидат технічних наук, доцент
_____Віталій КОШУЛЬКО

«___» _____ 2026 р.

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

Черненко Марії Євгенівні

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології виробництва кексів, збагачених продуктами переробки насіння чіа».
Керівник роботи: Сова Наталія Анатоліївна, кандидатка технічних наук, доцентка, затверджені наказом закладу вищої освіти від «01» травня 2026 року №875.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 15 червня 2026 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 чіа та продуктів його переробки. 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 | 01.05.26 | 15.06.2026 |
| | | | |
| | | | |

7. Дата видачі завдання 01 травня 2026 року.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

| № з/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|---|---|---|---|
| 1 | Вступ | 01.05-03.05.2026 | |
| 2 | Оглядовий розділ | 04.05-17.05.2026 | |
| 3 | Дослідницько-аналітичний розділ | 18.05-20.05.2026 | |
| 4 | Експериментальний розділ | 21.05-31.05.2026 | |
| 5 | Охорона праці та захист навколишнього середовища | 01.06-03.06.2026 | |
| 6 | Організаційно-економічний розділ | 04.06-07.06.2026 | |
| 7 | Загальні висновки і пропозиції, бібліографія | 08.06-10.06.2026 | |
| 8 | Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу | 11.06-14.06.2026 | |

**Здобувач вищої освіти** _____ Марія ЧЕРНЕНКО
( підпис )

**Керівник роботи** _____ Наталія СОВА

# РЕФЕРАТ

Тема: «Обґрунтування технології виробництва кексів, збагачених продуктами переробки насіння чіа».

**Кваліфікаційна робота бакалавра:** 67 с., 13 рис., 17 табл., 1 додаток, 33 літературних джерела.

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

**Метою роботи** є розроблення рецептури кексів, збагачених продуктами переробки насіння чіа.

**Методи дослідження.** Дослідні зразки кексів, збагачених продуктами переробки насіння чіа, виготовляли на основі рецептури кексу «Столичний» із подальшим випіканням за температури 200 °С протягом 20 хв. Масову частку вологи у готових виробах визначали методом висушування наважки до сталої маси з використанням вагів-вологоміра «RADWAG MA 110 R». Кольорові характеристики готових кексів оцінювали за системою CIE Lab* за допомогою портативного колориметра «Linshang LS173». Вміст білків, жирів, клітковини та зольних речовин встановлювали із застосуванням загальноприйнятих стандартних методів хімічного аналізу. Реологічні властивості дослідних зразків визначали за допомогою пенетрометра.

*У кваліфікаційній роботі досліджено можливість використання продуктів переробки насіння чіа у технології кексів з метою підвищення їх поживної та біологічної цінності. Проаналізовано хімічний склад і функціональні властивості насіння чіа та обґрунтовано доцільність його застосування у виробництві борошняних кондитерських виробів.*

*Розроблено рецептури кексів із заміною 25 % пшеничного борошна на цільнозернове борошно чіа, подрібнену макуху та напівзнежирене борошно з насіння чіа. Проведено комплексну оцінку органолептичних, фізико-хімічних та структурно-механічних показників готових виробів. Встановлено, що використання продуктів переробки насіння чіа сприяє підвищенню вмісту білка, клітковини та мінеральних речовин, покращує вологоутримувальну здатність виробів і дозволяє отримати кекси функціонального призначення. Найкращі результати за сукупністю показників продемонстрував зразок із напівзнежиреним борошном з насіння чіа.*

*Проведено економічну оцінку розробленої технології, яка підтвердила її доцільність та конкурентоспроможність у сегменті функціональних борошняних кондитерських виробів. Отримані результати свідчать про перспективність використання продуктів переробки насіння чіа для розширення асортименту виробів підвищеної поживної цінності.*

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** ВИРОБИ КОНДИТЕРСЬКІ, КЕКСИ, БОРОШНО З НАСІННЯ ЧІА, РЕОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ.

ЗМІСТ

ВСТУП ..... 5
1. ОГЛЯДОВИЙ РОЗДІЛ ..... 7
1.1 Характеристика та функціональні властивості насіння чіа ..... 7
1.2 Оздоровчі властивості насіння чіа ..... 12
1.3 Особливості вирощування чіа та можливості культивування в Україні ..... 14
1.4 Використання насіння чіа у харчовій промисловості ..... 15
1.5 Аналіз наукових досліджень щодо кексів функціонального призначення ..... 17
Висновки до розділу ..... 20
2 ДОСЛІДНИЦЬКО-АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ ..... 22
Висновки до розділу ..... 30
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ РОЗДІЛ ..... 31
Висновки за розділом ..... 43
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ..... 45
4.1 Розробка картки безпеки праці ..... 45
4.2 Поводження з відходами від виробництва кексів ..... 48
Висновки за розділом ..... 49
5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ ..... 50
5.1 Витрати, пов’язані з проведенням дослідження кваліфікаційної роботи ..... 50
5.2 Розрахунок вартості дослідження ..... 54
5.3 Техніко-економічні показники виробництва кексів в лабораторних умовах ..... 55
Висновки за розділом ..... 57
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ..... 59
БІБЛІОГРАФІЯ ..... 62
ДОДАТКИ ..... 66
ДОДАТОК А ..... 67

# ВСТУП

Актуальність розробки рецептури кексів із використанням борошна з насіння чіа зумовлена сучасними тенденціями розвитку харчової промисловості, спрямованими на створення продуктів підвищеної поживної та біологічної цінності. Традиційні борошняні кондитерські вироби, зокрема кекси, характеризуються високим вмістом легкозасвоюваних вуглеводів і жирів, проте часто містять недостатню кількість повноцінних білків, харчових волокон, мінеральних речовин та біологічно активних компонентів. У зв'язку з цим одним із пріоритетних напрямів удосконалення рецептур є використання натуральних рослинних інгредієнтів, здатних підвищити нутрієнтну цінність готової продукції без суттєвого погіршення її споживчих властивостей.

Особливий інтерес як функціональний інгредієнт становить борошно з насіння чіа (*Salvia hispanica L.*), яке останніми роками набуло широкого поширення у виробництві продуктів здорового харчування. Насіння чіа характеризується високим вмістом білка, харчових волокон, поліненасичених жирних кислот, насамперед α-ліноленової кислоти (ω-3), а також мінеральних речовин, антиоксидантів та фенольних сполук. Завдяки такому складу борошно чіа може виступати ефективним засобом підвищення біологічної цінності борошняних кондитерських виробів.

Важливою перевагою борошна з насіння чіа є його високі водоутримувальні та структуроутворювальні властивості. Завдяки значному вмісту розчинних харчових волокон та слизових полісахаридів воно здатне впливати на консистенцію тіста, покращувати вологоутримувальну здатність виробів та сповільнювати процеси черствіння. Це створює передумови для підвищення якості та подовження терміну зберігання кексів.

Актуальність досліджень також обумовлена зростанням попиту споживачів на функціональні харчові продукти, які не лише забезпечують організм енергією, а й сприяють підтриманню здоров'я. Збагачення кексів борошном чіа дозволяє

підвищити вміст білка, харчових волокон, ω-3 жирних кислот та мінеральних речовин, що сприяє формуванню більш збалансованого харчового складу виробів.

Перспективність таких досліджень полягає у можливості створення нових видів борошняних кондитерських виробів функціонального призначення, які відповідатимуть сучасним вимогам здорового харчування. Крім того, використання борошна чіа дає змогу розширити асортимент продукції оздоровчого спрямування, підвищити її конкурентоспроможність та задовольнити потреби споживачів у натуральних продуктах із покращеними харчовими характеристиками.

Отже, розроблення рецептури кексів із використанням борошна з насіння чіа є актуальним і перспективним науково-практичним напрямом, спрямованим на підвищення поживної та біологічної цінності борошняних кондитерських виробів, розширення асортименту функціональних харчових продуктів та впровадження інноваційних рослинних інгредієнтів у харчові технології.

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 продуктами переробки насіння чіа.

Для досягнення поставленої мети було визначено такі завдання дослідження:

1. Розробити та виготовити дослідні зразки кексів із використанням продуктів переробки насіння чіа як інгредієнтів для збагачення.

2. Провести комплексну органолептичну оцінку отриманих виробів та встановити вплив внесених добавок на їх споживчі властивості.

3. Дослідити фізико-хімічні показники якості кексів, зокрема визначити масову частку вологи, білків, жирів, клітковини та зольних речовин, а також розрахувати їх поживну та енергетичну цінність.

4. Оцінити реологічні властивості готових виробів та встановити вплив продуктів переробки насіння чіа на структурно-механічні характеристики кексів.

# 1. ОГЛЯДОВИЙ РОЗДІЛ

## 1.1 Характеристика та функціональні властивості насіння чіа

Чіа (*Salvia hispanica* L., рис. 1.1) належить до давніх сільськогосподарських культур, природним ареалом походження якої вважають території сучасної Мексики та Гватемали. Історичні та археологічні джерела свідчать, що ця рослина використовується людством понад 5,5 тис. років. У цивілізаціях ацтеків і майя насіння чіа було важливим компонентом раціону, застосовувалося в лікувальних цілях, побуті, а також у ритуальних практиках. Його споживали як у цілому вигляді, так і після подрібнення, використовували для отримання олії та виготовлення косметичних засобів. У доколумбовий період ця культура входила до числа ключових сільськогосподарських рослин і поступалася за значущістю лише бобовим. Походження назви «чіа» пов'язують із словом chian, що означає «олійний», що безпосередньо відображає хімічний склад насіння. Воно характеризується високим вмістом ліпідів, серед яких переважають поліненасичені жирні кислоти. Зокрема, частка α-ліноленової кислоти (ω-3) може досягати близько 78 %, а лінолевої кислоти (ω-6) – приблизно 18 % від загальної кількості жирних кислот. Крім того, продукт містить значні кількості білків, харчових волокон, вітамінів, мінеральних речовин та біологічно активних компонентів. Важливою особливістю насіння чіа є наявність природних антиоксидантних сполук, таких як хлорогенова та кавова кислоти, кверцетин, кемпферол та миріцетин. Вони беруть участь у нейтралізації вільних радикалів і зменшенні окиснювального стресу, що пов'язують із профілактикою серцево-судинних патологій та уповільненням процесів старіння. Високий вміст харчових волокон сприяє нормалізації роботи травної системи та допомагає регулювати рівень глюкози в крові. Відсутність глютену дозволяє використовувати насіння чіа у раціонах осіб із целіакією або глютеновою непереносимістю. Сучасні наукові дослідження підтверджують доцільність використання насіння чіа як функціонального харчового інгредієнта. Його включення до раціону пов'язують із позитивним впливом на ліпідний обмін,

артеріальний тиск, антиоксидантний статус організму та функціонування імунної системи. Завдяки високій поживній цінності та біологічній активності насіння чіа є перспективною сировиною для харчової, фармацевтичної та нутрицевтичної промисловості [1, 2].



Рисунок 1.1 – Чіа

Наразі чіа (*Salvia hispanica* L.) вирощують у промислових масштабах у Мексиці, Болівії, Аргентині, Еквадорі, Нікарагуа, Гватемалі та Австралії. Урожайність культури коливається в межах 450–1200 кг/га. Попри потенціал вирощування в регіонах із помірним кліматом, її поширення обмежується біологічними особливостями.

Рослина належить до культур короткого світлового дня, тому період цвітіння припадає на осінь, а повне дозрівання насіння часто не встигає завершитися до настання низьких температур. З метою подолання цієї проблеми проводять активні селекційні дослідження, спрямовані на створення сортів, адаптованих до вирощування в різних кліматичних умовах [3].

Посів чіа здійснюють у період з травня до середини червня, щоб уникнути впливу весняних заморозків. Важливим фактором є глибина висіву, оскільки насіння має невеликі розміри та обмежені запаси поживних речовин. Для

нормального проростання достатньо незначного заглиблення – насіння лише присипають ґрунтом, але не більше ніж на 10 мм (рис. 1.2а).

На початкових етапах росту рослина потребує вологи, однак після укорінення добре переносить посушливі умови, оскільки належить до культур із низькою водоспоживчою здатністю та пристосована до напівпосушливого клімату.

Чіа добре розвивається на піщаних ґрунтах середнього механічного складу з достатнім дренажем і погано реагує на перезволоження або заболочення. Рослина належить до культур короткого світлового дня і є фотоперіодично чутливою, позитивно реагуючи на скорочення тривалості освітлення, що стимулює цвітіння.

Тривалість вегетаційного періоду залежить від географічного положення і становить у середньому від 90 до 150 діб. Оптимальним рівнем кислотності ґрунту є pH 6,5–7,5. Умови вирощування, зокрема температура, освітлення, склад ґрунту та забезпеченість поживними речовинами, істотно впливають на формування хімічного складу насіння.

Посів зазвичай здійснюють рядковим способом із міжряддям 0,7–0,8 м, при нормі висіву близько 6 кг/га. Густота стояння рослин впливає на формування врожаю: зі збільшенням щільності посіву зростає біомаса та потенційна врожайність, оптимальним вважають рівень понад 40 000 рослин на гектар.



а б

Рисунок 1.2 – Етапи вегетаційного розвитку рослин іспанської шавлії (*Salvia hispanica* L.): а – поява сходів за рядкового способу сівби; б – формування вегетативної маси у фазу цвітіння.

Насіння чіа характеризується помірною стійкістю до засолених ґрунтів, однак підвищена солоність негативно впливає на схожість, розвиток кореневої системи та ріст рослин. У зв’язку з цим не рекомендують застосування хлорвмісних добрив [4].

Хімічний склад насіння чіа (рис. 1.3, табл. 1.1) підтверджує його високу поживну та біологічну цінність. Вміст білка залежить від умов вирощування та географічного походження та коливається в межах 14,12–26,0 %. За цим показником насіння чіа перевищує багато традиційних зернових культур, таких як пшениця, кукурудза, рис, овес та ячмінь. Амінокислотний склад характеризується наявністю десяти незамінних амінокислот, серед яких найбільшу частку становлять аргінін, лейцин, фенілаланін, валін та лізин. Крім того, білковий комплекс насіння багатий на замінні амінокислоти, насамперед глутамінову та аспарагінову кислоти, а також аланін, серин та гліцин. Насіння чіа не містить глютену, що дозволяє використовувати його у виробництві продукції для людей, які страждають на целіакію або мають непереносимість глютену. Значну частину його хімічного складу становлять ліпіди та вуглеводи, серед яких особливу цінність мають поліненасичені жирні кислоти. Основними з них є α-ліноленова кислота (ω-3) та лінолева кислота (ω-6). У загальному складі жирних кислот насіння чіа частка ω-3 жирних кислот становить близько 78 %, тоді як вміст ω-6 жирних кислот сягає 18 %, що забезпечує сприятливе співвідношення між ними. Важливою жирною кислотою є α-ліноленова кислота, частка якої становить близько 65 % від загальної кількості жирних кислот. Окрім цього, насіння містить значну кількість макро- та мікроелементів, серед яких кальцій, фосфор, калій, магній, селен, мідь, залізо, марганець, молібден, натрій і цинк, а також комплекс вітамінів групи В, вітаміни А, D, Е та К. За вмістом кальцію, фосфору та калію насіння чіа перевищує багато поширених зернових культур, що додатково підвищує його цінність.

Високий вміст харчових волокон, ліпідів та поліфенольних сполук зумовлює значний інтерес до насіння чіа як функціонального харчового інгредієнта. За останні роки популярність цієї культури суттєво зросла, що відобразилося у збільшенні кількості наукових досліджень, присвячених її властивостям та

можливостям використання. Якщо раніше основну увагу приділяли ботанічним особливостям рослини, то сучасні дослідження переважно зосереджені на застосуванні насіння чіа у різних харчових продуктах та технологіях. Завдяки унікальному поєднанню поживних і функціональних властивостей насіння чіа активно використовують для створення продуктів оздоровчого та профілактичного призначення. Крім того, культуру розглядають як перспективний об'єкт для розвитку сільського господарства, оскільки її вирощування потребує менших витрат водних ресурсів порівняно з більшістю зернових та олійних культур. У зв'язку з цим чіа все частіше розглядають як перспективну сировину для харчової промисловості та майбутню альтернативну культуру для розширення аграрного виробництва в різних країнах світу [1, 5–9].



Рисунок 1.3 – Насіння чіа

Таблиця 1.1 – Хімічний склад насіння чіа (Salvia hispanica L.) [1, 5–9]

| Показник | Вмісту у 100 г |
|---|---|
| 1 | 2 |
| Поживна цінність | |
| Білки, г | 14,12–26,0 |
| Жири, г | 20,0–34,9 |
| Вуглеводи, г | 40,5–64,16 |
| Харчові волокна, г | 23,0–41,0 |

*Продовження табл. 1.1*

| 1 | 2 |
|---|---|
| Вітаміни | |
| Вітамін А, мг | 54 |
| Вітамін С, мг | 49 |
| Вітамін Е, мг | 0,5 |
| Вітамін $B_1$, мг | 0,62 |
| Вітамін $B_2$, мг | 0,17 |
| Вітамін $B_3$, мг | 8,83 |
| Мікроелементи | |
| Селен (Se), мкг | 55,2 |
| Мідь (Cu), мкг | 0,924 |
| Залізо (Fe), мкг | 7,72 |
| Марганець (Mn), мкг | 2,72 |
| Молібден (Mo), мкг | 0,2 |
| Натрій (Na), мкг | 16 |
| Цинк (Zn), мкг | 4,58 |
| Макроелементи | |
| Кальцій, мг | 456–631 |
| Фосфор, мг | 860–919 |
| Калій, мг | 407–726 |
| Магній, мг | 335–449 |

## 1.2 Оздоровчі властивості насіння чіа

Дослідження підтверджують, що насіння чіа має широкий спектр корисних властивостей для організму людини. Окрім історично відомої здатності забезпечувати витривалість, сучасні дослідження відзначають його багатосторонній позитивний вплив на фізіологічні функції. Попри те, що рослина й надалі зустрічається у дикорослому стані в окремих регіонах Мексики, сьогодні її активно культивують в багатьох країнах світу. Зростання попиту на насіння чіа зумовлене його високою поживною цінністю, що сприяло широкому використанню у харчуванні населення.

У країнах Латинської Америки (Аргентина, Болівія, Гватемала, Мексика, Парагвай) насіння чіа традиційно застосовують як у цілому, так і у подрібненому вигляді для приготування поживних напоїв та страв. Хоча частина регіонів зберігає

локальне вирощування культури, основне промислове виробництво нині зосереджене в Аргентині, Болівії, Еквадорі та низці інших країн [10, 11].

Світовий ринок насіння чіа характеризується чіткою географічною структурою та охоплює Північну й Латинську Америку, Європу, Азійсько-Тихоокеанський регіон, а також країни Африки та Близького Сходу. Провідними експортерами залишаються країни Латинської Америки, передусім Аргентина та Болівія. У Європі насіння чіа набуло популярності завдяки своїм функціональним і нутрієнтним властивостям, особливо у сегменті безглютенового та рослинного харчування. Його широко використовують у хлібопекарській промисловості як інгредієнт та декоративну добавку. Водночас його масове застосування частково обмежується регуляторними вимогами, хоча ринковий потенціал залишається високим.

Насіння чіа характеризується високим вмістом ω-3 жирних кислот та харчових волокон. За рівнем α-ліноленової кислоти воно є порівнянним із насінням льону. Високий вміст клітковини позитивно впливає на роботу серцево-судинної системи, сприяє зниженню рівня холестерину та покращує функціонування шлунково-кишкового тракту. Крім того, харчові волокна забезпечують тривале відчуття ситості, що має значення для контролю маси тіла та профілактики метаболічних порушень [1].

Чіа містить значну кількість антиоксидантних сполук, які нейтралізують вільні радикали та запобігають окисному пошкодженню клітин. До основних біоактивних компонентів належать хлорогенова та кавова кислоти, кверцетин, кемпферол та мірицетин. Ці речовини можуть позитивно впливати на стан серцево-судинної системи та печінки, а також проявляти протизапальні та потенційно протипухлинні властивості. Зокрема, хлорогенова кислота асоціюється зі зниженням артеріального тиску, а кавова кислота має протизапальний ефект.

Поєднання білкових компонентів та харчових волокон сприяє зменшенню апетиту. Встановлено, що додавання насіння чіа до сніданку підвищує відчуття ситості та зменшує подальше споживання їжі у короткостроковій перспективі. Водночас результати клінічних досліджень щодо впливу насіння чіа на масу тіла

залишаються неоднозначними: частина експериментів не виявила істотних змін, тоді як інші показали позитивний ефект при поєднанні з низькокалорійним харчуванням [10–12].

Насіння чіа є джерелом мінеральних речовин, необхідних для підтримання структури кісткової тканини, зокрема кальцію, фосфору та магнію. Регулярне їх надходження сприяє збереженню мінеральної щільності кісток. Додатково α-ліноленова кислота може позитивно впливати на стан кісткової тканини. Експериментальні дослідження на тваринах показали підвищення мінералізації кісток при тривалому споживанні насіння чіа, що частково пов’язують із дією α-ліноленової кислоти [13].

У харчовій промисловості насіння чіа активно використовують як функціональний інгредієнт для створення продуктів із регуляцією глікемічного індексу та метаболічної підтримки [13]. Експериментальні дані свідчать про можливість покращення чутливості до інсуліну, однак ці результати потребують подальшого підтвердження у масштабних дослідженнях.

Завдяки нейтральному смаку та технологічній універсальності насіння чіа легко включається до раціону. Його використовують у сирому вигляді, після гідратації або як інгредієнт у кашах, смузі, випічці та десертах. Також воно може виконувати функцію загущувача або замінника яєць у технологічних процесах. Надмірне споживання через високий вміст клітковини може спричиняти легкі розлади травлення, тому рекомендована добова кількість становить близько 20 г двічі на день [13].

## 1.3 Особливості вирощування чіа та можливості культивування в Україні

Культивування чіа на території України з метою отримання насіння наразі практично не здійснюють. У невеликих приватних господарствах цю рослину іноді вирощують, однак переважно не для насіннєвої продукції, а для використання зеленої маси, яку додають до чайних напоїв.

Фахівці зазначають, що формування повноцінного врожаю насіння в українських кліматичних умовах є малоймовірним. Зокрема, директор ФГ «Амарант Біо» Юрій Миргород підкреслює, що рослина не встигає пройти повний цикл розвитку через обмежену тривалість вегетаційного періоду.

Чіа є культурою, яка походить із країн Латинської Америки, де природні умови характеризуються тривалим теплим сезоном. Саме це забезпечує нормальний розвиток рослини: у таких регіонах цвітіння починається приблизно через чотири місяці після висіву, що дозволяє сформувати насіння.

В умовах України ця культура може використовуватися переважно як джерело листяної сировини для приготування фіточаїв (рис. 1.4). Отриманий напій має приємний аромат, що нагадує мелісу, та характеризується низкою корисних властивостей [1, 14].



Рисунок 1.4 – Зовнішній вигляд листя чіа (*Salvia hispanica* L.)

## 1.4 Використання насіння чіа у харчовій промисловості

Насіння чіа (*Salvia hispanica* L.) сьогодні широко застосовують в харчовій промисловості, і сфера його використання продовжує розширюватися. Найбільший попит на цей інгредієнт спостерігається у США та Канаді, де його вводять до

складу харчових добавок, сухих сніданків, кондитерських виробів, а також продукції для дитячого харчування. На цих ринках працюють такі виробники, як Nutraceuticals Holding LLC, Valensa International LLC, Greensplus, Nature's Path, Ruth's Hempfood та Salba. Значні обсяги споживання також характерні для Австралії та Нової Зеландії, де продукцію з чіа випускають компанії Dovedale Bread та The Chia Company.

Зростання інтересу до насіння чіа у світі пов'язане з його високою поживною цінністю та бажанням споживачів збагачувати раціон корисними компонентами, зокрема харчовими волокнами та ω-3 жирними кислотами. Це стимулювало активні дослідження його складу та потенційного впливу на організм людини. Важливим фактором поширення стало включення чіа до категорії «нових харчових продуктів» (Novel Food), що було затверджено Європейським парламентом та дозволило його офіційне використання у різних харчових системах [7].

Наукові дані свідчать, що додавання насіння чіа до тіста позитивно впливає на його технологічні властивості. Зокрема, покращується здатність утримувати вологу, а також змінюються реологічні характеристики напівфабрикатів. У результаті готові вироби мають кращу структуру, більш привабливі органолептичні показники та довше зберігають свіжість [15].

У межах регулювання харчового використання в ЄС встановлено певні обмеження щодо застосування чіа. Починаючи з 2009 р. його дозволено додавати до хлібобулочних виробів у визначених кількостях, а з 2013 р. сфера застосування була розширена на інші продукти, зокрема випічку, сухі сніданки та суміші насіння. При цьому регламентують максимально допустимі рівні внесення, а рекомендована добова норма споживання становить до 15 г [6].

Крім борошняних виробів, насіння чіа активно досліджують як функціональний компонент у м'ясній та молочній промисловості. Його використовують у складі структурованих емульсій як альтернативу тваринним жирам, що дозволяє підвищити вміст корисних поліненасичених жирних кислот та покращити технологічні властивості продуктів. Також встановлено можливість

використання насіння та його похідних у створенні збагачених харчових та кормових продуктів [16].

Додавання насіння чіа до м’ясних виробів, зокрема ковбас, сприяє підвищенню білкового вмісту порівняно з традиційними зразками. Водночас суттєвих змін у кількості жиру не відбувається. Текстурні характеристики також зазнають змін: зменшується липкість та еластичність, тоді як твердість та жувальна здатність підвищуються у порівнянні з контролем [16].

У молочній галузі доведено ефективність використання компонентів чіа, включаючи насіння, слиз та борошно. Ці інгредієнти є безпечними та біологічно активними. Збагачення йогуртів насінням чіа сприяє стабілізації рівня глюкози, покращенню роботи шлунково-кишкового тракту та може бути корисним для людей із непереносимістю глютену [17]. Окремі дослідження підтверджують можливість використання слизу насіння як замінника жирової фази у виробництві знежирених йогуртів, що позитивно впливає на їхню консистенцію та споживчі властивості [18].

Крім того, насіння чіа застосовують у виробництві напоїв, зокрема фруктових соків, де воно виконує функцію стабілізатора та додаткового джерела біологічно активних речовин [19]. Значну популярність отримали також десертні продукти на основі насіння чіа, такі як пудинги. Вони містять значну кількість харчових волокон і полісахаридів, які виконують роль природних сорбентів та позитивно впливають на процеси травлення [20].

У підсумку, насіння чіа є багатофункціональною сировиною з високою поживною цінністю, яка широко використовується у різних напрямках харчової промисловості та має значний потенціал для подальшого впровадження у виробництво функціональних та оздоровчих продуктів.

## 1.5 Аналіз наукових досліджень щодо кексів функціонального призначення

У сучасних наукових дослідженнях значну увагу приділяють удосконаленню рецептур борошняних кондитерських виробів шляхом використання нетрадиційної рослинної сировини. Так, у роботі [21] наведено результати щодо часткової заміни

пшеничного борошна порошками плодів айви звичайної та японської. Застосування такого підходу дозволило підвищити вміст харчових волокон, пектинових та дубильних речовин у готових виробах, а також збагатити їх аскорбіновою кислотою, тіаміном, β-каротином, токоферолом та іншими біологічно активними сполуками.

Подібні результати отримано і в роботі [22], де встановлено, що часткова заміна до 8 % пшеничного борошна порошком хурми не погіршує якість кексів та забезпечує відповідність вимогам ДСТУ 4505:2005 «Кекси. Загальні технічні умови». Використання порошків хурми та ірги у складі борошняних кондитерських виробів розглядається як перспективний напрям, оскільки сприяє збагаченню продукції вітамінами, мінеральними речовинами та антиоксидантними компонентами, що підвищує її функціональну спрямованість.

У дослідженні [23] науково обґрунтовано доцільність використання білкового концентрату бобів Vicia faba у рецептурах кексів зі зниженим глікемічним індексом та енергетичною цінністю. Експериментально доведено, що заміна 30 % пшеничного борошна та часткове заміщення цукру (до 50 %) підсолоджувачем на основі стевії та еритритолу дозволяє отримати вироби з поліпшеними показниками якості та подовженим терміном зберігання, органолептичні характеристики яких наближені до контрольного зразка.

Актуальність створення безглютенових кондитерських виробів обґрунтовано у роботі [24], де зазначається зростання кількості випадків целіакії та підвищена чутливість населення до глютену. У цьому контексті перспективним є використання кисломолочного сиру як джерела білка, що характеризується високим вмістом незамінних амінокислот (до 5572 мг/100 г білка) та доброю засвоюваністю. Запропоновано рецептуру безглютенових кексів на основі рисового та мигдального борошна, а також часткової заміни вершкового масла кисломолочним сиром, що забезпечує покращення поживної цінності готової продукції.

У роботі [25] розроблено безглютенові кекси з використанням рисового борошна та порошку зеленого чаю матча. Отримані вироби характеризувалися високими органолептичними показниками, а їх фізико-хімічні параметри

відповідали вимогам до борошняних кондитерських виробів. Такі розробки сприяють розширенню асортименту продукції для осіб із непереносимістю глютену та мають соціальне значення для формування спеціалізованого харчування.

Загальною проблемою традиційних кексів є їх висока калорійність, значний вміст цукру та вуглеводів, а також недостатня кількість біологічно активних речовин, зокрема вітамінів, мінералів, амінокислот та харчових волокон [26]. У зв'язку з цим дослідники активно вивчають можливості застосування функціональних інгредієнтів рослинного походження.

Зокрема, у рецептурі кексу «Гарбузовий» запропоновано використання гарбузової клітковини та рослинних олій (виноградних кісточок і рижієвої), що дозволило підвищити вміст харчових волокон, вітамінів А та Е, макро- і мікроелементів, а також забезпечити оптимальне співвідношення поліненасичених жирних кислот ω-6:ω-3 (9:1) [27].

Подібний підхід реалізовано у рецептурі кексу «Зернятко», де застосування пшеничної клітковини та рослинних олій сприяло збагаченню продукту харчовими волокнами, вітамінами та жирними кислотами [28]. У розробці кексу «Кульбабка» використання борошна із зародків кукурудзи дозволило підвищити вміст білкових речовин та харчових волокон [29].

Безглютенові вироби також активно досліджують. Так, у роботі [30] розроблено кекси на основі рисового та кукурудзяного борошна, які повністю відповідають вимогам безглютенового харчування та характеризуються підвищеною поживною цінністю. У рецептурі кексу «Гречано-сочевичний» використання гречаного та сочевичного борошна дозволило знизити глікемічний індекс та підвищити біологічну цінність продукту [31]. Аналогічно, у роботі [32] застосування кокосового борошна та олії забезпечило створення безглютенового виробу спеціального призначення.

Окремо слід відзначити дослідження [33], де у технології кексу «Конопляний» використано борошно із насіння конопель. Це сприяло підвищенню вмісту білків, поліненасичених жирних кислот, а також мінеральних речовин.

Таким чином, аналіз наукових джерел свідчить, що основні дослідження у сфері удосконалення рецептур кексів спрямовані на використання нетрадиційних видів борошна (рисового, гречаного, сочевичного, кокосового, кукурудзяного, конопляного тощо), рослинних клітковин та олій. У традиційних рецептурах також застосовуються сухофрукти, зокрема родзинки. Водночас використання насіння чіа у технології кексів залишається недостатньо дослідженим напрямом, що й зумовлює актуальність подальших експериментальних досліджень у даній роботі.

## Висновки до розділу

У результаті аналізу наукової та спеціалізованої літератури встановлено, що насіння чіа (*Salvia hispanica L.*) є перспективною функціональною сировиною для харчової промисловості завдяки високому вмісту білків, поліненасичених жирних кислот, харчових волокон, вітамінів, мінеральних речовин та антиоксидантних сполук. Особливу цінність насіння становить значна кількість α-ліноленової кислоти (ω-3), що обумовлює його високу біологічну цінність та оздоровчі властивості.

Показано, що регулярне споживання насіння чіа сприяє покращенню функціонування серцево-судинної та травної систем, підтриманню антиоксидантного статусу організму, регуляції ліпідного обміну та забезпеченню організму цінними нутрієнтами. Високий вміст харчових волокон та біологічно активних речовин дозволяє розглядати чіа як ефективний інгредієнт функціональних харчових продуктів.

Встановлено, що культивування чіа в Україні для отримання насіння нині є обмеженим через біологічні особливості культури та тривалий вегетаційний період. Разом із тим світовий досвід свідчить про значний потенціал цієї культури як перспективного джерела рослинної сировини для виробництва харчових інгредієнтів та продуктів оздоровчого призначення.

Аналіз літературних джерел показав, що насіння чіа широко застосовують у хлібопекарській, кондитерській, молочній та м’ясопереробній галузях завдяки

своїм функціонально-технологічним властивостям. Його використання сприяє підвищенню поживної цінності продукції, покращенню структурно-механічних характеристик та збільшенню вмісту біологічно активних компонентів у готових виробах.

Узагальнення результатів аналізу наукових досліджень щодо технології кексів функціонального призначення свідчить, що більшість робіт присвячена використанню різних видів нетрадиційної рослинної сировини, однак застосування насіння чіа у технології кексів залишається недостатньо вивченим. Це підтверджує актуальність проведення подальших експериментальних досліджень, спрямованих на обґрунтування рецептур і оцінку впливу насіння чіа на якість, поживну та біологічну цінність кексів.

Отже, результати оглядового аналізу підтверджують доцільність використання насіння чіа як функціонального інгредієнта у технології кексів та створюють наукове підґрунтя для проведення подальших експериментальних досліджень щодо розроблення виробів підвищеної поживної та біологічної цінності.

# 2 ДОСЛІДНИЦЬКО-АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

Доцільність використання продуктів переробки насіння чіа у технології кексів обумовлена їх високою поживною, біологічною та функціонально-технологічною цінністю. Традиційні кекси характеризуються значним вмістом легкозасвоюваних вуглеводів і жирів, проте містять відносно невелику кількість харчових волокон, повноцінних білків, мінеральних речовин та біологічно активних компонентів. У зв’язку з цим актуальним є пошук рослинної сировини, здатної підвищити поживну цінність виробів без суттєвого погіршення їх споживчих властивостей.

Продукти переробки насіння чіа (борошно цільнозернове, подрібнена макуха, борошно напівзнежирене тощо) є цінним джерелом рослинного білка, харчових волокон, мінеральних речовин та антиоксидантів. Вміст білка в насінні чіа становить 14,12–26,0 %, що свідчить про його значний потенціал як джерела рослинного протеїну. Крім того, насіння чіа містить 20,0–34,9 % ліпідів, серед яких переважають поліненасичені жирні кислоти. Найбільшу частку становить α-ліноленова кислота (ω-3), вміст якої сягає 64,4–78 % від загальної кількості жирних кислот, тоді як частка лінолевої кислоти (ω-6) становить 18–20 %. Таке співвідношення жирних кислот є сприятливим з точки зору поживної цінності продукту.

Однією з характерних особливостей насіння чіа є значний вміст харчових волокон – від 23,0 до 41,0 %, що сприяє підтриманню нормального функціонування травної системи та підвищує фізіологічну цінність продуктів на його основі. Висока здатність волокон до зв'язування води також обумовлює перспективність використання насіння чіа у харчових технологіях для покращення структурно-механічних властивостей готових виробів.

Насіння чіа відзначається багатим мінеральним складом і є джерелом кальцію, фосфору, магнію та калію, вміст яких становить відповідно 456–631, 860–919, 335–449 та 407–726 мг/100 г. Крім того, у його складі наявні такі важливі мікроелементи, як залізо, цинк, мідь, марганець та селен. Вітамінний комплекс

представлений вітамінами А, С, Е та вітамінами групи В, які беруть участь у регуляції обмінних процесів організму.

Важливим компонентом насіння чіа є поліфенольні сполуки та інші природні антиоксиданти, які сприяють нейтралізації вільних радикалів і захисту клітин від окиснювального ушкодження [1, 5–9].

Важливим аргументом на користь використання продуктів переробки насіння чіа у технології кексів є їх функціонально-технологічні властивості. Харчові волокна та полісахариди чіа характеризуються високою водоутримувальною здатністю, сприяють стабілізації структури тіста, покращують його реологічні характеристики та уповільнюють процеси черствіння готових виробів. Слизові речовини насіння чіа можуть виконувати функції природних гідроколоїдів, підвищуючи вологозв’язувальну здатність і покращуючи текстуру продукції.

Використання продуктів переробки насіння чіа у технології кексів є науково обґрунтованим і перспективним напрямом удосконалення рецептур борошняних кондитерських виробів, що дозволяє отримати продукцію з покращеним нутрієнтним складом, підвищеною біологічною цінністю та функціональними властивостями.

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 продуктами переробки насіння чіа.

Для досягнення поставленої мети було визначено такі завдання дослідження:

1. Розробити та виготовити дослідні зразки кексів із використанням продуктів переробки насіння чіа як інгредієнтів для збагачення.

2. Провести комплексну органолептичну оцінку отриманих виробів та встановити вплив внесених добавок на їх споживчі властивості.

3. Дослідити фізико-хімічні показники якості кексів, зокрема визначити масову частку вологи, білків, жирів, клітковини та зольних речовин, а також розрахувати їх поживну та енергетичну цінність.

4. Оцінити реологічні властивості готових виробів та встановити вплив продуктів переробки насіння чіа на структурно-механічні характеристики кексів.

На рис. 2.1 зображені продукти переробки насіння чіа, використані у дослідженні, а у табл. 2.1 наведені їх фізико-хімічні показники якості та кольорові параметри.



Рисунок 2.1 – Продукти переробки насіння чіа, використані в дослідженні (з ліва на право): борошно цільнозернове, макуха подрібнена, борошно напівзнежирене

Таблиця 2.1 – Характеристика продуктів переробки насіння чіа, використаних у дослідженні

| Показник | Значення | | |
|---|---|---|---|
| | Борошно цільнозернове | Макуха подрібнена | Борошно напівзнежирене |
| Вологість, % | 8,30±0,06 | 8,09±0,55 | 7,65±0,23 |
| Масова частка протеїну, %* | 16,11±1,39 | 29,83±0,05 | 30,57±0,09 |
| Масова частка олії, %* | 36,29±0,25 | 9,38±0,10 | 9,82±0,06 |
| Масова частка клітковини, %* | 18,06±0,34 | 28,67±0,04 | 28,08±0,03 |
| Масова частка золи, %* | 2,60±0,03 | 6,75±0,02 | 6,69±0,05 |
| Колір<br>L<br>a*<br>b* | <br>37,61<br>4,35<br>11,30 | <br>51,13<br>4,39<br>15,98 | <br>49,58<br>4,56<br>15,90 |

* - у перерахунку на суху речовину

Аналіз результатів, наведених у табл. 2.1, свідчить про суттєві відмінності у хімічному складі та кольорових характеристиках продуктів переробки насіння чіа, що обумовлені ступенем вилучення олії та особливостями їх одержання.

Вологість досліджуваних продуктів перебувала в межах від 7,65 до 8,30 %. Найвищий показник встановлено для цільнозернового борошна (8,30 %), тоді як найнижчим він був у напівзнежиреному борошні (7,65 %). Незначні відмінності у вмісті вологи свідчать про добру стабільність продуктів під час зберігання та їх придатність для використання у технології борошняних кондитерських виробів.

Масова частка протеїну суттєво залежала від ступеня вилучення олії. У цільнозерновому борошні вона становила 16,11 %, тоді як у подрібненій макусі та напівзнежиреному борошні зросла відповідно до 29,83 та 30,57 %. Підвищення вмісту білка майже у 1,9 рази пояснюється концентрацією сухих речовин після видалення значної частини жирової фракції. Отримані результати свідчать про високий потенціал макухи та напівзнежиреного борошна як білковмісних інгредієнтів для збагачення харчових продуктів.

Вміст олії у цільнозерновому борошні був найвищим і становив 36,29 %, що відповідає природній олійності насіння чіа. Після пресування її кількість у макусі та напівзнежиреному борошні зменшилася до 9,38–9,82 %, що підтверджує ефективність процесу видобування олії. Водночас наявність залишкової кількості жиру сприяє збереженню високої поживної та енергетичної цінності продуктів.

Масова частка клітковини у продуктах переробки після видобування олії значно зросла. Якщо у цільнозерновому борошні її вміст становив 18,06 %, то в макусі та напівзнежиреному борошні він досягав відповідно 28,67 та 28,08 %. Це свідчить про концентрацію харчових волокон після вилучення олії та підтверджує перспективність використання зазначених продуктів для підвищення вмісту клітковини у харчових виробах.

Аналогічна тенденція спостерігалася і для зольності. У цільнозерновому борошні її значення становило 2,60 %, тоді як у макусі та напівзнежиреному борошні – 6,75 та 6,69 % відповідно. Підвищення вмісту золи свідчить про

концентрацію мінеральних речовин у продуктах переробки та їх високу мінеральну цінність.

Аналіз кольорових характеристик показав, що продукти, отримані після вилучення олії, характеризувалися значно вищими значеннями показника світлоти L*. Для цільнозернового борошна цей показник становив 37,61, тоді як для подрібненої макухи та напівзнежиреного борошна – 51,13 та 49,58 відповідно. Це свідчить про формування світлішого забарвлення після видалення частини жирової фракції. Значення координати a* для всіх зразків були близькими (4,35–4,56), що вказує на незначні відмінності за червоною складовою кольору. Показник b*, який характеризує жовту складову, був вищим у макусі (15,98) та напівзнежиреному борошні (15,90) порівняно з цільнозерновим борошном (11,30), що обумовлює більш виражений жовтуватий відтінок цих продуктів.

Таким чином, продукти переробки насіння чіа, отримані після видобування олії, характеризуються підвищеним вмістом протеїну, клітковини та мінеральних речовин порівняно з цільнозерновим борошном, що робить їх перспективними інгредієнтами для збагачення кексів та інших борошняних кондитерських виробів функціонального призначення. Найбільш збалансованими за вмістом білка, клітковини та кольоровими характеристиками є подрібнена макуха та напівзнежирене борошно, які можуть бути ефективно використані для підвищення поживної та біологічної цінності готової продукції.

Для проведення експериментальних досліджень використовували сировину (рис. 2.2). Для отримання якісних дослідних зразків кексів уся сировина має відповідати вимогам чинних нормативних документів. Зокрема, пшеничне борошно вищого сорту повинно мати маркування ГСТУ 46.004–99. Білий кристалічний цукор має відповідати стандарту ДСТУ 4623, а вершкове масло нормам ДСТУ 4399:2005. Курячі харчові яйця, родзинки та насіння чіа можуть постачатися за технічними умовами виробника. Тільки за умови відповідності цих компонентів установленим стандартам можна гарантувати безпечність готових кондитерських виробів.




Рисунок 2.2 – Компоненти для виготовлення дослідних зразків кексів:
1 – цукор ванільний, 2 – борошно пшеничне; 3 – меланж, 4 – цукор білий; 5 – масло солодковершкове; 6 – сіль; 7– розпушувач

Комплекс лабораторного та контрольно-вимірювального обладнання, яке забезпечувало підготовку сировини, виготовлення дослідних зразків кексів та визначення їх фізико-хімічних показників якості наведено на рис. 2.3.




Рисунок 2.3 – Устаткування застосоване в дослідженні

За прототип обрано традиційну рецептуру кексу «Столичний». Для формування рецептур дослідних зразків здійснювали часткову заміну пшеничного

борошна у контрольному варіанті на продукти переробки насіння чіа. Ступінь заміни становив 25 % від загальної кількості борошна. У результаті було сформовано чотири варіанти кексів:

– зразок №1 – контрольний, виготовлений за традиційною рецептурою;

– зразок №2 – із заміною 25 % пшеничного борошна на борошно з насіння чіа цільнозернове;

– зразок №3 – із заміною 25 % пшеничного борошна на макуху з насіння чіа подрібнену;

– зразок №4 – із заміною 25 % пшеничного борошна на борошно з насіння чіа напівзнежирене.

Виготовлення дослідних зразків кексів здійснювали за однаковою схемою (рис. 2.4). На першому етапі проводили підготовку та зважування сировини відповідно до рецептурного складу (табл. 2.2). Далі борошно, цукор білий, розпушувач і ванільний цукор просіювали для забезпечення однорідності суміші та аерації компонентів. Вершкове масло попередньо розтоплювали до рідкого стану. Після цього всі інгредієнти змішували до утворення однорідного тіста, яке розподіляли у форми для випікання. Перед завантаженням виробів духову шафу розігрівали до температури 200 °С. Випікання кексів здійснювали протягом 20 хв до досягнення готовності та формування характерних органолептичних властивостей готових виробів.

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

| Компоненти | № дослідного зразка | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Борошно пшеничне вищого сорту | 28,88 | 21,66 | 21,66 | 21,66 |
| Борошно з насіння чіа цільнозернове | - | 7,22 | - | - |
| Макуха з насіння чіа подрібнена | - | - | 7,22 | - |

Продовження табл. 2.2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|
| Борошно з насіння чіа напівзнежирене | - | - | - | 7,22 |
| Цукор білий | 21,66 | 21,66 | 21,66 | 21,66 |
| Родзинки | 21,66 | - | - | - |
| Масло вершкове | 21,66 | 21,66 | 21,66 | 21,66 |
| Меланж | 17,32 | 17,32 | 17,32 | 17,32 |
| Розпушувач | 0,086 | 0,086 | 0,086 | 0,086 |
| Сіль | 0,086 | 0,086 | 0,086 | 0,086 |
| Ароматизатор | - | - | - | 7,22 |




Рисунок 2.4 – Етапи виготовлення дослідних зразків кексів

Під час оцінювання показників якості дослідних зразків кексів орієнтувалися на вимоги ДСТУ 4505:2005 «Кекси. Загальні технічні умови». Визначення масової частки вологи у готових виробах здійснювали відповідно до ДСТУ 4910:2008. Вміст білка (протеїну) в кондитерських виробах досліджували згідно з ДСТУ 7169:2010. Кількість ліпідів оцінювали відповідно до ДСТУ 5060:2008, який регламентує методи визначання масової частки жиру. Наявність сирої клітковини у зразках встановлювали за загальним методом відповідно до ДСТУ ISO 5498:2004. Масову частку загальної золи в готових кексах аналізували згідно з ДСТУ 4672:2006.

Висновки до розділу

У результаті проведеного дослідження обґрунтовано доцільність використання продуктів переробки насіння чіа у технології кексів як функціональних інгредієнтів, здатних підвищити поживну та біологічну цінність готових виробів. Встановлено, що борошно цільнозернове, подрібнена макуха та напівзнежирене борошно з насіння чіа характеризуються високим вмістом білка, харчових волокон, мінеральних речовин та залишкової кількості біологічно цінних ліпідів, що підтверджує перспективність їх використання у виробництві борошняних кондитерських виробів.

Аналіз фізико-хімічних показників досліджуваних продуктів показав, що після видобування олії вміст протеїну збільшується до 29,83–30,57 %, клітковини – до 28,08–28,67 %, а зольних речовин – до 6,69–6,75 %, що значно перевищує аналогічні показники цільнозернового борошна з насіння чіа. Отримані результати свідчать про високу концентрацію поживних компонентів у продуктах переробки насіння чіа та можливість їх використання для збагачення рецептур кексів.

Для проведення експериментальних досліджень використано сировину, якість якої відповідає вимогам чинної нормативної документації. Підібрано комплекс лабораторного обладнання та методик дослідження, що забезпечують об’єктивне визначення органолептичних, фізико-хімічних та реологічних показників якості готових виробів.

На основі рецептури кексу «Столичний» розроблено варіанти виробів, у яких 25 % пшеничного борошна замінювали відповідно на цільнозернове борошно з насіння чіа, подрібнену макуху та напівзнежирене борошно. Такий підхід дозволяє оцінити вплив різних продуктів переробки насіння чіа на показники якості, поживну цінність та структурно-механічні властивості кексів.

Отже, сформовано науково-методичну основу для подальших експериментальних досліджень, спрямованих на визначення оптимального виду продукту переробки насіння чіа для збагачення кексів та обґрунтування рецептур виробів підвищеної поживної та біологічної цінності.

# 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

У табл. 3.1 наведені результати визначення величини упікання, усихання та підйому зразків кексів.

Таблиця 3.1 – Величина упікання, усихання та підйому зразків кексів

| Назва показника | № зразка | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Величина упікання, % | 7,64 | 6,94 | 8,94 | 6,41 |
| Величина усихання, % | 1,47 | 1,55 | 1,48 | 3,48 |
| Абсолютний підйом, мм | 35,6 | 26,3 | 24,3 | 23,2 |
| Відносний підйом, % | 62,24 | 48,17 | 48,60 | 44,79 |

Аналіз результатів, наведених у табл. 3.1, свідчить, що заміна частини пшеничного борошна продуктами переробки насіння чіа суттєво вплинула на перебіг технологічного процесу випікання та формування структури кексів.

Величина упікання дослідних зразків перебувала в межах від 6,41 до 8,94 %. Найбільше значення цього показника було зафіксовано у зразка №3 з додаванням подрібненої макухи насіння чіа (8,94 %), що свідчить про інтенсивніше випаровування вологи під час випікання. Найменше упікання спостерігалося у зразка №4 із напівзнежиреним борошном чіа (6,41 %), що може бути пов’язано з вищою водоутримувальною здатністю харчових волокон і білкових компонентів даного інгредієнта. Показник усихання після випікання для контрольного зразка становив 1,47 %. У зразках №2 та №3 його значення практично не відрізнялося і перебувало на рівні 1,48–1,55 %. Водночас у зразка №4 усихання було значно вищим і досягало 3,48 %, що може свідчити про менш стійке утримання вологи під час охолодження та зберігання виробів.

Аналіз абсолютного підйому показав, що найкращі результати мав контрольний зразок №1, для якого цей показник становив 35,6 мм. Внесення продуктів переробки насіння чіа призводило до зменшення висоти підйому виробів. Так, у зразку №2 абсолютний підйом становив 26,3 мм, у зразку №3 – 24,3 мм, а

найменше значення зафіксовано у зразку №4 – 23,2 мм. Зниження підйому пояснюється частковою заміною пшеничного борошна, що супроводжується зменшенням кількості клейковинних білків, відповідальних за утримання газів під час випікання. Подібна тенденція спостерігалася і для відносного підйому. У контрольному зразку його величина становила 62,24 %, тоді як у дослідних зразках цей показник знизився до 48,17–48,60 % для зразків №2 і №3 та до 44,79 % для зразка №4. Отримані результати свідчать, що використання продуктів переробки насіння чіа дещо погіршує підйом тіста, проте не призводить до критичного зниження об’єму готових виробів.

Загалом встановлено, що внесення продуктів переробки насіння чіа впливає на процеси випікання та формування структури кексів. Найбільш наближеними до контрольного зразка за показниками усихання та підйому виявилися зразки №2 і №3, тоді як використання напівзнежиреного борошна чіа (зразок №4) забезпечувало найменше упікання, але супроводжувалося найбільшим усиханням і найнижчими показниками підйому виробів. Це свідчить про необхідність комплексної оцінки якості кексів для вибору оптимального виду продукту переробки насіння чіа.

Після приготування зразків кексів (рис. 3.1) було проведено оцінювання їх органолептичних показників якості. Органолептичні характеристики готових виробів – кексів – наведено в табл. 3.2.



Рисунок 3.1 – Загальний вигляд зразків кексів (зліва на право): 1 – контрольний зразок (на основі борошна пшеничного вищого сорту); 2 – кекс з додаванням цільнозернового борошна з насіння чіа; 3 – кекс з додаванням подрібненої макухи з насіння чіа; 4 – кекс з додаванням напівзнежиреного борошна з насіння чіа

Таблиця 3.2 – 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 незначні 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 незначні тріщини і розриви. | Сіруватий | Властиві даному виду кексів, з приємним легким присмаком властивим насінню чіа | Добре пропечений кекс, без закалу і слідів непромісу. |
| Зразок №3 | Правильна, відповідає формі, у якій випікався виріб, без надломів. | Непідгоріла, наявні незначні тріщини і розриви. | Сіруватий | Властиві даному виду кексів, з приємним легким присмаком властивим насінню чіа | Добре пропечений кекс, без закалу і слідів непромісу. |
| Зразок №4 | Правильна, відповідає формі, у якій випікався виріб, без надломів. | Непідгоріла, наявні незначні тріщини і розриви. | Сіруватий | Властиві даному виду кексів, з приємним легким присмаком властивим насінню чіа | Добре пропечений кекс, без закалу і слідів непромісу. |

За результатами, наведеними в табл. 3.2, можна зробити висновок, що всі дослідні зразки кексів відповідали вимогам ДСТУ 4505:2005 «Кекси. Загальні технічні умови». Незначні відхилення, які були зафіксовані, пояснюються особливостями застосованої сировини.

Додатково до органолептичного (візуального) оцінювання кольору зразків виконано колориметричне дослідження із використанням портативного колориметру «Linshang LS173» (табл. 3.3) у системі CIELab*. Колір визначали в розломі готових виробів.

Таблиця 3.3 – Результати визначення кольору зразків кексів у розломі

| Назва показника | Дослідний зразок | | | |
|---|---|---|---|---|
| | №1 | №2 | №3 | №4 |
| Колір кексу | | | | |
| L* | 61,78 | 44,73 | 48,26 | 38,91 |
| a* | 1,39 | 3,04 | 3,71 | 3,27 |
| в* | 22,36 | 17,41 | 16,30 | 15,60 |

Отримані дані вказують на виражений вплив часткової заміни пшеничного борошна на борошно з насіння чіа на колірні характеристики готових кексів, що є важливим критерієм їх споживчих властивостей і зовнішньої привабливості.

Максимальні значення показника світлоти (L*) були характерні для контрольного зразка, тоді як у виробах із додаванням борошна з чіа спостерігалося поступове зниження цього параметра до 38,91, що свідчить про більш темне забарвлення м’якуша. Подібна зміна, ймовірно, зумовлена природною пігментацією сировини та її впливом на формування кольору готового продукту.

Показник a* у всіх зразках залишався додатним і коливався в межах 1,39–3,71, що характеризує наявність слабко виражених червоних тонів. У зразках із більшою часткою борошна з насіння чіа відмічено тенденцію до деякого підвищення цього показника, що може свідчити про посилення теплих відтінків у структурі виробів.

Щодо показника b* (жовта складова), його значення знаходилися в діапазоні 15,60–22,36. Вищі рівні були притаманні контрольному зразку, тоді як у кексах із

борошном з насіння чіа зафіксовано зменшення інтенсивності жовтого забарвлення, що призводить до більш приглушеного кольорового відтінку готової продукції.

Для комплексного оцінювання якості готових кексів проведено дегустаційне дослідження, у ході якого зразки аналізували за органолептичними показниками: форма, стан поверхні, колір, вигляд у розломі, смак та запах. Усереднені результати бальної оцінки наведено в табл. 3.4. При визначенні інтегрального показника якості застосовували коефіцієнти вагомості, для смаку – 3, для запаху – 2, для вигляду у розломі – 2, а для форми, поверхні та кольору – по 1. На основі отриманих даних побудовано органолептичний профіль дослідних кексів (рис. 3.2) та гістограму загальної оцінки якості (рис. 3.3).

Таблиця 3.4 – Органолептичні показники якості зразків кексів

| № | Показник | Дослідні зразки кексів | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Форма | 5 | 3,8 | 5 | 4,6 |
| 2 | Поверхня | 5 | 4,6 | 5 | 4,7 |
| 3 | Колір | 5 | 4,8 | 4,4 | 4,4 |
| 4 | Запах | 5 | 3,8 | 4,2 | 4,8 |
| 5 | Смак | 5 | 2,3 | 3,6 | 4,4 |
| 6 | Вид у розломі | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Загальна органолептична оцінка | | 50,00 | 37,70 | 43,60 | 46,50 |





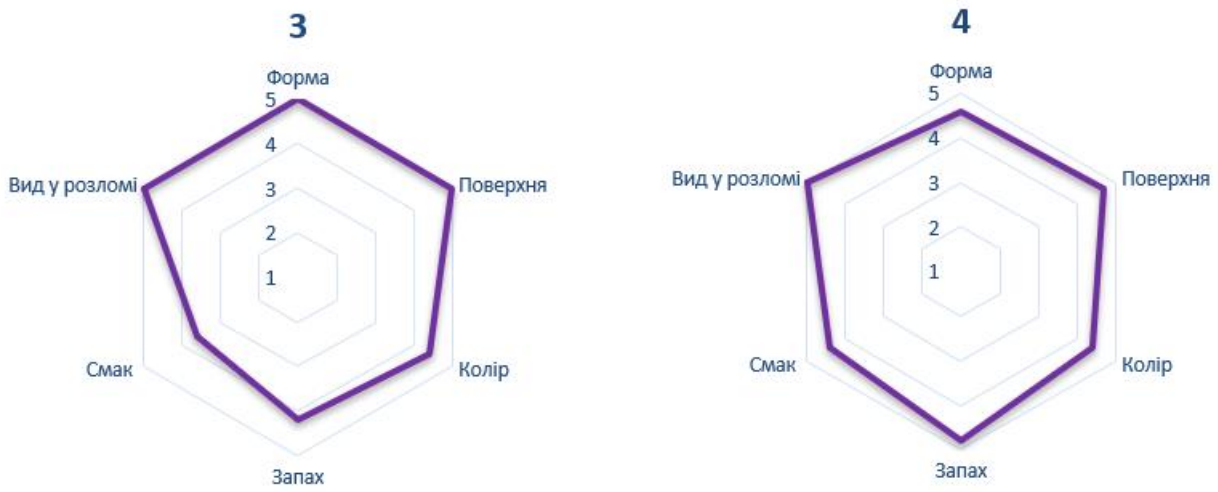




Рисунок 3.2 – Органолептичний профіль зразків кексів




Рисунок 3.3 – Загальна органолептична оцінка

За результатами дегустаційного оцінювання встановлено, що контрольний зразок №1 характеризувався найвищими значеннями за всіма досліджуваними показниками, включаючи форму, поверхню, колір, запах, смак і вигляд у розломі, що забезпечило максимальну загальну оцінку на рівні 50,0 балів.

Серед дослідних зразків найнижчі результати отримав зразок №2, який відзначався найменшими значеннями смакових характеристик (2,3 бали) та зниженими оцінками форми і запаху (3,8 бали), що зумовило найнижчу інтегральну оцінку – 37,7 балів.

Зразок №3 мав більш рівномірні показники якості: при високих оцінках форми та вигляду у розломі (по 5 балів) було зафіксовано нижчі значення смаку (3,6 бали) та кольору (4,4 бали), що визначило загальну оцінку на рівні 43,6 бали.

Найкращі результати серед дослідних варіантів продемонстрував зразок №4, який характеризувався відносно високими органолептичними показниками, зокрема смаком (4,4 бали) та запахом (4,8 балів), що забезпечило загальну оцінку 46,5 балів.

Водночас у всіх зразків відзначено стабільно високі значення показника вигляду у розломі (5 балів), що свідчить про належну структуру виробів незалежно від рецептурних змін.

Визначено вологість готових виробів, яка становила для дослідного зразку №1 – 23,72 %, для дослідного зразку №2 – 27,02 %, для дослідного зразку №3 – 24,75 %, для дослідного зразку №4 – 27,11 %. Аналіз результатів визначення вологості готових виробів показав, що використання продуктів переробки насіння чіа сприяє підвищенню вологовмісту кексів порівняно з контрольним зразком.

Найменшу вологість мав контрольний зразок №1, для якого цей показник становив 23,72 %. У дослідних зразках із додаванням продуктів переробки насіння чіа вологість була вищою та знаходилася в межах від 24,75 до 27,11 %. Таке підвищення можна пояснити високою водоутримувальною здатністю білків, харчових волокон і слизових полісахаридів, характерних для насіння чіа та продуктів його переробки.

Для зразка №2 вологість становила 27,02 %, що на 3,30 % більше порівняно з контролем. Найвищий показник було зафіксовано у зразка №4 – 27,11 %, що перевищувало контрольний зразок на 3,39 %. Отримані результати свідчать про найбільш виражену здатність використаних інгредієнтів зв’язувати та утримувати вологу у структурі кексу.

У зразка №3 вологість становила 24,75 %, що також було вище за контрольний показник, проте поступалося значенням зразків №2 та №4. Це свідчить про менш виражений, але все ж позитивний вплив даного виду продукту переробки насіння чіа на водоутримувальні властивості виробів.

Підвищення вологості кексів є технологічно важливим показником, оскільки сприяє формуванню більш м’якої та соковитої консистенції м’якушки, покращує органолептичні властивості виробів та може уповільнювати процеси їх черствіння під час зберігання.

Таким чином, додавання продуктів переробки насіння чіа забезпечує підвищення вологості готових кексів, причому найбільший ефект спостерігається у зразках №2 та №4, що свідчить про їх високі водоутримувальні властивості та перспективність використання у технології борошняних кондитерських виробів функціонального призначення.

Подальшим етапом дослідження стало визначення хімічного складу зразків, які були визначені кращими після дегустації, зокрема масової частки білків, жирів, харчових волокон та золи (табл. 3.5), а також розрахунок їх поживної та енергетичної цінності (табл. 3.6).

Таблиця 3.5 – Склад дослідних зразків кексів

| Назва показника* | Зразок №1 | Зразок №4 |
|---|---|---|
| Вміст протеїну, % | 9,33 | 11,98 |
| Вміст жирів, % | 20,08 | 23,17 |
| Вміст клітковини, % | 0,03 | 5,80 |
| Масова частка золи, % | 1,59 | 2,21 |

*у перерахунку на сухі речовини

Аналіз результатів, наведених у табл. 3.5, свідчить про суттєвий вплив використання продуктів переробки насіння чіа на поживну цінність кексів. Порівняння контрольного зразка №1 із дослідним зразком №4 показало покращення всіх досліджуваних показників нутрієнтного складу.

Вміст протеїну у контрольному зразку становив 9,33 %, тоді як у зразку №4 він зріс до 11,98 %. Таким чином, кількість білка збільшилася на 2,65 процентних пункти, або майже на 28,4 %. Це свідчить про ефективне збагачення кексів рослинним білком за рахунок використання продуктів переробки насіння чіа та підвищення їх біологічної цінності. Масова частка жирів також зросла – з 20,08 %

у контрольному зразку до 23,17 % у дослідному. Підвищення вмісту жиру на 3,09 процентних пункти пояснюється наявністю у складі чіа залишкової кількості олії, багатої на поліненасичені жирні кислоти, зокрема α-ліноленову кислоту (ω-3). Це дозволяє покращити жирнокислотний склад готових виробів. Найбільш суттєві зміни спостерігалися щодо вмісту клітковини. Якщо у контрольному зразку її кількість становила лише 0,03 %, то у зразку №4 – 5,80 %, тобто майже у 193 рази більше. Таке зростання є наслідком високого вмісту харчових волокон у продуктах переробки насіння чіа. Підвищений вміст клітковини надає виробам функціональних властивостей та сприяє покращенню фізіологічної цінності продукту. Масова частка золи у дослідному зразку також була вищою і становила 2,21 % проти 1,59 % у контролі. Збільшення цього показника на 39,0 % свідчить про збагачення кексів мінеральними речовинами, які містяться у продуктах переробки насіння чіа.

Отримані результати підтверджують, що використання продуктів переробки насіння чіа у рецептурі кексів сприяє підвищенню вмісту білка, харчових волокон, жирів та мінеральних речовин. Особливо вагомим є збільшення кількості клітковини та протеїну, що дозволяє розглядати дослідний зразок №4 як виріб підвищеної поживної та біологічної цінності з функціональними властивостями.

Таблиця 3.6 – 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 | 9,33 | 20,08 | 68,97 | 480,18 |
| №4 | 11,98 | 23,17 | 56,84 | 472,45 |

Аналіз результатів, наведених у табл. 3.6, свідчить, що використання продуктів переробки насіння чіа у рецептурі кексів суттєво впливає на їх поживну та енергетичну цінність. Вміст білків у контрольному зразку №1 становив 9,33 г/100 г продукту, тоді як у дослідному зразку №4 цей показник зріс до 11,98 г/100 г. Таким чином, кількість білка збільшилася на 2,65 г/100 г, або на 28,4 %. Це свідчить про ефективне збагачення кексів рослинним білком за рахунок

використання напівзнежиреного борошна з насіння чіа та підвищення їх біологічної цінності. Вміст жирів також збільшився з 20,08 до 23,17 г/100 г продукту, тобто на 15,4 %. Таке підвищення обумовлене наявністю у складі напівзнежиреного борошна з насіння чіа залишкової олії, яка містить значну кількість поліненасичених жирних кислот, зокрема ω-3. Завдяки цьому покращується не лише поживна, а й фізіологічна цінність готових виробів. Водночас кількість вуглеводів у дослідному зразку зменшилася з 68,97 до 56,84 г/100 г, тобто на 12,13 г/100 г або майже на 17,6 %. Зниження вмісту вуглеводів є позитивним результатом, оскільки свідчить про часткову заміну традиційних борошняних компонентів більш цінними білковими та клітковинними інгредієнтами. Енергетична цінність контрольного зразка становила 480,18 ккал/100 г, тоді як у дослідному зразку №4 вона дещо знизилася до 472,45 ккал/100 г. Незважаючи на підвищення вмісту білків і жирів, зменшення частки вуглеводів забезпечило зниження калорійності на 7,73 ккал/100 г, або на 1,6 %.

Отримані результати свідчать, що додавання напівзнежиреного борошна з насіння чіа дозволяє суттєво покращити нутрієнтний склад кексів: підвищити вміст білків і корисних жирів, зменшити кількість вуглеводів та не допустити зростання калорійності виробів. Це дає підстави розглядати дослідний зразок №4 як кекс підвищеної поживної та біологічної цінності, придатний для розширення асортименту функціональних борошняних кондитерських виробів.

Досліджено реологічні властивості дослідних зразків кексів після випікання (табл. 3.7, рис. 3.4).

Таблиця 3.7 – Результати аналізу профілю текстури кексів

| Показник | № дослідного зразку кексів | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Твердість 1, гс | 2579,4 | 1456,9 | 2471,6 | 2193,8 |
| Твердість 2, гс | 2280,0 | 1384,2 | 2189,9 | 2053,2 |
| Стійкість | 0,178 | 0,170 | 0,545 | 0,215 |
| Індекс пружності | 0,732 | 0,703 | 0,744 | 0,702 |

Продовження табл. 3.7

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|
| Когезивність | 0,588 | 0,657 | 0,504 | 0,950 |
| Жувальність | 1110,0 | 672,6 | 925,9 | 1463,3 |

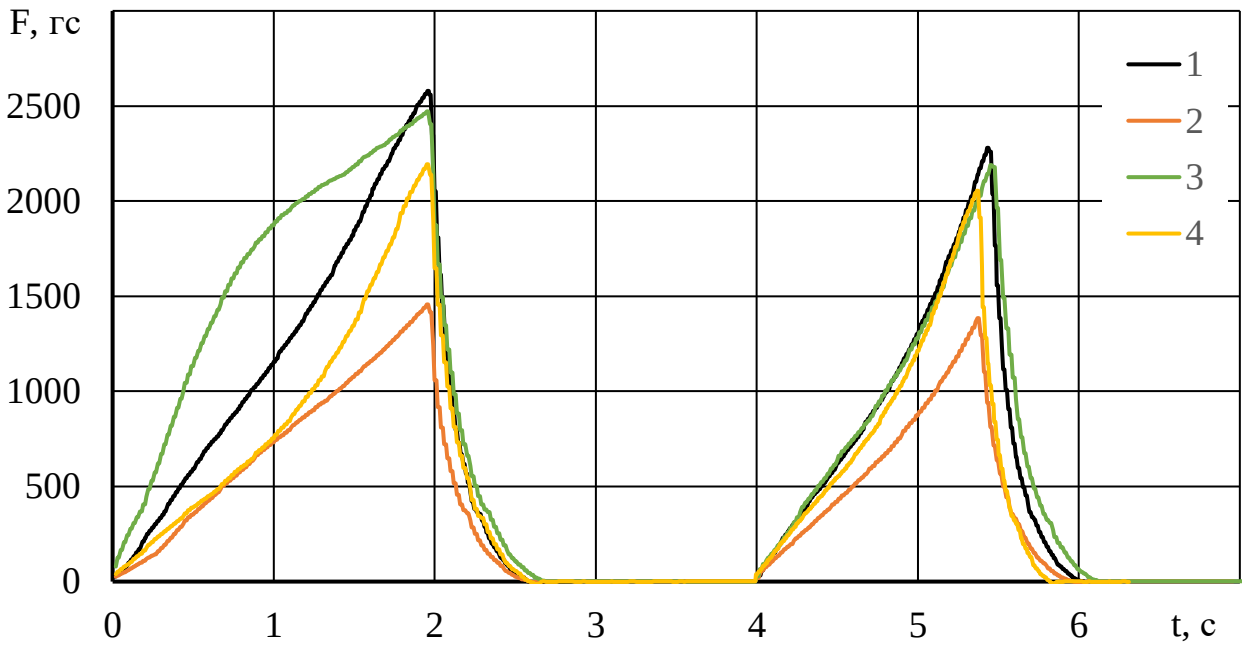



Рисунок 3.4 – Графік текстури дослідних зразків кексів

Аналіз результатів дослідження профілю текстури кексів, наведених у табл. 3.7, свідчить про суттєвий вплив продуктів переробки насіння чіа на структурно-механічні властивості готових виробів.

Показник твердості є одним із найважливіших критеріїв оцінки текстури кексів. Для контрольного зразка №1 твердість під час першого стиснення становила 2579,4 гс. У дослідних зразках цей показник змінювався залежно від виду використаного інгредієнта. Найменшу твердість мав зразок №2 – 1456,9 гс, що на 43,5 % нижче порівняно з контролем. Це свідчить про формування більш м’якої та ніжної структури м’якушки. Для зразків №3 та №4 твердість становила відповідно 2471,6 та 2193,8 гс, тобто була близькою до контрольного значення, хоча й дещо меншою. Аналогічна закономірність спостерігалася і для показника твердості під час другого стиснення.

Показник стійкості характеризує здатність структури чинити опір деформації. Найвище значення встановлено у зразка №3 (0,545), що більш ніж утричі

перевищувало показники інших зразків. Це свідчить про формування більш щільної та стабільної структури виробу. Для контрольного зразка та зразків №2 і №4 значення показника перебували в межах 0,170–0,215.

Індекс пружності для всіх дослідних зразків змінювався незначно та знаходився в межах 0,702–0,744. Найвищу пружність мав зразок №3 (0,744), а найнижчі значення спостерігалися у зразків №2 та №4. Отримані результати свідчать, що внесення продуктів переробки насіння чіа не призводить до істотного погіршення здатності виробів відновлювати форму після деформації.

Когезивність характеризує внутрішню міцність структури продукту. Для контрольного зразка її значення становило 0,588. У зразку №2 когезивність зросла до 0,657, тоді як у зразку №3 дещо знизилася до 0,504. Найвище значення показника зафіксовано у зразка №4 – 0,950, що свідчить про високу цілісність та зв’язність структури м’якушки. Ймовірно, це пов’язано з високим вмістом білкових і гідрофільних компонентів продуктів переробки насіння чіа, які беруть участь у формуванні просторової структури виробу.

Показник жувальності є комплексною характеристикою текстури та залежить від твердості, пружності та когезивності продукту. Найнижчу жувальність мав зразок №2 – 672,6, що підтверджує його найбільш м’яку консистенцію. Для контрольного зразка цей показник становив 1110,0. У зразка №3 жувальність дорівнювала 925,9, тоді як максимальне значення було встановлено для зразка №4 – 1463,3. Висока жувальність останнього пояснюється поєднанням значної когезивності та достатньої твердості структури.

Таким чином, використання продуктів переробки насіння чіа суттєво впливає на текстурні характеристики кексів. Найбільш м’якою структурою характеризувався зразок №2, тоді як зразок №4 відзначався найвищою когезивністю та жувальністю. Загалом результати свідчать, що внесення продуктів переробки насіння чіа не погіршує структурно-механічні властивості виробів, а дозволяє цілеспрямовано регулювати їх текстуру залежно від виду використаного інгредієнта.

Висновки за розділом

Виготовлено 4 дослідні зразки кексів. Встановлено, що заміна частини пшеничного борошна продуктами переробки насіння чіа впливає на технологічні показники кексів. У дослідних зразках величина упікання становила 6,41–8,94 %, а усихання – 1,48–3,48 %. Додавання продуктів переробки насіння чіа сприяло зниженню абсолютного та відносного підйому виробів порівняно з контролем, що пов'язано зі зменшенням частки клейковинних білків у рецептурі. Водночас отримані значення залишалися на прийнятному рівні та не призводили до суттєвого погіршення якості кексів. Найбільш наближеними до контрольного зразка за показниками підйому та усихання виявилися зразки №2 і №3, тоді як зразок №4 характеризувався найменшим упіканням, але найбільшим усиханням і найнижчими показниками підйому.

Всі дослідні зразки кексів відповідали вимогам ДСТУ 4505:2005 «Кекси. Загальні технічні умови». Використання борошна з насіння чіа впливало на колірні характеристики виробів, зумовлюючи зниження світлоти та інтенсивності жовтого відтінку м'якуша. За результатами органолептичного оцінювання найвищу загальну оцінку серед дослідних зразків отримав зразок №4 (46,5 бала), який характеризувався найкращим поєднанням смаку, запаху та зовнішнього вигляду. Усі зразки мали належну структуру м'якуша, що підтверджує можливість використання продуктів переробки насіння чіа у технології кексів без суттєвого погіршення їх споживчих властивостей.

Використання продуктів переробки насіння чіа у технології кексів сприяє підвищенню їх поживної та біологічної цінності. Додавання досліджуваних інгредієнтів забезпечувало збільшення вологості готових виробів, що позитивно впливало на соковитість та консистенцію м'якушки. Зразок №4 з використанням напівзнежиреного борошна з насіння чіа характеризувався підвищеним вмістом білка, жирів, харчових волокон та мінеральних речовин. Порівняно з контрольним зразком у ньому вміст білка зріс на 28,4 %, клітковини – майже у 193 рази, а вміст вуглеводів зменшився на 17,6 %. При цьому енергетична цінність виробу дещо

знизилася. Отримані результати свідчать про доцільність використання напівзнежиреного борошна з насіння чіа для виробництва кексів функціонального призначення з покращеним нутрієнтним складом.

Результати дослідження профілю текстури показали, що продукти переробки насіння чіа суттєво впливають на структурно-механічні властивості кексів. Найбільш м'якою консистенцією характеризувався зразок №2, для якого зафіксовано найнижчі значення твердості та жувальності. Зразок №3 відзначався найвищими показниками стійкості та пружності, що свідчить про формування більш щільної структури. Найвищу когезивність і жувальність мав зразок №4, що вказує на підвищену цілісність і зв'язність м'якушки. Загалом використання продуктів переробки насіння чіа не погіршує текстурних властивостей кексів, а дозволяє цілеспрямовано регулювати їх структуру залежно від виду використаного інгредієнта.

З урахуванням сукупності технологічних, поживних та органолептичних показників найбільш доцільною для впровадження у виробництво є рецептура зразка №4 – кекси, збагачені напівзнежиреним борошном з насіння чіа.

# 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

## 4.1 Розробка картки безпеки праці

Дослідження, передбачені програмою бакалаврської кваліфікаційної роботи, виконували в умовах навчальних лабораторій кафедри харчових технологій ДДАЕУ. Лабораторні приміщення оснащені сучасним аналітичним та технологічним обладнанням, яке дає змогу виготовляти експериментальні зразки кексів та проводити оцінювання їх якісних показників. У роботі використовували лабораторні ваги, духову шафу, прилади для визначення вологості, портативний колориметр, пенетрометр та інші контрольно-вимірювальні засоби.

У лабораторіях забезпечено належні умови для проведення наукових досліджень із дотриманням вимог охорони праці, пожежної та електробезпеки. З огляду на те, що об’єктом дослідження є процес випікання кексів, розроблено картку безпеки праці для оператора виробничої лінії, яка наведена на рис. 4.1.

Вимоги охорони праці при виробництві кексів спрямовані на організацію безпечного виконання технологічних операцій, зниження ризику травматизму та підтримання належного санітарно-гігієнічного стану робочого середовища. До роботи допускаються працівники, які пройшли навчання з охорони праці, інструктажі з пожежної та електробезпеки, а також обов’язковий медичний огляд. Персонал повинен знати технологічний процес та правила експлуатації обладнання.

Технологічний процес виготовлення кексів передбачає використання змішувального, дозувального та термічного обладнання, яке має перебувати у справному технічному стані. Обов’язковою умовою є наявність захисних елементів на рухомих механізмах, а також справних блокувальних та сигналізаційних систем. Під час роботи з печами та іншими тепловими установками необхідно суворо дотримуватися температурних режимів, уникати контакту з нагрітими поверхнями та використовувати засоби індивідуального захисту (термостійкі рукавиці, спецодяг, захисне взуття).

<table>
<tr>
<td>

**1. Загальна інформація**

1. Місце роботи – лінія з виробництва кексів.
2. Вид робіт – виробництво кексів.
3. Посада – оператор лінії.
4. Тривалість робочого часу – 2 зміни (07:00–18:30; 19:00–06:30).
5. Проходження медогляду – 1 раз на рік.
6. Проходження повторного інструктажу з охорони праці – 1 раз на 6 місяців.
7. Термін дії картки: до 01.12.2031 р.

</td>
<td>

**2. Забезпечення одягом та засобами індивідуального захисту**

1. Санітарний одяг (4 комплекти) – 1 раз на рік.
2. Взуття шкіряне жаростійке – 1 раз на 6 місяців.
3. Нарукавники бавовняні – 1 раз на 3 місяці.
4. Рукавиці трикотажні, навушники протишумові, окуляри захисні – до зносу.

</td>
</tr>
<tr>
<td>

**3. Вимоги перед початком роботи**

1. До роботи допускають лише повнолітніх осіб, які пройшли медичне обстеження та не мають медичних протипоказань, вступний інструктаж, спеціальне навчання.
2. Перед початком роботи співробітник повинен одягнути спецодяг, підготувати робочу зону.
3. Перевірити роботу штучної вентиляції, справність та наявність захисних огороджень приводів робочих органів.
4. Перед запуском обладнання перевірити, що нікому не загрожує небезпека від рухомих частин і механізмів.
5. Перевірити роботу обладнання на холостому ходу.
6. Про виявлені порушення і недоліки доповісти безпосередньому керівнику і до їх усунення до роботи не приступати.

</td>
<td>

**4. Вимоги під час роботи**

1. Співробітнику дозволяється виконувати тільки ту роботу, за якою пройдено навчання, інструктаж з охорони праці, до якої допущений особою, відповідальною за безпечне проведення осіб
2. Необхідно утримувати своє робоче місце у належній чистоті, своєчасно прибирати з підлоги розсипану сировину, розливі речовини.
3. Під час роботи з гарячими поверхнями необхідно застосовувати жаростійкі засоби захисту рук.
4. Дозволено використовувати тільки справне устаткування, інструмент, пристрої.
5. Заборонено доручати свою роботу іншим особам, які не пройшли відповідне навчання та інструктаж.

</td>
</tr>
<tr>
<td>

**5. Вимоги після закінчення роботи**

1. Після завершення роботи необхідно привести в порядок робоче місце, інструменти та пристрої прибрати у спеціально відведене місце.
2. Зняти і здати на збереження спецодяг і засоби індивідуального захисту.
3. Дотримуватися правил особистої гігієни.
4. Про виявлені порушення і недоліки під час проведення робіт необхідно доповісти безпосередньому керівнику і змінному працівнику.

</td>
<td>

**6. Вимоги в надзвичайних ситуаціях**

1. Негайно припинити всі роботи.
2. Вимкнути все обладнання та пристрої;
3. Терміново доповісти керівнику про виникнення надзвичайної ситуації.

</td>
</tr>
<tr>
<td colspan="2">Контакти служб екстреної допомоги</td>
</tr>
<tr>
<td>

Внутрішні службові номери:
Майстер відділення: 000-00-00
Служба охорони праці:
000-00-00 – головний інженер,
000-00-00 – медичний кабінет.

</td>
<td>




</td>
</tr>
</table>

Рисунок 4.1 – Картка безпека праці

Виробничі приміщення повинні відповідати санітарним нормам, бути забезпечені ефективною вентиляцією та достатнім рівнем освітлення. Також важливо запобігати перехресному забрудненню сировини та готової продукції. Електрообладнання має експлуатуватися із дотриманням вимог електробезпеки, обов'язковим заземленням та регулярним технічним контролем. На виробництві повинні бути наявні засоби пожежогасіння, а евакуаційні виходи – постійно вільними. Загалом дотримання правил охорони праці є ключовою умовою безпечної та стабільної роботи підприємства з виробництва кексів.

Перед початком роботи здійснюють перевірку технічного стану обладнання: тістомісильних машин, дозаторів, формувальних пристроїв та печей. Контролюють справність електричних з'єднань, кабелів, заземлення, наявність захисних кожухів та блокувальних систем. Використання несправного обладнання не допускається. Дотримання електробезпеки є обов'язковим: забороняється робота з вологими руками, проведення ремонту під напругою та експлуатація несправних приладів. У разі виявлення ознак несправності обладнання робота негайно припиняється. Під час експлуатації обладнання необхідно враховувати небезпеку рухомих механізмів та високих температур. Робота з тепловими агрегатами передбачає використання засобів захисту для запобігання опікам та травмам. З метою запобігання нещасним випадкам забороняється очищення обладнання під час його роботи, дотик до рухомих частин, перевантаження машин та залишення працюючого обладнання без нагляду.

Важливою умовою є належна вентиляція приміщень для видалення надлишкового тепла та борошняного пилу. Підлога у виробничих зонах повинна утримуватися в чистоті та бути неслизькою. Окрему увагу приділяють пожежній безпеці, оскільки борошно та жирові компоненти є потенційно займистими. Забороняється використання відкритого вогню, а підприємство повинно бути забезпечене засобами пожежогасіння.

Після завершення роботи обладнання вимикається, очищається, а приміщення проходить санітарну обробку.

## 4.2 Поводження з відходами від виробництва кексів

У процесі виробництва кексів утворюються різні види відходів: залишки сировини (борошно, цукор, яєчні суміші), обрізки тіста, крихти готової продукції, а також використані пакувальні матеріали та стічні води після миття обладнання.

Основну частку органічних відходів становлять залишки тіста та крихти, що утворюються під час технологічних операцій. За умови дотримання санітарних вимог вони можуть бути використані як кормові добавки або спрямовані на компостування чи отримання біогазу.

Сировина, що втратила якість (борошно, цукор та інші інгредієнти), підлягає утилізації або може бути використана в технічних цілях за умови відповідного контролю безпечності. Пакувальні матеріали (папір, картон, поліетилен та інші полімери) підлягають сортуванню та передачі на вторинну переробку, що сприяє зменшенню обсягів твердих відходів та підвищенню ресурсоефективності виробництва. Стічні води, що утворюються під час санітарної обробки обладнання, містять органічні залишки та мийні засоби, тому перед скиданням у каналізацію вони повинні проходити попереднє очищення. Борошняний пил, що виникає під час транспортування та дозування сировини, необхідно своєчасно видаляти за допомогою вентиляційних систем, оскільки його накопичення підвищує пожежну небезпеку.

Зменшення кількості відходів досягається шляхом раціонального використання сировини, оптимізації технологічних процесів та повторного використання безпечних харчових залишків.

Отже, система поводження з відходами у виробництві кексів включає їх сортування, переробку, утилізацію та очищення стічних вод, що дозволяє зменшити екологічне навантаження та підвищити ефективність виробництва.

Висновки за розділом

У результаті виконання розділу розглянуто основні питання охорони праці та захисту навколишнього середовища під час виробництва кексів. Встановлено, що безпечне виконання технологічних операцій забезпечується дотриманням вимог електро- та пожежної безпеки, належним технічним станом обладнання, використанням засобів індивідуального захисту та підтриманням відповідних санітарно-гігієнічних умов праці.

Розроблено картку безпеки праці для оператора виробничої лінії з виготовлення кексів, яка містить основні вимоги щодо підготовки до роботи, безпечної експлуатації обладнання, профілактики виробничого травматизму та дій у разі виникнення аварійних ситуацій. Її впровадження сприятиме підвищенню рівня безпеки праці та зниженню ризику нещасних випадків.

Проаналізовано особливості поводження з відходами, що утворюються під час виробництва кексів. Встановлено, що органічні відходи можуть бути використані для компостування, виробництва біогазу або кормових цілей, а пакувальні матеріали підлягають сортуванню та вторинній переробці. Дотримання вимог щодо очищення стічних вод та видалення борошняного пилу дозволяє мінімізувати негативний вплив виробництва на навколишнє середовище.

Таким чином, дотримання вимог охорони праці та екологічної безпеки під час виробництва кексів забезпечує безпечні умови праці персоналу, ефективне використання ресурсів, зменшення кількості відходів та відповідає сучасним принципам сталого розвитку харчової промисловості.

# 5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

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

У процесі виконання випускної кваліфікаційної роботи здійснено розрахунок витрат, необхідних для проведення експериментальних досліджень. Формування витрат базувалося на попередньо складеному кошторисі та включало вартість основних і допоміжних матеріалів, оплату праці, енергетичні витрати, амортизаційні відрахування, накладні та додаткові витрати.

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

$$m = \Sigma\, m_1 \cdot Ц_1 \qquad (5.1)$$

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

$Ц_1$ – ціна одиниці *i*-го матеріалу, грн.

Результати розрахунку матеріальних витрат представлено в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Необхідна кількість матеріалів та їх вартість

| № з/п | Найменування інгредієнту, одиниці | Ціна за одиницю, грн | Кількість | Сума, грн |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Борошно пшеничне вищого сорту, кг | 28,90 | 0,563 | 16,27 |
| 2 | Насіння чіа | 379,6 | 0,300 | 113,88 |
| 3 | Цукор білий кристалічний, кг | 27,90 | 0,520 | 14,51 |
| 4 | Родзинки, кг | 282,50 | 0,040 | 11,30 |
| 5 | Масло вершкове, кг | 476,11 | 0,520 | 247,58 |
| 6 | Яйця курячі, шт | 5,34 | 9 | 48,06 |
| 7 | Розпушувач, кг | 580,00 | 0,003 | 1,74 |

Продовження табл. 5.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|
| 8 | Сіль, кг | 14,90 | 0,002 | 0,03 |
| 9 | Цукор ванільний, кг | 190,00 | 0,016 | 3,04 |
| | Всього | | | 456,41 |

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

Таблиця 5.2 – Розрахунок витрат на заробітну плату

| Посада | Середньомісячний заробіток, грн | Середньогодинний заробіток, грн/год | Кільк. людино-годин | Сума, грн |
|---|---|---|---|---|
| Керівник кваліфікацій-ної роботи | 14574,00 | 101,21 | 20 | 2024,20 |
| | | | Всього | 2024,20 |

Нарахування на заробітну плату складають 22 % від фонду робочого часу. Відповідно, до визначеної суми заробітної плати вони становлять:

$$Н = \frac{2024{,}20 \cdot 22}{100} = 445{,}32 \text{ грн}$$

Витрати на спожиту електроенергію обчислювали за формулою (5.2):

$$Е = М \cdot К \cdot Т \cdot а \qquad (5.2)$$

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 = 9,83 грн./(кВт/год.).

Дослідження проводили з використанням наступного лабораторного обладнання:

– лабораторні ваги «ТВЕ-1-0,01»;

– лабораторний млин «НС-1000Y»;

– духова шафа «ASEL»;

– міксер «Bosch MFQ 3010»;

– пенетрометр;

– колориметр портативний «Linshang LS173»;

– ваги-вологомір «Radwag MA 110.R»;

− ноутбук «HP».

Результати розрахунку витрат на електроенергію наведені в табл. 5.3.

Таблиця 5.3 – Результати розрахунків витрат на електроенергію

| Обладнання | Потужність електро-обладнання, кВт | Час роботи обладнання, год | Витрати на електроенергію, грн |
|---|---|---|---|
| Лабораторні ваги «ТВЕ-1-0,01» | 0,012 | 1 | 0,11 |
| Лабораторний млин «НС-1000Y» | 3,20 | 0,1 | 2,83 |
| Міксер «Bosch MFQ 3010» | 0,30 | 0,5 | 1,33 |
| Духова шафа «ASEL» | 2,10 | 2 | 37,16 |
| Ваги-вологомір «Radwag MA 50.R» | 0,300 | 4,5 | 11,94 |
| Ноутбук «HP» | 0,02 | 50 | 8,85 |
| Всього | | | 62,22 |

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

$$A = \frac{Ф \cdot Н \cdot t}{100 \cdot 365} \qquad (5.3)$$

де, А − амортизаційні відрахування, грн;

Ф − 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, грн | Річна норма амортизації, % | Тривалість роботи, днів | Витрати на амортизацію, грн |
|---|---|---|---|---|
| Лабораторні ваги «ТВЕ-1-0,01» | 8790,00 | 10 | 0,08 | 0,19 |
| Лабораторний млин «НС-1000Y» | 10800,00 | 10 | 0,009 | 0,03 |
| Колориметр «Linshang LS173» | 21900,00 | 10 | 0,009 | 0,05 |
| Міксер «Bosch MFQ 3010»; | 999,00 | 10 | 0,04 | 0,01 |
| Духова шафа «ASEL» | 4099,00 | 15 | 0,17 | 0,29 |
| Ваги-вологомір «Radwag MA 50.R» | 67600,00 | 15 | 0,375 | 10,42 |
| Ноутбук «HP» | 25000,00 | 25 | 4,17 | 71,40 |
| Всього | | | | 82,39 |

Накладні витрати, що пов’язані з обслуговуванням лабораторного обладнання приймають на рівні 80 % від розрахованої заробітної плати виконавців дослідження і становлять:

$$\frac{2024{,}20 \cdot 80}{100} = 1619{,}36 \text{ грн}$$

Кошторис витрат на проведення дослідження наведений в табл. 5.5.

Таблиця 5.5 – Кошторис витрат на проведення дослідження

| Витрати | Сума, грн |
|---|---|
| Основні матеріали | 456,41 |
| Заробітна плата | 2024,20 |
| Нарахування на заробітну плату | 445,32 |
| Електроенергія | 62,22 |
| Амортизація | 82,39 |
| Накладні витрати | 1619,36 |
| Додаткові витрати (витрати дослідження в лабораторії) | 2640,00 |
| Всього | 7329,90 |

Загальна вартість дослідження склала 7329,90 грн, при цьому значну частку витрат сформували додаткові лабораторні дослідження, пов’язані з визначенням хімічного складу зразків кексів (вміст білків, жирів, клітковини та золи).

## 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):

$$Ц = С + \frac{Р \cdot С}{100} \qquad (5.4)$$

де, Ц − вартість дослідження, грн;

С − витрати на дослідження, грн;

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

$$Ц = 7329{,}90 + \frac{30 \cdot 7329{,}90}{100} = 9847{,}28 \text{ грн}$$

Загальна сума витрат, спрямованих на реалізацію досліджень у межах кваліфікаційної роботи, становить 9528,87 грн.

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

У табл. 5.6 представлено результати розрахунку очікуваної собівартості 1 кг кексів. Економічні показники для зразків кексів із додаванням напрівзнежиреного борошна з насіння чіа, виготовлених у лабораторних умовах, наведено в табл. 5.7.

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

| Найменування статей калькуляції | Виробництво кексів за класичною рецептурою | | |
|---|---|---|---|
| | Кількість | Ціна (грн.) | Сума (грн.) |
| Сировина та основні матеріали: | | | |
| Борошно пшеничне вищого сорту, кг | 0,428 | 28,90 | 12,37 |
| Цукор білий кристалічний, кг | 0,321 | 27,90 | 8,95 |
| Родзинки, кг | 0,099 | 282,50 | 27,97 |
| Масло вершкове, кг | 0,321 | 476,11 | 152,83 |
| Яйця курячі, шт | 6 | 5,34 | 32,04 |
| Розпушувач, кг | 0,0004 | 580,00 | 0,23 |
| Сіль, кг | 0,0013 | 14,90 | 0,02 |
| Ванільний цукор, кг | 0,0099 | 190,00 | 1,88 |
| Зворотні відходи, що реалізуються: | - | - | - |
| *Разом сировини і основних матеріалів за вирахуванням попутної продукції та зворотних відходів, кг* | | | *236,29* |
| Допоміжні і таропакувальні матеріали: | | | |
| *Форми для кексів, шт.* | 13 | 0,23 | 2,99 |
| *Картонні коробки, шт* | 1 | 18,65 | 18,65 |
| *Разом* | | | *21,55* |
| Паливо і енергія на технологічні цілі: | | | |
| *Електроенергія, кВт.год:* | 2,41 | 9,83 | 23,71 |
| *Разом* | | | *23,71* |
| Витрати на утримання та експлуатацію обладнання | | | - |
| Амортизаційні відрахування | | | *1,43* |
| Вихід готової продукції, кг | 1 | | |
| **Виробнича собівартість 1 кг готового продукту** | | | **282,98** |

Таблиця 5.7 – Техніко-економічні показники виробництва кексів, збагачених напівзнежиреним борошном з насіння чіа, зразок №4

| Найменування статей калькуляції | Виробництво кексів, збагачених напівзнежиреним борошном з насіння чіа | | |
|---|---|---|---|
| | Кількість | Ціна (грн.) | Сума (грн.) |
| Сировина та основні матеріали: | | | |
| Борошно пшеничне вищого сорту, кг | 0,370 | 28,90 | 10,69 |
| Насіння чіа, кг | 0,214 | 379,60 | 81,23 |
| Цукор білий кристалічний, кг | 0,278 | 27,90 | 7,76 |
| Масло вершкове, кг | 0,278 | 476,11 | 132,35 |
| Яйця курячі, шт | 5 | 5,34 | 26,70 |
| Розпушувач, кг | 0,0004 | 580,00 | 0,23 |
| Сіль, кг | 0,0011 | 14,90 | 0,02 |
| Ванільний цукор, кг | 0,0086 | 190,00 | 1,63 |
| Зворотні відходи, що реалізуються: | - | - | - |
| *Разом сировини і основних матеріалів за вирахуванням попутної продукції та зворотних відходів, кг* | | | *260,61* |
| Допоміжні і таропакувальні матеріали: | | | |
| *Форми для кексів, шт.* | 13 | 0,22 | 2,86 |
| *Картонні коробки, шт* | 1 | 18,60 | 18,60 |
| *Разом* | | | *21,46* |
| Паливо і енергія на технологічні цілі: | | | |
| *Електроенергія, кВт.год:* | 2,41 | 9,83 | 23,71 |
| *Разом* | | | *23,71* |
| Витрати на утримання та експлуатацію обладнання | | | - |
| Амортизаційні відрахування | | | *1,43* |
| Вихід готової продукції, кг | 1 | | |
| **Виробнича собівартість 1 кг готового продукту** | | | **307,21** |

Аналіз техніко-економічних показників, наведених у табл. 5.6–5.7, свідчить, що використання напівзнежиреного борошна з насіння чіа призводить до збільшення виробничої собівартості кексів порівняно з традиційною рецептурою. Для контрольного зразка №1 виробнича собівартість 1 кг продукції становила 282,98 грн, тоді як для зразка №4, збагаченого продуктами переробки насіння чіа, цей показник зріс до 307,21 грн. Різниця становить 24,23 грн/кг або близько 8,6 %.

Основною причиною підвищення собівартості є висока вартість насіння чіа. У структурі витрат на сировину його частка становить 81,23 грн на 1 кг готової продукції, що є другою за величиною статтею витрат після вершкового масла. Водночас використання чіа дозволило частково зменшити витрати на пшеничне

борошно, цукор, масло та яйця, однак ці заощадження не компенсують повністю вартості функціонального інгредієнта.

Порівняння отриманих показників із ринковими цінами на кекси в Україні свідчить про конкурентоспроможність розробленої продукції. Вартість традиційних кексів типу «Столичний» у роздрібній торгівлі переважно становить близько 200–300 грн/кг залежно від виробника, рецептури та фасування. При цьому продукція преміального сегмента, виготовлена на вершковому маслі та з використанням функціональних інгредієнтів, реалізується за вищими цінами.

З урахуванням виробничої собівартості 307,21 грн/кг та нормативного рівня рентабельності 25–30 % прогнозована відпускна ціна кексів із напівзнежиреним борошном з насіння чіа може становити близько 385–400 грн/кг. Така ціна є економічно обґрунтованою для виробів функціонального призначення, оскільки вони характеризуються підвищеним вмістом білка, харчових волокон, мінеральних речовин та біологічно цінних ліпідів.

Таким чином, хоча використання напівзнежиреного борошна з насіння чіа дещо підвищує собівартість продукції, отримані кекси мають значно вищу поживну та біологічну цінність порівняно з традиційними виробами. Це дозволяє позиціонувати їх у сегменті функціональних кондитерських виробів із високою доданою вартістю та підтверджує економічну доцільність впровадження розробленої технології у виробничих умовах.

## Висновки за розділом

У результаті виконання організаційно-економічного розділу проведено розрахунок витрат на виконання експериментальних досліджень та оцінено економічну доцільність виробництва кексів, збагачених напівзнежиреним борошном з насіння чіа. Встановлено, що загальна сума витрат на проведення дослідження становила 7329,90 грн, а вартість науково-дослідної роботи з урахуванням нормативної рентабельності 30 % – 9847,28 грн. Основними статтями

витрат були оплата праці, накладні витрати та витрати на проведення лабораторних досліджень.

Проведений розрахунок собівартості показав, що виробнича собівартість 1 кг кексів за класичною рецептурою становить 282,98 грн, тоді як для кексів, збагачених напівзнежиреним борошном з насіння чіа, – 307,21 грн. Збільшення собівартості на 24,23 грн/кг (8,6 %) зумовлене насамперед високою вартістю функціональної сировини – насіння чіа. Водночас використання цього інгредієнта дозволяє суттєво підвищити поживну та біологічну цінність готової продукції.

Порівняння отриманих показників із ринковими цінами на кекси в Україні свідчить, що розроблена продукція може бути успішно реалізована у сегменті функціональних та преміальних борошняних кондитерських виробів. За умови забезпечення нормативного рівня рентабельності прогнозована відпускна ціна кексів із напівзнежиреним борошном з насіння чіа є економічно обґрунтованою та конкурентоспроможною.

Таким чином, результати економічних розрахунків підтверджують доцільність використання продуктів переробки насіння чіа у технології кексів. Незважаючи на певне підвищення собівартості, розроблені вироби характеризуються покращеним нутрієнтним складом, підвищеною споживчою цінністю та мають перспективи впровадження у виробництво як продукція функціонального призначення.

# ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Виготовлено 4 дослідні зразки кексів. Встановлено, що заміна частини пшеничного борошна продуктами переробки насіння чіа впливає на технологічні показники кексів. У дослідних зразках величина упікання становила 6,41–8,94 %, а усихання – 1,48–3,48 %. Додавання продуктів переробки насіння чіа сприяло зниженню абсолютного та відносного підйому виробів порівняно з контролем, що пов'язано зі зменшенням частки клейковинних білків у рецептурі. Водночас отримані значення залишалися на прийнятному рівні та не призводили до суттєвого погіршення якості кексів. Найбільш наближеними до контрольного зразка за показниками підйому та усихання виявилися зразки №2 і №3, тоді як зразок №4 характеризувався найменшим упіканням, але найбільшим усиханням та найнижчими показниками підйому.

2. Всі дослідні зразки кексів відповідали вимогам ДСТУ 4505:2005 «Кекси. Загальні технічні умови». Використання борошна з насіння чіа впливало на колірні характеристики виробів, зумовлюючи зниження світлоти та інтенсивності жовтого відтінку м'якуша. За результатами органолептичного оцінювання найвищу загальну оцінку серед дослідних зразків отримав зразок №4 (46,5 бала), який характеризувався найкращим поєднанням смаку, запаху та зовнішнього вигляду. Усі зразки мали належну структуру м'якуша, що підтверджує можливість використання продуктів переробки насіння чіа у технології кексів без суттєвого погіршення їх споживчих властивостей.

3. Використання продуктів переробки насіння чіа у технології кексів сприяє підвищенню їх поживної та біологічної цінності. Додавання досліджуваних інгредієнтів забезпечувало збільшення вологості готових виробів, що позитивно впливало на соковитість та консистенцію м'якушки. Зразок №4 з використанням напівзнежиреного борошна з насіння чіа характеризувався підвищеним вмістом білка, жирів, харчових волокон та мінеральних речовин. Порівняно з контрольним зразком у ньому вміст білка зріс на 28,4 %, клітковини – майже у 193 рази, а вміст вуглеводів зменшився на 17,6 %. При цьому енергетична цінність виробу дещо

знизилася. Отримані результати свідчать про доцільність використання напівзнежиреного борошна з насіння чіа для виробництва кексів функціонального призначення з покращеним нутрієнтним складом.

4. Результати дослідження профілю текстури показали, що продукти переробки насіння чіа суттєво впливають на структурно-механічні властивості кексів. Найбільш м'якою консистенцією характеризувався зразок №2, для якого зафіксовано найнижчі значення твердості та жувальності. Зразок №3 відзначався найвищими показниками стійкості та пружності, що свідчить про формування більш щільної структури. Найвищу когезивність і жувальність мав зразок №4, що вказує на підвищену цілісність та зв'язність м'якушки. Загалом використання продуктів переробки насіння чіа не погіршує текстурних властивостей кексів, а дозволяє цілеспрямовано регулювати їх структуру залежно від виду використаного інгредієнта.

З урахуванням сукупності технологічних, поживних та органолептичних показників найбільш доцільною для впровадження у виробництво є рецептура зразка №4 – кекси, збагачені напівзнежиреним борошном з насіння чіа.

5. Розглянуто основні питання охорони праці та захисту навколишнього середовища під час виробництва кексів. Встановлено, що безпечне виконання технологічних операцій забезпечується дотриманням вимог електро- та пожежної безпеки, належним технічним станом обладнання, використанням засобів індивідуального захисту та підтриманням відповідних санітарно-гігієнічних умов праці. Розроблено картку безпеки праці для оператора виробничої лінії з виготовлення кексів, яка містить основні вимоги щодо підготовки до роботи, безпечної експлуатації обладнання, профілактики виробничого травматизму та дій у разі виникнення аварійних ситуацій. Її впровадження сприятиме підвищенню рівня безпеки праці та зниженню ризику нещасних випадків. Проаналізовано особливості поводження з відходами, що утворюються під час виробництва кексів. Встановлено, що органічні відходи можуть бути використані для компостування, виробництва біогазу або кормових цілей, а пакувальні матеріали підлягають сортуванню та вторинній переробці. Дотримання вимог щодо очищення стічних вод

та видалення борошняного пилу дозволяє мінімізувати негативний вплив виробництва на навколишнє середовище. Таким чином, дотримання вимог охорони праці та екологічної безпеки під час виробництва кексів забезпечує безпечні умови праці персоналу, ефективне використання ресурсів, зменшення кількості відходів та відповідає сучасним принципам сталого розвитку харчової промисловості.

6. Проведено розрахунок витрат на виконання експериментальних досліджень та оцінено економічну доцільність виробництва кексів, збагачених напівзнежиреним борошном з насіння чіа. Встановлено, що загальна сума витрат на проведення дослідження становила 7329,90 грн, а вартість науково-дослідної роботи з урахуванням нормативної рентабельності 30 % – 9847,28 грн. Основними статтями витрат були оплата праці, накладні витрати та витрати на проведення лабораторних досліджень. Проведений розрахунок собівартості показав, що виробнича собівартість 1 кг кексів за класичною рецептурою становить 282,98 грн, тоді як для кексів, збагачених напівзнежиреним борошном з насіння чіа, – 307,21 грн. Збільшення собівартості на 24,23 грн/кг (8,6 %) зумовлене насамперед високою вартістю функціональної сировини – насіння чіа. Водночас використання цього інгредієнта дозволяє суттєво підвищити поживну та біологічну цінність готової продукції. Порівняння отриманих показників із ринковими цінами на кекси в Україні свідчить, що розроблена продукція може бути успішно реалізована у сегменті функціональних та преміальних борошняних кондитерських виробів. За умови забезпечення нормативного рівня рентабельності прогнозована відпускна ціна кексів із напівзнежиреним борошном з насіння чіа є економічно обґрунтованою та конкурентоспроможною. Таким чином, результати економічних розрахунків підтверджують доцільність використання продуктів переробки насіння чіа у технології кексів. Незважаючи на певне підвищення собівартості, розроблені вироби характеризуються покращеним нутрієнтним складом, підвищеною споживчою цінністю та мають перспективи впровадження у виробництво як продукція функціонального призначення.

Перспективними будуть подальші дослідження щодо визначення строку зберігання розроблених кексів.

# БІБЛІОГРАФІЯ

1. Ullah R., Nadeem M., Khalique A., Imran M., Mehmood S., Javid A., Hussain J. Nutritional and therapeutic perspectives of chia (Salvia hispanica L.): a review. *Journal of Food Science and Technology*. 2016. Vol. 53 (4). P. 1750–1758.

2. Nadeem M., Imran M., Taj I., Ajmal M. Omega-3 fatty acids, phenolic compounds and antioxidant characteristics of chia oil supplemented margarine. *Lipids in Health and Disease*. 2017. Vol. 16. Art. 102. DOI: 10.1186/s12944-017-0490-x.

3. Страшинський І.М., Пасічний В.М., Гречко В.В. Вивчення впливу ступеня подрібнення насіння чіа на здатність до гелеутворення. *Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки*. 2019. Т. 30 (69). С. 102–106.

4. López A.X., Huerta A.G., de la Cruz E., Sangerman-Jarquín D.M., de Rosas G.O., Arriaga M.R. Chía (*Salvia hispanica* L.) situación actual y tendencias futuras. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 2017. Vol. 8 (7). P. 1619–1631.

5. Kulczyński B., Kobus-Cisowska J., Taczanowski M., Kmiecik D., Gramza-Michałowska A. The chemical composition and nutritional value of chia seeds – current state of knowledge. *Nutrients*. 2019. Vol. 11 (6). Art. 1242.

6. Zettel V., Hitzmann B. Applications of chia (*Salvia hispanica* L.) in food products. *Trends in Food Science & Technology*. 2018. Vol. 80. P. 43–50. DOI: 10.1016/j.tifs.2018.07.011.

7. Melo D., Machado T.B., Oliveira M.B.P.P. Chia seeds: an ancient grain trending in modern human diets. *Food & Function*. 2019. Vol. 10. P. 3068–3089. DOI: 10.1039/C9FO00239A.

8. Шидакова-Каменюка О.Г., Шкляєв О.М., Рогова А.Л. Аналіз хімічного складу насіння чіа як перспективної сировини для кондитерських виробів. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*. 2017. Вип. 1 (25). С. 5–16.

9. Соколовська О.Г., Валевська Л.О., Шулянська А О. Біологічна цінність зернових суперфудів. *Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки*. 2020. Т. 31 (70). С. 116–120.

10. Ayerza R., Coates W. *Chia: Rediscovering an ancient crop of the Aztecs*. Tucson: University of Arizona Press, 2005.

11. Muñoz L. A., Cobos A., Díaz O., Aguilera J. M. Chia seed *(Salvia hispanica* L.): An ancient grain and a new functional food. *Food Reviews International*. 2019. Vol. 29 (4). P. 394–408.

12. Wood J.R.I. *Salvia hispanica* L. *Curtis's Botanical Magazine*. 2022. Vol. 39 (2). P. 359–378.

13. Comerford K.B. The impacts of ready-to-eat cereals and cereal fibers on gut health, body weight, and cardiometabolic health. *Frontiers in Nutrition*. 2026. Vol. 13. Art. 1717345.

14. В Україні неможливо виростити насіння чіа – думка експерта Ю. Миргорода. *AgroPortal.* URL: https://agroportal.ua/news/eksklyuzivy/mnenie-v-ukraine-nevozmozhno-vyrastit-semena-chia (дата звернення: 16.05.2026 р.)

15. Гуменюк О.Л., Замай Ж.В., Волкова Р.М., Хребтань О.Б., Тітенко В.А. Перспектива використання насіння чіа як фортифікаційної добавки до хлібобулочних виробів. *Вісник Львівського торговельно-економічного університету. Технічні науки*. 2021. №26. С. 31–38.

16. Dinçoğlu A.H., Yeşildemir Ö.A renewable source as a functional food: chia seed. *Current Nutrition & Food Science*. 2019. Vol. 15 (4). P. 327–337. DOI: 10.2174/1573401314666180410142609.

17. Чорна А.І., Калмазан В.Б. Спосіб виробництва йогурту з матча та насінням чіа. *Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського*. 2019. Т. 30 (69). №1. С. 91–96.

18. Ribes S., Peña N., Fuentes A., Talens P., Barat M. Chia seed mucilage as a fat replacer in yogurts. *Journal of Dairy Science*. 2021. Vol. 104 (3). P. 2822–2833.

19. Паска М.З., Іжевська О.П., Макаровський Н.М. Насіння чіа та його роль у створенні функціональних напоїв. *Економіка та суспільство*. 2024. №68. DOI: 10.32782/2524-0072/2024-68-61.

20. Парфенюк А.П., Бажай-Жежерун С.А. Чіа-пудинг – десерт оздоровчої дії. У: *Матеріали 92-ї Міжнародної наукової конференції молодих учених*. Київ: НУХТ, 2026. С. 35.

21. Лебединець А.І. Харчова цінність збагачених масляних кексів. *Вісник ЛТЕУ. Технічні науки*. 2025. №41. С. 75–81.

22. Маринець М.В., Дзюндзя О.В. Удосконалення технології кексів за рахунок використання місцевої сировини. *Праці ТДАТУ*. 2020. №20. С. 208–217.

23. Грабовська О., Літвінов А. Технологія кексів з використанням білкового концентрату Vicia faba. *Товари і ринки*. 2024. №4. С. 101–112.

24. 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 бізнесу. *Наукові праці НУХТ*. 2023. №1 (29). С. 151–162.

25. Челябієва В.М., Симко А.О. Використання чаю матча в технології безглютенових кексів. *Вісник ЛТЕУ*. 2021. №26. С. 65–70.

26. Дзюндзя О.В. Технологія кексів функціонального призначення. У: *Modern directions of theoretical and applied researches*. Херсон, 2016. С. 25–35.

27. Кекс «Гарбузовий»: пат. 124827 Україна: МПК A21D 13/00. № u 201710751; заявл. 06.11.2017; опубл. 25.04.2018, Бюл. № 8/2018.

28. Кекс «Зернятко»: пат. 112118 Україна: МПК A21D 13/08, A21D 8/00. №u 201603703; заявл. 07.04.2016; опубл. 12.12.2016, Бюл. №23/2016.

29. Кекс «Кульбабка»: пат. 113392 Україна: МПК A21D 13/08, A21D 2/08, A21D 2/36, A21D 2/38. №u 201607666; заявл. 12.07.2016; опубл. 25.01.2017, Бюл. № 2/2017.

30. Кекс безглютеновий: пат. 138245 Україна: МПК A21D 8/00, A21D 8/02. №u 201904459; заявл. 24.04.2019; опубл. 25.11.2019, Бюл. №22/2019.

31. Безглютеновий кекс «Гречано-сочевичний»: пат. 141596 Україна: МПК A23G 3/36, A21D 13/047, A21D 13/80. №u 201906279; заявл. 05.06.2019; опубл. 27.04.2020, Бюл. №8/2020.

32. Безглютеновий кекс спеціального призначення: пат. 125753 Україна: МПК A23G 3/34. №u 201712280; заявл. 12.12.2017; опубл. 25.05.2018, Бюл. №10/2018.

33. Сова Н., Худайбердієва К., Коваленко Н., Михненко І. Використання борошна із насіння нішевих культур у технології кексів. *Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення у сучасних технологіях*. 2021. №4 (10). С. 94–100.

# ДОДАТКИ

**ДОДАТОК А**

# РЕЗУЛЬТАТИ ЛАБОРАТОРНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ СКЛАДУ ДОСЛІДНИХ ЗРАЗКІВ КЕКСІВ

BIOSAFETY CENTER
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Науково-дослідний центр біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК
Випробувальний центр

**Юридична адреса:** вул. Сергія Єфремова, 25, м. Дніпро, Україна, 49600
**Фактична адреса:** вул. Мандриківська, 276, м. Дніпро, Україна, 49100
+38 (095) 063 05 31
+38 (096) 093 03 76
info@biosafety-center.com

ilac-MRA

201727
Випробування

**Затверджую**
**Директор НДЦ, технічний керівник ВЦ**
**Дмитро Масюк**

## ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ
## № НТ/13777 від 18.06.2026

**Замовник:** ФОП Кіт Олександр Миколайович
**Підприємство:** Сова Н.А.
**Адреса підприємства:**
**Об'єкт випробування та реєстраційний код зразків:** Кекс зразок №1 (26/06/159/А/1); Кекс зразок №2 (26/06/159/А/2)
**Замовлення:** Рахунок №К/26/06/016 від 11.06.2026
**Дата відбору зразків:** 11 червня 2026 р.
**Дата одержання зразків:** 11 червня 2026 р.
**Дата проведення випробувань:** 11 червня 2026 р. - 18 червня 2026 р.
**Акт відбору зразків:** -
**Випробування на відповідність вимогам:** фактичне значення

### Результати випробувань

**Кекс зразок №1 (26/06/159/А/1)**

| Показник, що визначали | Результат | Норма | НД на методи випробувань | Невизначеність вимірювання *** | Відмітка про відповідність |
|---|---|---|---|---|---|
| Сира зола, % | 1,21 | - | ДСТУ ISO 5984:2004 | не визначали | - |
| Сира клітковина, % | 0,02 | - | ДСТУ 8844:2019 | не визначали | - |
| Сирий жир, % | 15,32 | - | ДСТУ ISO 6492:2003 | не визначали | - |
| Сирий протеїн, % | 7,12 | - | ДСТУ 7169:2010 | не визначали | - |

**Кекс зразок №2 (26/06/159/А/2)**

| Показник, що визначали | Результат | Норма | НД на методи випробувань | Невизначеність вимірювання *** | Відмітка про відповідність |
|---|---|---|---|---|---|
| Сира зола, % | 1,61 | - | ДСТУ ISO 5984:2004 | не визначали | - |
| Сира клітковина, % | 4,23 | - | ДСТУ 8844:2019 | не визначали | - |
| Сирий жир, % | 16,89 | - | ДСТУ ISO 6492:2003 | не визначали | - |
| Сирий протеїн, % | 8,73 | - | ДСТУ 7169:2010 | не визначали | - |

**Відповідальні виконавці:**

**Завідувач відділу фізіології, біохімії та хіміко-токсикологічного аналізу, к.вет.н.** — **Валентин Єфімов**

**Молодший науковий співробітник сектору фізико-хімічних методів досліджень** — **Лілія Тамчук**

**Провідний фахівець сектору фізико-хімічних методів досліджень** — **Ольга Севастьянова**

**Примітки:**
1. Цей протокол випробувань відноситься тільки до зразків, які пройшли випробування та в тому вигляді, в якому їх було отримано.
2. Цей протокол випробувань не підлягає тиражуванню, як повністю так і частково, без дозволу ВЦ НДЦ біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК ДДАЕУ.
* об'єкт, НД на метод випробувань не внесений до сфери акредитації відповідно до ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019.
** -показник не внесений до сфери акредитації відповідно до ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019.
*** - невизначеність вимірювання вноситься до протоколу, якщо вона стосується достовірності чи застосування результатів випробувань, якщо цього вимагає інструкція замовника, або невизначеність впливає на відповідність встановленим межам специфікацій.

"КІНЕЦЬ ДОКУМЕНТУ"