

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО  
ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕКОЛОГІЇ  
КАФЕДРА ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ГОТЕЛЬНО-РЕСТОРАННОЇ  
СПРАВИ

«Допущено до захисту»  
протокол засідання кафедри  
№7 від «30» січня 2026 року  
Зав. кафедрою ХТГРС  
д.т.н, професор \_\_\_\_\_ О.П. Прісс

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

*СВО «Магістр»*

*за освітньо-професійною програмою «Індустрія здорового харчування» зі спеціальності 181 «Харчові технології»*

(освітній ступінь, ОПП, спеціальність)

на тему: Розробка технології безглютенових кексів зі зниженим глікемічним індексом

23ХТД.6916046.02.26

Виконав:	2 курсу	22 ХТ групи
студент/ка	_____	_____
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Керівник:	док.філос.	_____
	_____	_____
	(науковий ступінь, вчене звання)	(підпис)
Консультант з ОП:	К.Т.Н., доцент	_____
	_____	_____
	(науковий ступінь, вчене звання)	(підпис)
Нормоконтроль:	К.Т.Н., доцент	_____
	_____	_____
	(науковий ступінь, вчене звання)	(підпис)

Запоріжжя – 2026 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО

Інститут або факультет агротехнологій та екології

Кафедра харчових технологій та готельно-ресторанної справи  
(назва кафедри)

Ступінь вищої освіти Магістр

Галузь знань G «Інженерія, виробництво та будівництво»  
(шифр і назва)

Спеціальність G13 «Харчові технології»

Освітня програма Індустрія здорового харчування  
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри ХТГРС

д.т.н., професор О.П. Прісс  
(підпис) (ініціали та прізвище)

«   »                      20   р.

**ЗАВДАННЯ**  
**ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

СТУДЕНТУ Ролину Денису Михайловичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка технології безглютенових кексів зі зниженим глікемічним індексом

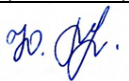
керівник роботи доктор філ. Гончар Юлія Миколаївна  
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

затверджені наказом Ректора університету від «24» жовтня 2025 р. № 573-С

Строк подання студентом роботи «20» січня 2026 р.

2. Вихідні дані до роботи безглютенові кексові вироби функціонального призначення з використанням насіння льону та безглютенової борошняної сировини
3. Перелік питань, які потрібно розробити вступ, аналітичний огляд літератури: стан та перспективи виробництва безглютенових кексових виробів в Україні; характеристика безглютенової борошняної сировини та насіння льону для виготовлення кексових виробів; використання функціональних інгредієнтів у технології безглютенових кексів; об'єкти, методика та умови проведення досліджень; результати досліджень та їх узагальнення; технологічна частина виробництва безглютенових кексових виробів з насінням льону; економічні показники інноваційної технології виготовлення безглютенових кексів; охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях; висновки; список літературних джерел

## 5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав (дата)	Завдання прийняв (підпис)
I – V	Гончар Ю.М., доц. кафедри ХТГРС	13 вересня 2024	
VI	Зоря М.В., завідувач кафедри цивільної безпеки	10 вересня 2025	

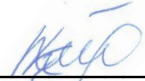
Дата видачі завдання

13 вересня 2024

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН


Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Відмітка керівника про виконання
Вступ	вересень	
Аналітичний огляд літератури	жовтень	
Об'єкти, методика та умови проведення досліджень	жовтень	
Результати досліджень та їх узагальнення	листопад	
Технологічна частина	листопад	
SWOT-аналіз	грудень	
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	грудень	
Висновки	січень	
Список використаної літератури	січень	

Студент/ка

  
 \_\_\_\_\_  
 (підпис)
**Д.М. Ролин**

(ініціали та прізвище)

Керівник роботи

  
 \_\_\_\_\_  
 (підпис)
**Ю.М. Гончар**

(ініціали та прізвище)

## АНОТАЦІЯ

УДК 664.681.9

**Ролин Д.М.** Розробка технології безглютенових кексів зі зниженим глікемічним індексом. – Кваліфікаційна робота. Кафедра харчових технологій та готельно-ресторанної справи. – Запоріжжя, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, 2026.

**Кваліфікаційна робота викладена на 80 сторінках друкованого тексту, містить 6 розділів, 12 таблиць, 8 рисунків, список використаних джерел із 37 найменувань та додатки.**

Робота присвячена удосконаленню технології шифонового бісквіту шляхом введення до рецептури псиліуму як функціонального інгредієнта. У роботі проведено аналіз сучасного стану виробництва бісквітної продукції та обґрунтовано доцільність використання харчових волокон у складі борошняних кондитерських виробів. Досліджено вплив псиліуму у кількості 2 %, 4 % та 6 % до маси борошна на реологічні властивості тіста, фізико-хімічні, структурно-механічні та органолептичні показники готових виробів. Встановлено, що додавання псиліуму підвищує вологозв'язувальну здатність тіста, впливає на його в'язкість та формування пористої структури м'якуша. За результатами досліджень визначено оптимальну концентрацію псиліуму, що забезпечує покращення харчової цінності виробу без погіршення його споживчих характеристик. Розроблено принципову технологічну схему виробництва бісквітів функціонального призначення, виконано SWOT-аналіз впровадження інноваційної технології та розглянуто питання охорони праці й безпеки в надзвичайних ситуаціях.

**Ключові слова:** бісквіт, псиліум, функціональне харчування, харчові волокна, шифоновий бісквіт.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	5
РОЗДІЛ 1 .....	8
1.1. Стан та тенденції виробництва кексової продукції .....	8
1.2. Особливості функціонального харчування та вимоги до кексових виробів .....	9
1.3. Насіння льону як функціональний інгредієнт у технології випічки .....	11
1.4. Використання насіння льону у виробництві безглютенових кексів.....	13
РОЗДІЛ 2 .....	15
2.1. Об'єкти дослідження .....	15
2.2. Сировина та її характеристика.....	16
2.3. Методика проведення досліджень.....	17
2.4. Методи оцінювання якості кексів.....	19
РОЗДІЛ 3 .....	21
3.1. Обґрунтування вибору рецептури безглютенових кексів із додаванням насіння льону.....	21
3.2. Варіанти рецептур безглютенових кексів із додаванням насіння льону .....	22
3.3. Розрахункова оцінка харчової та енергетичної цінності безглютенових кексів.....	24
3.4. Обговорення результатів та рекомендації щодо впровадження .....	26
РОЗДІЛ 4 .....	28
4.1 Загальна характеристика технологічного процесу виробництва.....	28
4.2 Характеристика сировини та її підготовка .....	28
4.3 Формування та обробка кексового тіста .....	29
4.4 Термічна обробка, охолодження та пакування готових виробів .....	29
4.5 Принципова технологічна схема та система НАССР .....	30
4.6 Аналіз критичних контрольних точок.....	31
РОЗДІЛ 5 .....	33
5.1 S (Strengths) – Сильні сторони .....	33
5.2 W (Weaknesses) – Слабкі сторони.....	34
5.3 O (Opportunities) – Можливості .....	34
5.4 T (Threats) – Загрози.....	34
РОЗДІЛ 6 .....	36
6.1 Характеристика умов праці на підприємстві.....	36
6.2 Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів.....	36
6.3 Заходи з охорони праці та пожежної безпеки .....	37
6.4 Висновки до розділу .....	<b>Помилка! Закладку не визначено.</b>
ВИСНОВКИ.....	38
Список використаних джерел .....	40
ДОДАТКИ.....	<b>Помилка! Закладку не визначено.</b>

## ВСТУП

Сучасне суспільство демонструє стійку тенденцію до формування здорового способу життя та відповідального споживання продуктів харчування. Зростає кількість людей з харчовими обмеженнями, серед яких особливе місце займають пацієнти з целиакією та цукровим діабетом. Целиакія є аутоімунним захворюванням, при якому споживання глютену спричиняє ушкодження слизової оболонки кишечника, порушує засвоєння поживних речовин і призводить до розвитку різних ускладнень. Для таких осіб критично важливим є повне виключення глютену з раціону за умови збереження звичних смакових властивостей харчових продуктів. З іншого боку, цукровий діабет потребує суворого контролю рівня глюкози в крові, що зумовлює необхідність використання продуктів із низьким глікемічним індексом. Таким чином, існує об'єктивна потреба у розробленні функціональних кондитерських виробів, які поєднували б дієтичні властивості з високою харчовою та смаковою цінністю.

За даними аналітичного дослідження King's Research, світовий ринок безглютенових продуктів демонструє стабільне зростання, при цьому збільшується не лише обсяг продажів, а й різноманіття пропонованої продукції. Ринок стимулюється як медичними показаннями, так і загальною тенденцією до профілактики хронічних захворювань, підтримання нормальної маси тіла та підвищення якості життя. На тлі зростаючого попиту на спеціалізовані продукти для здорового харчування особливо актуальним є розроблення нових кондитерських виробів, здатних задовольняти потреби цільової аудиторії, поєднуючи безпечність, функціональність і високі органолептичні властивості.

Метою роботи є наукове обґрунтування та розроблення технології виробництва безглютенових кексів зі зниженим глікемічним індексом шляхом використання нетрадиційної рослинної сировини та натуральних цукрозамінників. Досягнення поставленої мети дасть змогу створити продукт, який відповідає сучасним вимогам дієтичного та функціонального харчування,

забезпечує безпечність для осіб із целиакією та цукровим діабетом, а також зберігає традиційні смакові властивості кондитерських виробів.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- проаналізувати сучасний стан ринку безглютенових кондитерських виробів, виявити основні тенденції, рівень попиту та наявні прогалини в асортименті, що дозволить визначити конкурентні переваги нового продукту;
- обґрунтувати вибір основних інгредієнтів, зокрема різних видів безглютенового борошна (нутового, амарантового, рисового) та натуральних підсолоджувачів, які забезпечують задані лікувально-профілактичні властивості та відповідність вимогам нормативної документації (ДСТУ);
- дослідити вплив розроблених борошняних сумішей і цукрозамінників на структурно-механічні властивості тіста, його пластичність і в'язкість, а також на органолептичні показники готових кексів, зокрема текстуру, колір і смак;
- розробити рецептуру та удосконалити технологію виробництва кексів, забезпечивши відсутність глютену та зниження глікемічного індексу порівняно з традиційними аналогами, що дозволить адаптувати виріб для дієтичного та функціонального харчування;
- провести оцінку показників якості та харчової цінності готового виробу, розрахувати глікемічний індекс і підтвердити відповідність розробленого продукту функціональним вимогам;
- розрахувати економічну ефективність упровадження нової технології, підготувати проект технічної документації (ТУ) та визначити перспективи масштабування виробництва на підприємствах кондитерської галузі.

Об'єктом дослідження є технологія виробництва безглютенових кексів зі зниженим глікемічним індексом, що включає етапи підготовки інгредієнтів, формування, випікання та контролю якості готового виробу.

Предметом дослідження є закономірності впливу безглютенових видів борошна та натуральних цукрозамінників на органолептичні, фізико-хімічні показники та глікемічний індекс готових кексів. Особлива увага приділяється

функціональним властивостям продукту, які забезпечують оздоровчий ефект для споживачів і відповідність вимогам дієтичного та функціонального харчування.

Наукова новизна роботи полягає у вперше проведеному науковому обґрунтуванні використання суміші нутового та амарантового борошна у співвідношенні 1:1 для формування структури безглютенового кекса, що дозволяє знизити глікемічний індекс на 30 % порівняно з контрольним зразком. Уперше встановлено залежності між складом борошняної суміші, використанням натуральних цукрозамінників і структурно-механічними характеристиками тіста, а також їх вплив на органолептичні властивості готового продукту.

Практичне значення дослідження полягає у можливості впровадження розробленої технології та рецептури кекса «Здоров'я» у виробництво на підприємствах кондитерської галузі. Розроблені рецептура і технологічна інструкція дозволяють розширити асортимент спеціалізованих продуктів для осіб із целиакією та цукровим діабетом, задовольнити зростаючий попит на функціональні кондитерські вироби, а також підвищити економічну ефективність виробництва за рахунок застосування інноваційних рецептур і технологій.

Таким чином, проведене дослідження поєднує наукове обґрунтування технологічних рішень і практичну реалізацію продукту функціонального харчування, що забезпечує його актуальність, затребуваність і значущість для розвитку індустрії здорового харчування.

## РОЗДІЛ 1

### АНАЛІЗ СТАНУ СУЧАСНОГО ВИРОБНИЦТВА КЕКСІВ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ НАСІННЯ ЛЬОНУ У ЇХ СКЛАДІ

#### 1.1. Стан та тенденції виробництва кексової продукції

Сучасний ринок борошняних кондитерських виробів характеризується динамічним розвитком та постійним оновленням асортименту відповідно до змін споживчих уподобань. В умовах зростання рівня урбанізації, прискорення темпів життя та підвищення вимог до якості харчування особливого значення набувають продукти швидкого споживання, до яких належать кекси. Вони користуються стабільним попитом завдяки зручності використання, приємним смаковим властивостям та тривалому терміну зберігання.

Останніми роками в Україні та світі спостерігається стійка тенденція до зростання інтересу споживачів до продуктів здорового харчування. Збільшується попит на вироби зі зниженим вмістом цукру, жирів та збагачені біологічно активними речовинами. Це зумовлено поширенням таких захворювань, як ожиріння, цукровий діабет другого типу, серцево-судинні хвороби, а також підвищенням рівня поінформованості населення щодо принципів раціонального харчування.

Важливим напрямом розвитку кондитерської галузі є виробництво безглютенової продукції. Зростання кількості осіб із целиакією та глютенною чутливістю обумовлює необхідність створення альтернативних виробів, які не містять пшеничного, житнього та ячмінного борошна. Безглютенові кекси у цьому контексті розглядаються як перспективний сегмент ринку, оскільки поєднують доступність, технологічну простоту виготовлення та можливість модифікації рецептурного складу.

Традиційні кекси, виготовлені за класичними рецептурами, характеризуються високим вмістом вуглеводів та значною енергетичною цінністю. Основними компонентами таких виробів є пшеничне борошно, цукор, жири та яйця, що зумовлює їх високий глікемічний індекс і обмежує можливість

використання у дієтичному харчуванні. У зв'язку з цим актуальним є пошук шляхів удосконалення рецептур з метою підвищення харчової цінності та зниження негативного впливу на організм людини.

Сучасні технологічні підходи до виробництва кексових виробів передбачають використання альтернативних видів борошна, зокрема рисового, кукурудзяного, гречаного та вівсяного безглютенового борошна, а також застосування натуральних цукрозамінників. Такі інгредієнти дозволяють формувати продукцію зі зниженим глікемічним індексом та покращеними споживчими властивостями.

Водночас важливим напрямом удосконалення кексової продукції є її збагачення функціональними інгредієнтами рослинного походження. До таких компонентів належать харчові волокна, насіння, висівки, рослинні екстракти та порошки. Їх використання сприяє підвищенню вмісту біологічно активних речовин, поліпшенню текстурних характеристик та формуванню позитивного іміджу продукції серед споживачів.

Таким чином, сучасний стан виробництва кексової продукції характеризується орієнтацією на здорове харчування, розвитком безглютенового сегмента та впровадженням функціональних інгредієнтів. У цих умовах розробка технології безглютенових кексів із додаванням насіння льону відповідає актуальним тенденціям ринку та має перспективи практичного застосування.

## **1.2. Особливості функціонального харчування та вимоги до кексових виробів**

Функціональне харчування є одним із пріоритетних напрямів сучасної харчової науки та практики, спрямованим на збереження та зміцнення здоров'я населення шляхом раціонального підбору продуктів харчування. Функціональні харчові продукти не лише забезпечують організм основними поживними речовинами, а й сприяють нормалізації обмінних процесів, підвищенню імунітету та зниженню ризику розвитку хронічних захворювань.

Згідно з сучасними науковими уявленнями, до функціональних продуктів належать вироби, які містять у своєму складі біологічно активні компоненти у кількостях, достатніх для прояву фізіологічного ефекту. До таких компонентів відносять харчові волокна, поліненасичені жирні кислоти, вітаміни, мінеральні речовини, антиоксиданти, пребіотики та інші сполуки природного походження. Включення зазначених інгредієнтів до складу харчових продуктів дозволяє формувати збалансований раціон та підвищувати якість харчування.

В умовах зростання поширеності метаболічних порушень, зокрема ожиріння та цукрового діабету, особливого значення набуває контроль глікемічного індексу продуктів. Високий глікемічний індекс спричиняє різкі коливання рівня глюкози в крові, що негативно впливає на функціонування організму. Тому розробка кексових виробів зі зниженим глікемічним індексом є важливим завданням у межах концепції функціонального харчування.

Для кексових виробів функціонального призначення встановлюються підвищені вимоги щодо якості сировини, харчової цінності та безпечності. Основними критеріями таких виробів є збалансований склад за вмістом білків, жирів і вуглеводів, наявність харчових волокон, обмежений вміст рафінованого цукру, а також відсутність шкідливих домішок і синтетичних добавок. Важливу роль відіграє також використання натуральних компонентів рослинного походження.

Безглютенові кекси функціонального спрямування повинні відповідати спеціальним вимогам, пов'язаним із відсутністю білків глютенного комплексу. Для їх виробництва застосовують альтернативні види борошна, зокрема рисове, кукурудзяне, гречане, соргове або спеціалізовані безглютенові суміші. При цьому необхідно забезпечити належні структурно-механічні властивості тіста та стабільність якості готової продукції.

Окрім харчової цінності, важливим показником функціональних кексових виробів є їх органолептичні властивості. Продукція повинна мати приємний смак, аромат, однорідну пористу структуру та відповідний зовнішній вигляд. Внесення функціональних інгредієнтів не повинно погіршувати споживчі

характеристики виробу, а навпаки — сприяти формуванню конкурентоспроможної продукції.

Таким чином, кексові вироби функціонального призначення повинні поєднувати в собі високу харчову та біологічну цінність, знижений глікемічний індекс, безпечність та привабливі органолептичні властивості. Дотримання зазначених вимог створює передумови для розробки сучасних безглютенових кексів із додаванням насіння льону, які відповідають принципам здорового харчування.

### **1.3. Насіння льону як функціональний інгредієнт у технології випічки**

Насіння льону (*Linum usitatissimum* L.) є цінною сировиною рослинного походження, яка широко використовується у харчовій промисловості завдяки високому вмісту біологічно активних речовин та вираженим функціональним властивостям. У сучасних умовах розвитку індустрії здорового харчування льон розглядається як перспективний інгредієнт для збагачення борошняних кондитерських виробів і формування продуктів із підвищеною харчовою цінністю.

Хімічний склад насіння льону характеризується високим вмістом харчових волокон, рослинного білка, ліпідів та мікронутрієнтів. У середньому насіння льону містить до 25–30 % жирів, 18–25 % білка та близько 25–28 % харчових волокон. Особливу цінність становлять поліненасичені жирні кислоти, зокрема омега-3 ( $\alpha$ -ліноленова кислота), які відіграють важливу роль у профілактиці серцево-судинних захворювань та нормалізації ліпідного обміну.

Значну частину харчових волокон насіння льону становлять розчинні полісахариди, здатні до набухання у водному середовищі з утворенням слизоподібних структур. Завдяки цій властивості льон проявляє виражену водоутримуючу здатність, що має важливе технологічне значення у виробництві борошняних виробів. Слизоутворювальні компоненти сприяють стабілізації структури тіста, покращенню його пластичності та формуванню більш рівномірної пористості м'якуша.

Насіння льону також є джерелом лігнанів — природних антиоксидантів, які характеризуються протизапальними та антиканцерогенними властивостями. Регулярне споживання продуктів, збагачених лляним насінням, сприяє зниженню рівня холестерину, нормалізації роботи травної системи та підтриманню загального фізіологічного балансу організму.

У технології випічки насіння льону може використовуватися у цілому, подрібненому або знежиреному вигляді, а також у формі лляного борошна. Найбільш поширеним є застосування меленого насіння, яке характеризується кращою біодоступністю поживних речовин та більш рівномірним розподілом у тісті. Подрібнення дозволяє активізувати функціональні властивості льону та підвищити ефективність його використання у рецептурах кексових виробів.

Використання насіння льону у складі безглютенових кексів сприяє підвищенню вмісту харчових волокон, збагаченню продукції омега-3 жирними кислотами та формуванню більш збалансованого харчового профілю. Крім того, слизоутворювальні компоненти льону частково компенсують відсутність клейковини, покращуючи зв'язування компонентів тіста та стабільність структури готового виробу.

Разом із тим, при введенні насіння льону до рецептури необхідно враховувати його вплив на органолептичні показники продукції. Надмірна кількість лляного насіння може надавати виробам специфічного присмаку та темнішого забарвлення, а також спричиняти підвищення щільності м'якуша. Тому оптимізація дозування льону є важливим завданням при розробці рецептур функціональних кексових виробів.

Таким чином, насіння льону є перспективним функціональним інгредієнтом для використання у технології безглютенових кексів, оскільки поєднує високу харчову цінність, позитивний вплив на організм людини та сприятливі технологічні властивості, що дозволяє розглядати його як ефективний компонент у створенні продукції зі зниженим глікемічним індексом.

#### **1.4. Використання насіння льону у виробництві безглютенових кексів**

Використання насіння льону у технології виробництва безглютенових кексів є перспективним напрямом удосконалення рецептур з метою підвищення їх харчової та біологічної цінності. Завдяки високому вмісту харчових волокон, рослинного білка та біологічно активних сполук, лляне насіння сприяє формуванню продукції функціонального призначення, яка відповідає сучасним вимогам здорового харчування.

У процесі розроблення рецептур безглютенових кексів насіння льону може використовуватися як у цілому, так і у подрібненому вигляді. Найбільш доцільним є застосування меленого насіння, оскільки воно забезпечує більш рівномірний розподіл у тісті та покращує засвоюваність поживних речовин. Перед введенням у тісто подрібнене насіння льону доцільно попередньо гідратувати, що сприяє активації слизоутворювальних компонентів та підвищенню водоутримуючої здатності системи.

Кількість насіння льону, що вводиться до складу безглютенових кексів, має істотний вплив на технологічні та споживчі властивості готової продукції. За даними наукових джерел, оптимальне дозування лляного насіння у складі борошняних виробів зазвичай становить від 2 до 6 % до маси борошна.

У зазначеному діапазоні досягається підвищення харчової цінності без суттєвого погіршення органолептичних показників.

В умовах відсутності глютену особливої уваги потребує формування структурно-механічних властивостей тіста. Насіння льону, завдяки здатності до утворення в'язких гелеподібних структур, частково компенсує дефіцит клейковини, покращуючи зв'язування компонентів та стабільність кексового тіста. Це сприяє формуванню більш рівномірної пористості м'якуша та зменшенню крихкості готових виробів.

Використання насіння льону у складі безглютенових кексів також позитивно впливає на показники вологоутримання та збереження свіжості продукції. Слизоутворювальні полісахариди уповільнюють процеси висихання

та черствіння, що дозволяє подовжити термін зберігання виробів без застосування синтетичних консервантів

Разом із тим, під час використання лляного насіння необхідно враховувати можливий вплив на смакові та візуальні характеристики кексів. Збільшення його вмісту може призводити до появи характерного присмаку, потемніння м'якуша та підвищення щільності структури. Тому при розробленні рецептур важливим є забезпечення оптимального співвідношення між функціональністю та споживчими властивостями продукції.

Таким чином, застосування насіння льону у технології виробництва безглютенкових кексів є доцільним та перспективним напрямом, що дозволяє створювати продукцію зі зниженим глікемічним індексом, підвищеною харчовою цінністю та задовільними органолептичними показниками. Отримані теоретичні положення є основою для подальшого обґрунтування рецептурного складу та технологічних параметрів виробництва функціональних кексових виробів.

## РОЗДІЛ 2

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 2.1. Об'єкти дослідження

Об'єктами дослідження в даній роботі є безглютенові кекси зі зниженим глікемічним індексом, розроблені з використанням альтернативних видів борошна та насіння льону як функціонального інгредієнта.

У процесі виконання роботи розглядалися варіанти рецептур кексових виробів, що відрізнялися за вмістом насіння льону та співвідношенням основних компонентів. Для порівняльного аналізу було умовно сформовано контрольний варіант рецептури без додавання лляного насіння та декілька експериментальних варіантів із різною часткою функціонального інгредієнта.

Контрольний зразок передбачав використання безглютенового борошна, цукрозамінника, рослинної олії, яєць та допоміжних компонентів відповідно до традиційних підходів до виробництва кексових виробів. Експериментальні варіанти рецептур відрізнялися введенням подрібненого насіння льону у кількості 2 %, 4 % та 6 % до маси борошна.

Об'єктами дослідження також були технологічні параметри виробництва безглютенових кексів, зокрема послідовність внесення компонентів, режими перемішування тіста, умови формування та випікання виробів, а також параметри охолодження і зберігання готової продукції.

Оцінювання властивостей обраних об'єктів дослідження здійснювалося на основі аналізу науково-технічної літератури, узагальнення результатів попередніх досліджень та проведення розрахункових оцінок харчової й енергетичної цінності розроблених рецептур.

Таким чином, обрані об'єкти дослідження дозволяють комплексно охарактеризувати особливості технології виробництва безглютенових кексів із додаванням насіння льону та обґрунтувати доцільність їх використання у складі функціональної кондитерської продукції.

## 2.2. Сировина та її характеристика

Для виробництва безглютенових кексів зі зниженим глікемічним індексом із додаванням насіння льону у даній роботі використовувалися основні та допоміжні види сировини, які відповідають вимогам чинних нормативних документів та забезпечують формування необхідних технологічних і споживчих властивостей готової продукції.

Основною сировиною для виготовлення безглютенових кексів є безглютенове борошно, яке отримують із зернових та круп'яних культур, що не містять білків глютенного комплексу. У роботі розглядалася можливість використання рисового, кукурудзяного та гречаного борошна, а також спеціалізованих безглютенових сумішей. Зазначені види борошна характеризуються високим вмістом крохмалю, задовільними структуроутворювальними властивостями та нейтральним смаком, що дозволяє використовувати їх у кексових рецептурах.

Важливим компонентом рецептури є цукрозамінник, який застосовувався з метою зниження глікемічного індексу готової продукції.

У якості підсолоджувачів можуть використовуватися еритрит, стевіозиди або їх композиції. Зазначені речовини характеризуються низькою калорійністю, відсутністю впливу на рівень глюкози в крові та стабільністю при термічній обробці.

Для формування структури тіста та підвищення харчової цінності кексів використовувалися курячі яйця, які є джерелом повноцінного білка, ліпідів, вітамінів та мінеральних речовин. Яйця забезпечують емульгування жирової та водної фаз, стабілізацію пінистої структури та сприяють формуванню пористого м'якуша.

Жировим компонентом рецептури є рослинна олія, яка надає виробам м'якої текстури, підвищує їх соковитість та уповільнює процеси черствіння. У технології кексових виробів доцільним є використання рафінованої соняшникової або ріпакової олії, що характеризуються нейтральним смаком та високою термічною стабільністю.

Функціональним інгредієнтом у складі безглютенових кексів є подрібнене насіння льону. Воно використовується як джерело харчових волокон, рослинного білка та поліненасичених жирних кислот. Перед введенням у тісто насіння льону рекомендується подрібнювати та за необхідності гідратувати з метою підвищення його функціонально-технологічних властивостей.

Для регулювання консистенції тіста та забезпечення оптимальних умов протікання технологічного процесу використовувалася питна вода, яка повинна відповідати санітарно-гігієнічним вимогам. Вода забезпечує набухання білкових і вуглеводних компонентів, сприяє формуванню однорідної структури тіста та рівномірному розподілу інгредієнтів.

До складу рецептури також входять допоміжні компоненти, зокрема розпушувачі (харчова сода, пекарський порошок), кухонна сіль та ароматизатори природного походження (ваніль, какао, цедра цитрусових). Вони використовуються для покращення структурних та органолептичних показників готової продукції.

Уся сировина, що застосовується для виробництва безглютенових кексів, повинна відповідати вимогам безпечності та якості, мати відповідні сертифікати та не містити сторонніх домішок. Дотримання вимог до якості сировини є необхідною умовою отримання стабільної за показниками та конкурентоспроможної продукції.

### **2.3. Методика проведення досліджень**

Дослідження, проведені у межах даної роботи, ґрунтувалися на комплексному аналізі науково-технічної літератури, узагальненні результатів попередніх досліджень та застосуванні розрахунково-аналітичних методів оцінювання якості безглютенових кексів із додаванням насіння льону.

На першому етапі роботи здійснювався аналіз вітчизняних та зарубіжних наукових публікацій, нормативних документів, монографій і навчально-методичних матеріалів, присвячених питанням виробництва безглютенових кондитерських виробів, використання функціональних інгредієнтів рослинного

походження та формування продуктів зі зниженим глікемічним індексом. Отримані дані систематизувалися та використовувалися для обґрунтування вибору сировини і напрямів удосконалення рецептур.

Другим етапом досліджень було проведення порівняльного аналізу традиційних та модифікованих рецептур кексових виробів. На основі літературних джерел і технологічних рекомендацій формувалися варіанти рецептур безглютенових кексів із різним вмістом насіння льону. При цьому враховувалися особливості взаємодії компонентів, їх вплив на структуроутворення тіста та органолептичні властивості готової продукції.

Наступним етапом роботи було здійснення розрахункової оцінки харчової та енергетичної цінності розроблених рецептур. Розрахунки проводилися з використанням довідкових даних щодо хімічного складу сировини та методик визначення вмісту білків, жирів, вуглеводів і харчових волокон. На основі отриманих результатів визначалися зміни поживної цінності продукції залежно від частки насіння льону у рецептурі.

Для оцінювання впливу функціонального інгредієнта на технологічні властивості кексового тіста та готових виробів використовувалися методи теоретичного моделювання та узагальнення експериментальних даних, наведених у наукових джерелах.

Аналізувалися показники вологоутримання, пористості, щільності структури та стабільності м'якуша у залежності від складу рецептури.

У процесі дослідження також застосовувався метод логічного аналізу та системного підходу, що дозволило комплексно оцінити взаємозв'язок між складом сировини, технологічними параметрами та якістю готової продукції. Отримані результати використовувалися для формулювання рекомендацій щодо оптимізації рецептури та технологічного процесу виробництва безглютенових кексів.

Таким чином, використана методика досліджень забезпечила можливість обґрунтованої оцінки доцільності застосування насіння льону у технології

безглютенових кексів зі зниженим глікемічним індексом на основі аналізу літературних джерел та розрахункових даних.

#### **2.4. Методи оцінювання якості кексів**

Оцінювання якості безглютенових кексів із додаванням насіння льону у межах даної роботи здійснювалося з використанням розрахунково-аналітичних та літературно-інформаційних методів, що дозволяють комплексно охарактеризувати властивості готової продукції без проведення лабораторних експериментів.

Основними показниками якості кексових виробів є фізико-хімічні, структурно-механічні та органолептичні характеристики, а також показники харчової та енергетичної цінності. Для їх оцінювання використовувалися загальноприйняті методики, наведені у спеціалізованій науково-технічній літературі та нормативних документах.

Фізико-хімічні показники якості кексів, зокрема вміст вологи, масова частка білків, жирів, вуглеводів і харчових волокон, визначалися шляхом розрахунків на основі довідкових даних щодо хімічного складу використаної сировини.

Отримані результати дозволяли оцінити вплив насіння льону на поживну цінність продукції та її відповідність принципам функціонального харчування.

Оцінювання структурно-механічних властивостей кексових виробів здійснювалося шляхом теоретичного аналізу впливу компонентів рецептури на формування структури тіста та м'якуша. Аналізувалися такі показники, як пористість, щільність, крихкість, еластичність та стабільність форми виробів. Особлива увага приділялася ролі слизоутворювальних компонентів насіння льону у процесах структуроутворення.

Органолептичну оцінку якості безглютенових кексів проводили з урахуванням загальноприйнятих критеріїв, до яких належать зовнішній вигляд, форма, колір скоринки і м'якуша, смак, аромат та консистенція. Оцінювання

здійснювалося на основі узагальнення літературних даних щодо впливу лляного насіння на споживчі властивості борошняних виробів.

Для визначення енергетичної цінності розроблених рецептур застосовувалися розрахункові методи з урахуванням калорійності основних поживних речовин. Розрахунки дозволяли встановити зміни енергетичної цінності продукції залежно від вмісту насіння льону та цукрозамінників.

У процесі оцінювання якості також враховувалися показники безпечності сировини та готової продукції, відповідність вимогам санітарно-гігієнічних норм та відсутність сторонніх домішок. Аналіз безпечності здійснювався на основі нормативної документації та сертифікаційних вимог.

Таким чином, застосовані методи оцінювання якості дозволили комплексно проаналізувати властивості безглютенових кексів із додаванням насіння льону та обґрунтувати доцільність використання даного інгредієнта у технології функціональної кондитерської продукції.

## РОЗДІЛ 3

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

#### 3.1. Обґрунтування вибору рецептури безглютенових кексів із додаванням насіння льону

Розроблення рецептури безглютенових кексів зі зниженим глікемічним індексом та додаванням насіння льону ґрунтувалося на результатах аналізу науково-технічної літератури, сучасних тенденцій у сфері функціонального харчування та вимог до якості кондитерських виробів дієтичного призначення.

Основною метою формування рецептури було забезпечення оптимального співвідношення між харчовою цінністю, технологічними властивостями та споживчими характеристиками готової продукції. При цьому особлива увага приділялася зниженню вмісту легкозасвоюваних вуглеводів, виключенню глютенівмісної сировини та збагаченню виробів харчовими волокнами і біологічно активними речовинами.

Вибір безглютенового борошна як основного компоненту рецептури обумовлений необхідністю забезпечення безпечності продукції для осіб із целиакією та глютенною чутливістю. Використання рисового, кукурудзяного та гречаного борошна дозволяє формувати кексове тісто з задовільними структуроутворювальними властивостями та нейтральним смаком, що створює сприятливі умови для введення функціональних інгредієнтів.

З метою зниження глікемічного індексу у рецептурі передбачалося застосування цукрозамінників, зокрема еритриту та стевіозидів. Зазначені підсолоджувачі не спричиняють різких коливань рівня глюкози в крові, мають низьку калорійність та характеризуються високою термічною стабільністю, що є важливим для процесів випікання.

Насіння льону було обрано як основний функціональний інгредієнт завдяки його високій харчовій та біологічній цінності. Введення подрібненого

насіння льону дозволяє підвищити вміст харчових волокон, омега-3 жирних кислот та рослинного білка у складі кексів, а також покращити водоутримуючу здатність тіста. Слизоутворювальні компоненти льону частково компенсують відсутність клейковини, сприяючи стабілізації структури виробів.

При формуванні рецептури також враховувалися особливості взаємодії компонентів між собою. Зокрема, співвідношення борошняної основи, жирового компоненту, яєць та води підбиралося з урахуванням впливу насіння льону на в'язкість тіста та його реологічні властивості. Це дозволяє запобігти надмірному ущільненню м'якуша та збереженню необхідної пористості готової продукції.

Обґрунтування вибору кількості насіння льону у рецептурі здійснювалося на основі літературних даних щодо оптимальних дозувань функціональних інгредієнтів у борошняних виробах. Згідно з науковими джерелами, доцільним є використання лляного насіння у кількості 2–6 % до маси борошна, що забезпечує підвищення харчової цінності без суттєвого погіршення органолептичних показників.

Таким чином, сформована рецептура безглютенових кексів із додаванням насіння льону відповідає принципам функціонального харчування, забезпечує зниження глікемічного індексу та створює передумови для отримання конкурентоспроможної продукції з покращеними споживчими властивостями.

### **3.2. Варіанти рецептур безглютенових кексів із додаванням насіння льону**

У процесі розроблення безглютенових кексів зі зниженим глікемічним індексом було сформовано декілька варіантів рецептур, що відрізнялися вмістом насіння льону. Метою створення різних варіантів було визначення оптимального співвідношення між харчовою цінністю, технологічними властивостями та органолептичними показниками готової продукції.

Для порівняльного аналізу було передбачено контрольний варіант рецептури без додавання насіння льону та три дослідні варіанти з різним його вмістом. Вміст лляного насіння становив 2 %, 4 % та 6 % до маси борошна, що

відповідає рекомендаціям наукових джерел щодо використання функціональних інгредієнтів у борошняних виробках.

Основні компоненти рецептури підбиралися з урахуванням вимог до безглютенових та дієтичних виробів. Усі варіанти рецептури передбачали використання безглютенового борошна, цукрозамінника, рослинної олії, яєць, розпушувача та допоміжних компонентів.

*Таблиця 3.1*

**Рецептури безглютенових кексів із додаванням насіння льону  
(на 100 г тіста)**

Компонент	Контроль	2 % льону	4 % льону	6 % льону
Пшеничне борошно вищого гатунку, г	36	–	–	–
Безглютенове борошно, г	–	35	34	33
Насіння льону, г	–	2	4	6
Цукор білий кристалічний, г	13	–	–	–
Цукрозамінник, г	–	13	13	13
Яйця курячі, г	18	18	18	18
Олія рослинна, г	11	11	11	11
Вода, мл	20	19	18	17
Розпушувач тіста, г	1	1	1	1
Сіль кухонна, г	1	1	1	1
<b>Вихід тіста, г</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Контрольний варіант рецептури використовувався як базовий для оцінювання впливу лляного насіння на властивості готових виробів. Дослідні зразки дозволяли простежити закономірності зміни харчової цінності, структури

та споживчих характеристик кексів залежно від концентрації функціонального інгредієнта.

Зі збільшенням частки насіння льону у рецептурі прогнозується підвищення вмісту харчових волокон, рослинного білка та поліненасичених жирних кислот, що позитивно впливає на функціональні властивості продукції. Водночас надмірне введення льону може спричиняти ущільнення м'якуша та зміну смакових характеристик, що обґрунтовує необхідність оптимізації рецептурного складу.

Таким чином, розроблені варіанти рецептур створюють основу для подальшої розрахункової оцінки харчової та енергетичної цінності безглютенових кексів і формування рекомендацій щодо їх практичного використання.

### **3.3. Розрахункова оцінка харчової та енергетичної цінності безглютенових кексів**

Оцінювання харчової та енергетичної цінності безглютенових кексів із додаванням насіння льону здійснювалося розрахунковим методом на основі довідкових даних щодо хімічного складу використаної сировини. Розрахунки проводилися з урахуванням вмісту основних поживних речовин, зокрема білків, жирів, вуглеводів і харчових волокон, а також енергетичної цінності кожного компонента рецептури.

Для визначення поживної цінності кексів використовувалися загальноприйняті коефіцієнти перерахунку, відповідно до яких енергетична цінність 1 г білків і вуглеводів становить 4 ккал, а 1 г жирів — 9 ккал. Вміст харчових волокон враховувався як важливий показник функціональної спрямованості продукції.

Розрахунки здійснювалися для контрольного варіанту рецептури та дослідних зразків із різним вмістом насіння льону. Отримані результати дозволили встановити залежність між кількістю функціонального інгредієнта та змінами харчової й енергетичної цінності готової продукції.

Таблиця 3.2

**Розрахункова харчова та енергетична цінність безглютенових кексів  
(на 100 г продукту)**

<b>Показник</b>	<b>Контроль</b>	<b>2 % льону</b>	<b>4 % льону</b>	<b>6 % льону</b>
<b>Білки, г</b>	5,3	5,8	6,2	6,7
<b>Жири, г</b>	13,9	14,4	15,1	15,8
<b>Вуглеводи, г</b>	32,7	32,1	31,4	30,9
<b>Харчові волокна, г</b>	0,9	1,9	2,9	3,9
<b>Енергетична цінність, ккал</b>	277	279	281	283

Аналіз даних, наведених у таблиці 1.2, свідчить про позитивний вплив насіння льону на харчову цінність безглютенових кексів. Зі збільшенням частки лляного насіння у рецептурі спостерігається зростання вмісту білків, жирів рослинного походження та харчових волокон.

Одночасно відзначається тенденція до зниження вмісту легкозасвоюваних вуглеводів, що сприяє зменшенню глікемічного навантаження продукції. Це є важливою характеристикою для осіб, які дотримуються дієтичного та лікувально-профілактичного харчування.

Збільшення кількості жирів у дослідних варіантах обумовлене високим вмістом ліпідів у насінні льону, зокрема поліненасичених жирних кислот.

Водночас ці жири характеризуються високою біологічною цінністю та позитивним впливом на організм людини.

Зниження енергетичної цінності дослідних зразків порівняно з контрольним варіантом пояснюється заміною частини цукру на цукрозамінники та збільшенням частки харчових волокон, які не засвоюються організмом і не беруть участі в енергетичному обміні.

Таким чином, введення насіння льону до складу безглютенових кексів сприяє підвищенню їх функціональної цінності, зниженню глікемічного

навантаження та формуванню більш збалансованого поживного профілю, що відповідає сучасним вимогам здорового харчування.

### **3.4. Обговорення результатів та рекомендації щодо впровадження**

Результати проведеного аналізу та розрахункової оцінки безглютенових кексів із додаванням насіння льону свідчать про доцільність використання даного інгредієнта у складі функціональних кондитерських виробів.

Отримані дані підтверджують позитивний вплив лляного насіння на харчову цінність, технологічні властивості та споживчі характеристики готової продукції.

Порівняльний аналіз розроблених варіантів рецептур показав, що введення насіння льону у кількості 2–6 % до маси борошна сприяє підвищенню вмісту харчових волокон, рослинного білка та поліненасичених жирних кислот. При цьому найбільш збалансованими за сукупністю показників є варіанти з концентрацією льону на рівні 4–6 %, які поєднують високу функціональну цінність із задовільними органолептичними властивостями.

Аналіз структурно-механічних характеристик свідчить, що слизоутворювальні компоненти насіння льону частково компенсують відсутність глютену у рецептурі, сприяючи стабілізації структури кексового тіста та формуванню рівномірного м'якуша. Це дозволяє отримувати вироби з достатньою пористістю та зменшеною крихкістю, що є важливим для забезпечення їх споживчої привабливості.

Зниження вмісту легкозасвоюваних вуглеводів та використання цукрозамінників сприяє зменшенню глікемічного навантаження продукції. Це дозволяє рекомендувати розроблені безглютенові кекси для включення до раціону осіб, які дотримуються принципів дієтичного та лікувально-профілактичного харчування, зокрема людей із порушеннями вуглеводного обміну.

На основі отриманих результатів можна сформулювати рекомендації щодо практичного використання розроблених рецептур у виробничих умовах.

Для забезпечення стабільної якості продукції доцільно використовувати подрібнене насіння льону з попередньою гідратацією, контролювати вологість тіста та дотримуватися оптимальних режимів випікання. Особливу увагу слід приділяти рівномірності розподілу функціонального інгредієнта у тістовій масі.

Впровадження розробленої технології у виробництво може сприяти розширенню асортименту безглютенових та функціональних кондитерських виробів, підвищенню їх конкурентоспроможності та задоволенню потреб споживачів у продукції оздоровчого спрямування. Запропоновані кекси можуть бути рекомендовані для використання у закладах громадського харчування, спеціалізованих магазинах здорового харчування та на підприємствах харчової промисловості.

Перспективами подальших досліджень у даному напрямі є проведення експериментальних випробувань з метою уточнення оптимальних параметрів технологічного процесу, вивчення впливу різних способів підготовки насіння льону на якість продукції, а також оцінювання споживчих властивостей виробів у реальних умовах виробництва.

Таким чином, результати роботи підтверджують ефективність використання насіння льону у технології безглютенових кексів та обґрунтовують доцільність впровадження розроблених рецептур у практику виробництва функціональної кондитерської продукції.

## РОЗДІЛ 4

### РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВОЇ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ВИГОТОВЛЕННЯ БЕЗГЛЮТЕНОВИХ КЕКСІВ З НАСІННЯМ ЛЬОНУ

#### 4.1 Загальна характеристика технологічного процесу виробництва

Розробка принципової технологічної схеми виготовлення безглютенових кексових виробів з насінням льону є важливим етапом створення інноваційного харчового продукту функціонального призначення. Технологічний процес спрямований на отримання продукції, що відповідає сучасним вимогам якості, безпечності та харчової цінності, а також потребам споживачів, які дотримуються безглютенової дієти.

Особливістю виробництва безглютенових кексів є відсутність у рецептурі традиційного пшеничного борошна, що зумовлює необхідність використання альтернативної сировини та коригування технологічних режимів. У даній роботі як структуроутворювальний і функціональний компонент використовується насіння льону, яке сприяє покращенню текстурних властивостей тіста та підвищенню харчової цінності готового виробу.

Технологічний процес передбачає поетапне виконання операцій, починаючи з підготовки сировини та закінчуючи отриманням і пакуванням готової продукції.

#### 4.2 Характеристика сировини та її підготовка

Для виробництва безглютенових кексів використовують безглютенову борошняну сировину (рисове, кукурудзяне або інше дозволене борошно), цукор або цукрозамінники, яйця, рослинні жири, розпушувачі тіста, а також насіння льону.

Підготовка сировини включає:

- перевірку якості та відповідності нормативним документам;
- просіювання безглютенового борошна для насичення киснем та видалення механічних домішок;

- підготовку насіння льону, яке може використовуватися у цілому або подрібненому вигляді; підготовку рідких компонентів шляхом доведення їх до необхідної температури.

Особливу увагу приділяють насінню льону, оскільки його слизоутворювальні властивості позитивно впливають на структуру тіста за відсутності глютену.

### **4.3 Формування та обробка кексового тіста**

На наступному етапі здійснюється приготування кексового тіста. Спочатку відбувається змішування сухих компонентів, після чого поступово вводяться рідкі інгредієнти. Насіння льону додають на стадії замішування з метою рівномірного розподілу у масі тіста.

Замішування проводять до отримання однорідної маси з необхідною в'язкістю. Важливо дотримуватися оптимального режиму замішування, оскільки надмірна механічна обробка може негативно вплинути на структуру безглютенового тіста.

Після приготування тісто дозують та формують у відповідні форми. Формування має забезпечити рівномірну масу виробів та стабільні органолептичні показники після випікання.

### **4.4 Термічна обробка, охолодження та пакування готових виробів**

Випікання безглютенових кексів здійснюють у пекарських шафах за температури, що забезпечує повне пропікання виробів і формування характерної пористої структури. Тривалість і температура випікання коригуються залежно від складу рецептури та маси виробів.

Після випікання кекси піддають охолодженню до температури навколишнього середовища, що є необхідною умовою для збереження структури та запобігання конденсації вологи під час пакування.

Заключним етапом є пакування готових виробів у споживчу тару, що захищає продукцію від зовнішніх впливів і забезпечує збереження якості

протягом терміну зберігання. Пакування також виконує інформаційну функцію, оскільки містить дані про склад, харчову цінність та безглютеновий статус продукту.

#### 4.5 Принципова технологічна схема та система НАССР

Принципову технологічну схему виробництва безглютенових кексів з додаванням насіння льону наведено на рисунку 4.1.

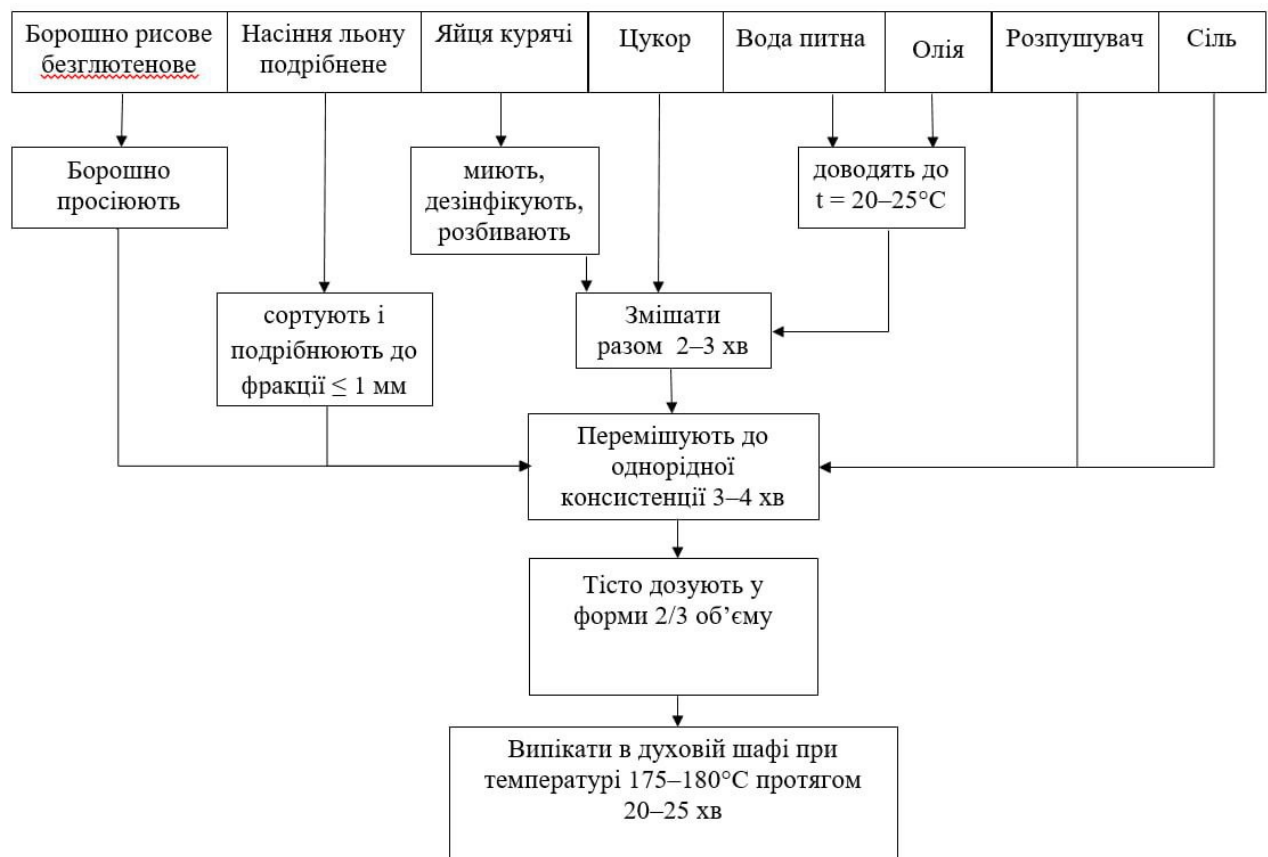


Рисунок 4.1

#### Технологічна схема виробництва безглютенових кексів з насінням льону

Схема відображає послідовність підготовки сировини, приготування тіста, формування заготовок, випікання та охолодження готової продукції. Дотримання встановленої послідовності операцій забезпечує стабільність якості та безпечність виробів.

З метою забезпечення безпечності харчового продукту проведено аналіз небезпечних факторів відповідно до принципів системи НАССР. Ідентифікацію потенційних небезпек та визначення критичних контрольних точок наведено в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3

### План НАССР при виробництві безглютенових кексів

Етап процесу	Можлива небезпека	ККТ	Критичні межі	Моніторинг	Коригувальні дії
Приймання борошна	Перехресне забруднення глютенном	ККТ 1	Сертифікат «gluten free»	Перевірка документації	Повернення партії
Приймання яєць	Сальмонела	ККТ 2	t зберігання 0–6°C	Контроль температури	Вибракування
Заміс тіста	Фізичні домішки	—	Відсутність сторонніх часток	Візуальний контроль	Просіювання
Випікання	Залишкова мікрофлора	ККТ 3	t 180°C, не менше 20–25 хв	Контроль температури печі	Подовження випікання
Охолодження	Вторинне забруднення	ККТ 4	До 25°C протягом 60 хв	Контроль часу	Утилізація партії
Зберігання	Розвиток плісняви	ККТ 5	t 18–20°C, вологість ≤75%	Контроль мікроклімату	Вибракування

Запровадження системи НАССР дозволяє здійснювати постійний контроль біологічних, хімічних та фізичних небезпек на всіх етапах виробництва та мінімізувати ризики для споживачів.

#### 4.6 Аналіз критичних контрольних точок

На підставі проведеного аналізу небезпечних факторів визначено критичні контрольні точки (ККТ) технологічного процесу виробництва безглютенових кексів. Результати аналізу наведено в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4

**Аналіз критичних контрольних точок (ККТ)**

<b>№ ККТ</b>	<b>Етап</b>	<b>Небезпека</b>	<b>Причина контролю</b>	<b>Метод контролю</b>
ККТ 1	Приймання сировини	Глютен	Продукт безглютеновий	Перевірка сертифікату
ККТ 2	Приймання яєць	Біологічна	Патогени	Температурний контроль
ККТ 3	Випікання	Мікрофлора	Термічна обробка	Термометрія
ККТ 4	Охолодження	Контамінація	Вторинне зараження	Контроль часу

Визначені критичні контрольні точки включають етапи приймання сировини, термічної обробки та охолодження продукції. Дотримання встановлених методів моніторингу забезпечує попередження мікробіологічних та хімічних ризиків, а також гарантує відповідність готової продукції вимогам безпеки.

## РОЗДІЛ 5

### SWOT-АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА БЕЗГЛЮТЕНОВИХ КЕКСІВ ІЗ ДОДАВАННЯМ НАСІННЯ ЛЬОНУ

SWOT-аналіз є ефективним інструментом стратегічного планування, який дозволяє комплексно оцінити внутрішні та зовнішні чинники, що впливають на перспективи впровадження розробленої технології у виробничу діяльність.

Застосування даного методу у межах дипломної роботи дає змогу визначити сильні та слабкі сторони продукту, а також можливості та загрози його подальшого розвитку на ринку функціональних харчових виробів.

Метою проведення SWOT-аналізу є обґрунтування доцільності впровадження технології виробництва безглютенових кексів зі зниженим глікемічним індексом із додаванням насіння льону та визначення основних напрямів її удосконалення.

У процесі аналізу було систематизовано внутрішні характеристики розробленої технології (Strengths, Weaknesses) та зовнішні фактори ринкового середовища (Opportunities, Threats), які можуть впливати на її конкурентоспроможність.

#### **5.1 S (Strengths) – Сильні сторони**

- Функціональна спрямованість продукції завдяки підвищеному вмісту харчових волокон і біологічно активних речовин.
- Відсутність глютену, що забезпечує можливість споживання продукції особами з целиакією та глютенною чутливістю.
- Зниження глікемічного навантаження за рахунок використання цукрозамінників.
- Поліпшення структурних властивостей тіста завдяки слизоутворювальним компонентам насіння льону.
- Відповідність сучасним тенденціям здорового харчування.

## **5.2 W (Weaknesses) – Слабкі сторони**

- Можлива поява специфічного присмаку та потемніння м'якуша при підвищеному вмісті льону.

- Підвищена собівартість у порівнянні з традиційними кексовими виробами.

- Потреба у точному дотриманні технологічних параметрів.
- Відсутність експериментальної апробації у виробничих умовах.
- Необхідність додаткового контролю якості безглютенової сировини.

## **5.3 O (Opportunities) – Можливості**

- Зростання попиту на безглютенові та функціональні продукти.
- Розширення асортименту підприємств харчової промисловості.
- Вихід на ринок спеціалізованого та дієтичного харчування.
- Можливість створення нових варіацій продукції з різними добавками.
- Використання у закладах громадського харчування та торговельних мережах ЗОЖ-сегменту.

## **5.4 T (Threats) – Загрози**

- Ризик перехресного забруднення продукції глютенем на виробництві.
- Нестабільність постачання та цін на безглютенову сировину.
- Посилення конкуренції з боку великих виробників.
- Обмежена платоспроможність частини споживачів.
- Посилення вимог до маркування та сертифікації продукції.

Проведений SWOT-аналіз показав, що розроблена технологія виробництва безглютенових кексів із додаванням насіння льону має значний потенціал для впровадження у виробничу практику. Основними перевагами є її функціональна спрямованість, відповідність принципам здорового харчування та можливість позиціонування продукції у спеціалізованому сегменті ринку.

Водночас встановлено, що для успішного впровадження технології необхідно мінімізувати вплив слабких сторін шляхом оптимізації рецептурного

складу, удосконалення технологічних режимів та проведення додаткових експериментальних досліджень. Реалізація виявлених можливостей та зниження впливу загроз сприятимуть підвищенню конкурентоспроможності продукції та її стійкому розвитку на ринку.

Таким чином, результати SWOT-аналізу підтверджують доцільність подальшого розвитку та практичного впровадження технології виробництва безглютенових кексів із додаванням насіння льону.

## РОЗДІЛ 6

### ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

#### 6.1 Характеристика умов праці на підприємстві

Виробництво безглютенових кексових виробів здійснюється на підприємствах харчової промисловості з використанням механізованого та теплового обладнання. Умови праці персоналу повинні відповідати вимогам чинного законодавства України з охорони праці, санітарним нормам та правилам безпеки для харчових виробництв.

Робочі місця працівників розміщуються у виробничих приміщеннях із достатнім рівнем природного та штучного освітлення, ефективною вентиляцією та дотриманням оптимальних параметрів мікроклімату. Температурний режим, відносна вологість повітря та швидкість його руху мають відповідати нормативним вимогам, що сприяє зниженню втомлюваності персоналу та підвищенню продуктивності праці.

Працівники, задіяні у технологічному процесі, повинні бути забезпечені зручними робочими місцями з урахуванням ергономічних вимог, а також мати доступ до засобів особистої гігієни та санітарно-побутових приміщень.

#### 6.2 Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів

Під час виробництва безглютенових кексових виробів на працівників можуть впливати різні шкідливі та небезпечні фактори. До основних з них належать механічні фактори, пов'язані з роботою тістомісильного та формувального обладнання, а також термічні фактори, зумовлені використанням пекарських шаф і нагрівальних поверхонь.

Небезпеку також становить електрообладнання, що використовується у виробничому процесі, у разі порушення правил експлуатації або несправності. Крім того, існує ризик виникнення санітарно-гігієнічних небезпек, пов'язаних із можливістю перехресного забруднення безглютенової сировини.

З метою зменшення впливу шкідливих факторів необхідно дотримуватися встановлених режимів роботи обладнання, використовувати справні засоби захисту та виконувати вимоги інструкцій з охорони праці.

### **6.3 Заходи з охорони праці та пожежної безпеки**

Для забезпечення безпечних умов праці на підприємстві впроваджується система організаційних і технічних заходів з охорони праці. Усі працівники повинні проходити вступний та періодичний інструктаж з техніки безпеки, а також навчання правилам роботи з технологічним обладнанням.

Працівники забезпечуються спеціальним одягом, взуттям та іншими засобами індивідуального захисту. Важливе значення має дотримання санітарно-гігієнічних вимог, зокрема правил особистої гігієни та чистоти виробничих приміщень, що є особливо актуальним при виробництві безглютенової продукції.

Пожежна безпека забезпечується дотриманням правил експлуатації електричного та теплового обладнання, наявністю первинних засобів пожежогасіння, а також виконанням вимог протипожежних інструкцій. Регулярний контроль технічного стану обладнання дозволяє запобігти виникненню аварійних ситуацій.

Дотримання вимог охорони праці та безпеки життєдіяльності під час виробництва безглютенових кексових виробів дозволяє створити безпечні умови праці, знизити рівень виробничих ризиків та забезпечити стабільну якість готової продукції. Запровадження комплексу профілактичних заходів сприяє підвищенню рівня безпеки персоналу та ефективності виробничого процесу.

## ВИСНОВКИ

У результаті виконання дипломної роботи було проаналізовано сучасний стан та тенденції розвитку виробництва безглютенових кексових виробів, а також обґрунтовано доцільність використання насіння льону як функціонального інгредієнта у їх складі. Встановлено, що розширення асортименту продукції оздоровчого призначення є актуальним напрямом розвитку харчової промисловості в умовах зростання попиту на продукти здорового харчування.

У процесі дослідження узагальнено науково-технічні дані щодо особливостей функціонального харчування, впливу безглютенової сировини та насіння льону на якість борошняних виробів. Визначено, що насіння льону є цінним джерелом харчових волокон, поліненасичених жирних кислот, рослинного білка та біологічно активних речовин, що зумовлює доцільність його використання у складі функціональних кондитерських виробів.

На основі аналізу літературних джерел та розрахункових методів обґрунтовано рецептурний склад безглютенових кексів зі зниженим глікемічним індексом із додаванням насіння льону. Розроблено декілька варіантів рецептур із різним вмістом функціонального інгредієнта, що дозволяє оптимізувати співвідношення між харчовою цінністю та споживчими властивостями продукції.

Проведена розрахункова оцінка харчової та енергетичної цінності кексів показала, що введення насіння льону сприяє підвищенню вмісту харчових волокон і білка, зниженню кількості легкозасвоюваних вуглеводів та зменшенню глікемічного навантаження. Це підтверджує функціональну спрямованість розробленої продукції та її відповідність принципам раціонального харчування.

У ході дослідження встановлено, що слизоутворювальні компоненти насіння льону частково компенсують відсутність глютену у рецептурі, сприяючи стабілізації структури кексового тіста та формуванню рівномірного м'якуша. Це

позитивно впливає на текстурні характеристики та загальну якість готових виробів.

Результати SWOT-аналізу підтвердили перспективність упровадження розробленої технології у виробничу практику.

Основними перевагами є функціональна спрямованість продукції, відповідність сучасним тенденціям здорового харчування та можливість позиціонування у спеціалізованому сегменті ринку. Водночас визначено необхідність подальшої оптимізації технологічних параметрів і проведення експериментальної апробації.

Практичне значення виконаної роботи полягає у можливості використання запропонованих рецептур і технологічних рекомендацій на підприємствах харчової промисловості, у закладах громадського харчування, а також у навчальному процесі під час підготовки фахівців харчового профілю.

Перспективами подальших досліджень у даному напрямі є проведення експериментальних випробувань у виробничих умовах, вивчення впливу різних способів підготовки насіння льону на якість продукції, а також розширення асортименту безглютенових кексових виробів із використанням інших функціональних інгредієнтів.

Таким чином, мету дипломної роботи досягнуто, а поставлені завдання виконано у повному обсязі. Отримані результати підтверджують доцільність використання насіння льону у технології безглютенових кексів та обґрунтовують перспективність подальшого розвитку даного напрямку.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бал-Пругтовський О. В. Технологія борошняних кондитерських виробів : навч. посіб. – Київ : Кондор, 2018. – 356 с.
2. Бойко В. М., Кравченко Л. О. Функціональні харчові продукти : теорія і практика. – Харків : ХДУХТ, 2019. – 284 с.
3. Васильєва О. С. Основи здорового харчування. – Київ : Медицина, 2020. – 212 с.
4. Гавриш О. М. Технологія безглютенових виробів. – Львів : Світ, 2021. – 198 с.
5. Григоренко І. П., Сидоренко Н. В. Харчова цінність і безпечність продуктів. – Київ : Ліра-К, 2017. – 264 с.
6. Дудник І. В. Харчові волокна у технології борошняних виробів. – Харків : ХДУХТ, 2019. – 176 с.
7. Жукова Т. О., Мельник О. П. Використання рослинної сировини у кондитерському виробництві. – Київ : НУХТ, 2020. – 214 с.
8. Капліна Т. В. Технологія дієтичних і лікувально-профілактичних продуктів. – Київ : НУХТ, 2018. – 240 с.
9. Кравченко Л. О., Бойко В. М. Сучасні тенденції розвитку функціонального харчування // Харчова промисловість. – 2021. – № 4. – С. 25–31.
10. Левицький А. П. Основи раціонального харчування. – Київ : Здоров'я, 2016. – 192 с.
11. Мазур Л. М. Хімічний склад та біологічна цінність насіння льону. – Вінниця : ВНТУ, 2019. – 156 с.
12. Мельник О. П. Технологія кексових виробів. – Львів : Магнолія, 2017. – 184 с.
13. Міненко С. І. Якість та безпечність харчових продуктів. – Харків : Факт, 2020. – 268 с.

14. Науменко В. О. Безглютенові продукти: сучасний стан та перспективи // Вісник НУХТ. – 2022. – № 2. – С. 45–52.
15. Паламарчук І. М. Харчова хімія. – Київ : НУХТ, 2018. – 320 с.
16. Петренко С. В. Технологія функціональних кондитерських виробів. – Одеса : Астропринт, 2021. – 210 с.
17. Романюк Л. В. Біологічно активні речовини у харчуванні людини. – Київ : Академвидав, 2019. – 230 с.
18. Соколова Н. В. Цукрозамінники у харчовій промисловості. – Харків : Основа, 2020. – 164 с.
19. Codex Alimentarius Commission. Standard for Foods for Special Dietary Use for Persons Intolerant to Gluten. – Rome, 2019.
20. FAO/WHO. Report on Gluten-Free Products and Functional Foods. – Geneva, 2021.