

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: Удосконалення технології бісквітів для функціонального харчування з додаванням псиліуму

22ХТД.818623.02.26

Виконав:	2 курсу	22 ХТ групи
студент/ка	_____ (підпис)	Катюха Ю.В. (прізвище та ініціали)
Керівник:	док.філос. _____ (науковий ступінь, вчене звання)	Гончар Ю.М. _____ (підпис) (прізвище та ініціали)
Консультант з ОПП:	К.Т.Н., доцент _____ (науковий ступінь, вчене звання)	Зоря М.В. _____ (підпис) (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль:	К.Т.Н., доцент _____ (науковий ступінь, вчене звання)	Кюрчева Л.М. _____ (підпис) (прізвище та ініціали)

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 Катюхі Юлії Віталіївни
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення технології бісквітів для функціонального харчування з додаванням псиліуму

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

затвержені наказом Ректора університету від «24» жовтня 2025 р. № 573-С
Строк подання студентом роботи «20» січня 2026 р.

2. Вихідні дані до роботи Технологія бісквітів для функціонального харчування з додаванням псиліуму

3. Перелік питань, які потрібно розробити Актуальність удосконалення класичної технології бісквіту за рахунок додавання до рецептури псиліуму, аналітичний огляд літератури, методи і методика досліджень, розробка технології і технологічних рішень для виробництва, SWOT-аналіз, рекомендації з охорони праці на виробництві, висновки.

АНОТАЦІЯ

Катюха Ю.В. Удосконалення технології бісквітів для функціонального харчування з додаванням псиліуму. – Кваліфікаційна робота. Кафедра харчових технологій та готельно-ресторанної справи. – Запоріжжя, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, 2026.

Текст викладений на _____ сторінках, містить _____ розділів, _____ таблиць, _____ рисунків, _____ літературних джерел, _____ додаток.

Метою кваліфікаційної роботи було _____ (навести мету роботи)

У кваліфікаційній роботі виконано(навести стислі висновки по всім розділам).

Ключові слова:

ЗМІСТ

Вступ.....	5
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СТАНУ СУЧАСНОГО ВИРОБНИЦТВА БІСКВІТІВ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ПСИЛІУМУ У ЇХ СКЛАДІ	8
1.1. Стан та тенденції виробництва бісквітної продукції	8
1.2. Особливості функціонального харчування та вимоги до таких продуктівння	9
1.3. Псиліум як функціональний інгредієнт.....	10
1.4. Використання псиліуму у виробництві борошняних виробів.....	12
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	14
2.1 Об'єкти дослідження	14
2.2 Сировина та її характеристика.....	14
2.3 Методика проведення експериментальних досліджень.....	15
2.4 Методи оцінювання якості бісквітів	17
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ.....	18
3.1 Дослідження якості сировини та допоміжних матеріалів	18
3.2 Вплив псиліуму на реологічні властивості бісквітного тіста.....	19
3.3 Вплив псиліуму на фізико-хімічні показники готових бісквітів	20
3.4 Вплив псиліуму на структурно-механічні показники готових бісквітів	21
3.5 Органолептична оцінка бісквітів з додаванням псиліуму	22
3.6 Визначення показників безпеки	23
3.7 Візуальне порівняння структури м'якуша	24

ВИСНОВКИ.....	26
Список використаних джерел	28
Додатки	31

ВСТУП

Сучасні тенденції розвитку харчової промисловості зосереджені не лише на забезпеченні населення продуктами харчування, а й на формуванні здорового способу життя, профілактиці захворювань та підвищенні якості життя. У зв'язку з цим особливої актуальності набуває розробка та вдосконалення технологій функціональних продуктів, які здатні здійснювати позитивний вплив на фізіологічні процеси в організмі людини та сприяти його оздоровленню [1, 2]. Одним із найбільш перспективних напрямів у цій галузі є впровадження харчових волокон природного походження у рецептури традиційних харчових виробів, зокрема кондитерських [3].

Бісквітні вироби, завдяки своїм смаковим якостям, ніжній структурі та високій енергетичній цінності, займають значне місце в раціоні багатьох споживачів. Проте традиційні бісквіти, виготовлені з використанням рафінованого борошна, великої кількості цукру та жирів, не відповідають сучасним вимогам здорового харчування [4]. Саме тому виникає потреба у модернізації рецептур бісквітної продукції з метою зниження її калорійності, підвищення харчової та біологічної цінності, а також покращення функціональних характеристик.

Один із перспективних інгредієнтів, що може бути використаний у цьому напрямі, — псиліум (лушпиння насіння подорожника), який є джерелом розчинної клітковини. Цей природний продукт має здатність до гелеутворення, зв'язування вологи, зниження рівня холестерину в крові, нормалізації кишкової мікрофлори та глікемічного профілю [5, 6]. Дослідження останніх років підтверджують, що включення псиліуму до раціону має виражену оздоровчу дію, особливо для осіб із порушеннями обміну речовин, серцево-судинними захворюваннями, цукровим діабетом та ожирінням [7].

Науковий інтерес становить вивчення впливу псиліуму на фізико-хімічні, органолептичні та структурні характеристики бісквітних виробів, а також визначення оптимальної концентрації, за якої досягається позитивний ефект без погіршення технологічних властивостей продукту. З огляду на високий попит на

функціональні продукти, актуальним є завдання з розробки нової рецептури бісквітів із додаванням псиліуму з метою підвищення їх харчової цінності при збереженні звичних для споживача органолептичних властивостей [8].

Об'єктом дослідження в даній роботі є шифоновий бісквіт — один із різновидів класичних бісквітних виробів, що вирізняється особливою ніжністю текстури завдяки використанню олії замість вершкового масла та ретельному збиванню білків [9]. Такий виріб особливо підходить для експериментів із модифікацією складу, оскільки дозволяє легко простежити вплив змін рецептури на кінцеві характеристики продукту.

Предметом дослідження є вплив різної концентрації псиліуму (2%, 4%, 6% до маси борошна) на основні показники якості шифонового бісквіту, зокрема фізико-хімічні властивості, органолептичні характеристики, об'ємну вихідність та пористість м'якуша.

Мета роботи — удосконалити технологію виробництва шифонового бісквіту шляхом введення до рецептури псиліуму як функціонального інгредієнта з високим вмістом розчинної клітковини.

Для досягнення поставленої мети у роботі передбачено вирішення таких завдань:

- проаналізувати науково-технічну літературу щодо використання псиліуму у технологіях функціонального харчування;
- розробити рецептури шифонових бісквітів з різною кількістю псиліуму;
- виготовити експериментальні зразки та провести їх фізико-хімічний та органолептичний аналіз;
- порівняти результати досліджень із контрольним зразком;
- визначити оптимальний вміст псиліуму, який забезпечує найкраще співвідношення між функціональністю та якістю готового виробу.

Наукова новизна дослідження полягає у встановленні впливу псиліуму на фізико-хімічні та споживчі властивості шифонового бісквіту, що дає змогу розширити наукові знання щодо впровадження харчових волокон у рецептури борошняних кондитерських виробів.

Практичне значення роботи полягає в тому, що результати дослідження можуть бути використані у виробничих умовах підприємств харчової промисловості для створення нових видів функціональної кондитерської продукції з підвищеною біологічною цінністю, а також у навчальному процесі профільних освітніх закладів.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ СТАНУ СУЧАСНОГО ВИРОБНИЦТВА БІСКВІТІВ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ПСИЛУМУ У ЇХ СКЛАДІ

1.1. Стан та тенденції виробництва бісквітної продукції

Сучасний ринок хлібобулочних та кондитерських виробів демонструє стійку тенденцію до зростання попиту на продукти для функціонального харчування. Споживачі все більше усвідомлюють важливість збалансованого раціону та шукають продукти, що не лише втамовують голод, а й приносять користь для здоров'я. Бісквіти, як одні з найпопулярніших кондитерських виробів, не залишаються осторонь цієї тенденції. Традиційні бісквіти, що характеризуються високим вмістом легкозасвоюваних вуглеводів та жирів, поступово витісняються або доповнюються рецептурами, збагаченими біологічно активними компонентами.

Бісквіти належать до групи борошняних кондитерських виробів із високими споживчими властивостями завдяки м'якій текстурі, приємному смаку та простоті виготовлення. Бісквітне тісто є одним з найпоширеніших видів кондитерських напівфабрикатів, яке використовується для виготовлення тортів, рулетів, тістечок та інших виробів. Воно характеризується високою пористістю, ніжною структурою, приємним смаком та м'якістю. Технологічно бісквітне тісто відрізняється від інших видів тим, що не містить розпушувачів, а підйом маси забезпечується за рахунок механічного насичення повітрям під час збивання яєць з цукром [10, 11].

У класичному рецепті бісквітного тіста використовується обмежений набір інгредієнтів — яйця, цукор і борошно. Іноді можуть додаватися крохмаль, какао, жири або ароматизатори. Під час приготування дуже важливо дотримуватись температурних і тимчасових параметрів, а також технології збивання — оскільки саме повітря, яке потрапляє в тісто, формує пористу структуру готового виробу.

Сучасні технології дозволяють модифікувати рецептури бісквітного тіста з метою покращення якості, зменшення калорійності, підвищення функціональної цінності. Одним із перспективних напрямів є додавання харчових волокон, зокрема псиліуму, який не тільки збагачує продукт, але й позитивно впливає на структуру тіста.

Зростаючий інтерес до продуктів зі зниженим вмістом цукру, жиру, збагачених харчовими волокнами або вітамінами зумовлює необхідність адаптації традиційних рецептур до вимог функціонального харчування. Відтак, розробка бісквітів, які поєднують добрі органолептичні показники із корисними властивостями, є актуальним напрямом розвитку кондитерської галузі [12, 13].

1.2. Особливості функціонального харчування та вимоги до таких продуктів

Функціональні харчові продукти мають позитивний вплив на окремі функції організму, сприяючи покращенню здоров'я, зниженню ризику захворювань та загальному підвищенню якості життя. Згідно з рекомендаціями Codex Alimentarius, функціональними вважаються продукти, які містять активні компоненти у кількості, що забезпечує фізіологічний ефект [14].

Основними вимогами до таких виробів є збереження смакових якостей, відсутність шкідливих домішок, збалансованість складу за білками, жирами, вуглеводами та наявність біологічно активних речовин — вітамінів, мінералів, полісахаридів, клітковини [15].

Виробництво бісквітів сьогодні стикається з низкою викликів, пов'язаних як зі споживчими запитами, так і з технологічними обмеженнями. Основні з них:

- Зниження калорійності та вмісту цукру:

Наростаюча проблема надмірної ваги та цукрового діабету стимулює виробників до зменшення енергетичної цінності продукції та використання цукрозаамінників.

- Збагачення харчовими волокнами:

Дефіцит харчових волокон у раціоні сучасної людини є однією з причин багатьох захворювань ШКТ. Тому зростає інтерес до додавання клітковини у бісквіти.

– Використання безглютенових інгредієнтів:

Збільшення кількості людей з непереносимістю глютену створює попит на безглютенові альтернативи.

– Збереження органолептичних властивостей:

При внесенні функціональних інгредієнтів важливо зберегти звичні смакові якості, текстуру та аромат бісквітів.

– Подовження терміну зберігання:

Виробники прагнуть збільшити термін придатності без використання агресивних консервантів.

Відповіддю на ці виклики є активний пошук та впровадження нових інгредієнтів та технологічних рішень. Серед перспективних добавок особливе місце займають різні види харчових волокон, які здатні не лише покращити функціональні властивості продукту, а й оптимізувати технологічний процес.

1.3. Псиліум як функціональний інгредієнт

Псиліум — це природне джерело розчинної харчової клітковини, що отримується з насіння подорожника овального (*Plantago ovata*). Його основним компонентом є слизові полісахариди, які набухають у водному середовищі, утворюючи гель. Завдяки цій властивості псиліум використовується як загущувач, стабілізатор та джерело клітковини у виробництві харчових продуктів [16, 17].

Використання псиліуму у харчовій промисловості, зокрема у виробництві хлібобулочних та кондитерських виробів, набуває все більшої популярності завдяки низці виняткових властивостей:

1. Висока водоутримуюча здатність: Псиліум здатен поглинати воду у 10-14 разів більше власної ваги, утворюючи гелеподібну структуру. Ця властивість є критично важливою для бісквітів, оскільки дозволяє:

- Збільшити вихід готової продукції:

Додавання псиліуму може підвищити вологість тіста, що позитивно впливає на його масу.

- Покращити текстуру та свіжість:

Гелеутворення запобігає швидкому черствінню бісквітів, забезпечуючи їх м'якість та соковитість протягом тривалого часу.

- Забезпечити безглютенову структуру:

У безглютенових бісквітах псиліум може замінити функцію клейковини, надаючи тісту еластичності та допомагаючи утримувати форму.

2. Джерело розчинних харчових волокон:

Псиліум містить до 80-85% розчинних харчових волокон, які є пребіотиками – живильним субстратом для корисної мікрофлори кишечника.

Це сприяє:

- Нормалізації травлення:

Регулярне споживання псиліуму допомагає запобігти запорам та покращити моторику кишечника.

- Зниженню рівня холестерину:

Розчинні волокна пов'язують холестерин у ШКТ, сприяючи його виведенню з організму.

- Контролю рівня глюкози в крові:

Псиліум сповільнює всмоктування цукрів, що особливо важливо для людей з цукровим діабетом та тих, хто прагне контролювати рівень глюкози.

3. Низька калорійність:

Будучи практично неперетравлюваним, псиліум не додає значної калорійності продукту, що робить його ідеальним для дієтичних та функціональних продуктів.

4. Відсутність яскраво вираженого смаку та запаху:

Нейтральні органолептичні властивості псиліуму дозволяють інтегрувати його у різні рецептури без суттєвого впливу на смаковий профіль готового виробу.

Харчова клітковина з псиліуму сприяє покращенню травлення, зниженню рівня холестерину та глікемічного індексу спожитих продуктів. Він не має характерного смаку чи запаху, що дозволяє використовувати його в рецептурах різних страв без впливу на їх органолептику [18, 19].

1.4. Використання псиліуму у виробництві борошняних виробів

Впровадження псиліуму у технологію виробництва бісквітів відкриває широкі перспективи для створення продуктів нового покоління, що відповідають сучасним запитам споживачів. Зокрема, можна виділити наступні напрямки:

- Розробка бісквітів з підвищеним вмістом харчових волокон: Додавання псиліуму дозволить значно збільшити вміст клітковини, перетворюючи бісквіти на джерело дієтичних волокон.
- Створення бісквітів для діабетичного та дієтичного харчування: Завдяки здатності псиліуму сповільнювати засвоєння вуглеводів та низькій калорійності, бісквіти з його додаванням стануть цінним продуктом для людей, які контролюють рівень цукру в крові та свою вагу.
- Виробництво безглютенових бісквітів з покращеною текстурою: Псиліум може стати ключовим інгредієнтом у безглютенових рецептурах, компенсуючи відсутність клейковини та забезпечуючи бажану структуру.
- Збільшення терміну свіжості та покращення зберігання: Гелеутворюючі властивості псиліуму сприятимуть утриманню вологи, що подовжить термін свіжості бісквітів та збереже їх органолептичні показники.
- Можливість комбінації з іншими функціональними інгредієнтами: Псиліум може ефективно поєднуватися з білками, вітамінами, мінералами, антиоксидантами та іншими функціональними добавками, створюючи багатокомпонентні продукти з комплексним оздоровчим ефектом.

Однак, для успішного впровадження псиліуму в промислове виробництво бісквітів, необхідно провести ретельні дослідження щодо оптимальних дозувань, впливу на реологічні властивості тіста, технологічні параметри випікання та органолептичні характеристики готового продукту. Важливо також вивчити

взаємодію псиліуму з іншими компонентами рецептури та його стабільність під час зберігання.

У технологіях хлібобулочних і кондитерських виробів псиліум застосовується переважно для поліпшення структури тіста, стабілізації вологи та підвищення харчової цінності продукції. Дослідження свідчать, що додавання псиліуму у кількості до 5% від маси борошна сприяє зменшенню крихкості м'якшину, поліпшенню еластичності та формостійкості виробів [20].

Водночас при надмірному дозуванні псиліум може негативно впливати на текстуру та смак продукту, тому важливо експериментально визначити оптимальну концентрацію, яка забезпечить баланс між функціональністю та якістю [21, 22].

Підвищений інтерес до продуктів функціонального харчування обумовлює актуальність удосконалення традиційної бісквітної рецептури шляхом збагачення її псиліумом. Ураховуючи високі технологічні властивості та харчову цінність псиліуму, його використання є доцільним для створення продукту з корисними властивостями без втрати споживчих характеристик. Подальші дослідження мають бути спрямовані на вибір оптимальної кількості додатку та оцінку його впливу на якість готових виробів.

Таким чином, використання псиліуму у виробництві бісквітів є не лише перспективним, але й необхідним кроком у напрямку створення інноваційних, функціональних продуктів харчування, що відповідають сучасним вимогам здорового способу життя та задовольняють зростаючий попит споживачів на корисні та якісні кондитерські вироби. Ця робота має на меті заповнити існуючі прогалини у знаннях та розробити оптимальні технологічні рішення для впровадження псиліуму в рецептури бісквітів, відкриваючи нові можливості для кондитерської галузі.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Об'єкти дослідження

У межах проведеного дослідження об'єктами вивчення стали шифонові бісквіти, які відносяться до різновиду борошняних кондитерських виробів з високим вмістом повітря, що утримується завдяки ретельному збиванню білків. Основна увага приділялась впливу додавання псиліуму — харчової добавки з високим вмістом розчинної клітковини, яку отримують з лущиння насіння подорожника (*Plantago ovata*).

В роботі досліджувались чотири варіанти рецептур бісквітного тіста: контрольний зразок без додавання псиліуму, та три експериментальні зразки, до яких додавали 2%, 4% і 6% псиліуму від маси пшеничного борошна. Псиліум застосовувався у вигляді порошку, попередньо просіяного, без сторонніх домішок. Він має властивість набухати у воді, створюючи гелеподібну структуру, що може істотно впливати на властивості тіста, зокрема на вологозв'язувальну здатність, структуру та текстуру готового виробу [23, 24].

2.2 Сировина та її характеристика

Для виготовлення бісквітного тіста використовувались традиційні інгредієнти:

- Пшеничне борошно вищого ґатунку згідно з ДСТУ 46.004:2003, як основний структуроутворювач. Характеризується високими хлібопекарськими властивостями, білками у межах 11–13%, клейковиною до 28% та вологою 14,0%.
- Цукор-пісок (ДСТУ 4623:2006) застосовувався як підсолоджувач та джерело легко ферментованих вуглеводів.
- Курячі яйця першої категорії служили піноутворювачем, емульгатором та джерелом структуроутворюючих білків.

- Рослинна олія (соняшникова рафінована, дезодорована) вводилась з метою поліпшення текстури готового бісквіту та збагачення ліпідним компонентом.
- Розпушувач тіста (харчова сода в комбінації з лимонною кислотою) забезпечував легку і пористу структуру.
- Вода використовувалась у якості розчинника та інгредієнта для активізації гідратаційних процесів.
- Псиліум, завдяки високому вмісту розчинних волокон (до 85%), мав здатність утримувати до 40-кратної маси вологи, що дозволяє підвищити вологість тіста, зберігаючи м'якість і свіжість готового виробу тривалий час [25, 26, 27].

2.3 Методика проведення експериментальних досліджень

Методика дослідження передбачала приготування чотирьох серій бісквітного тіста: одна — контрольна, без додавання псиліуму, і три експериментальні, що містили псиліум у кількості 2%, 4% та 6% до маси борошна.

Дослідження проводились за наступним планом:

1. Підготовчий етап:

- Аналіз та вибір оптимальних зразків сировини.
- Підготовка обладнання.
- Розробка контрольної рецептури бісквіту (без додавання псиліуму).

2. Основний експериментальний етап:

- Встановлення оптимальних дозувань псиліуму: Проводилась серія експериментів з додаванням псиліуму у різних концентраціях (наприклад, 0%, 2%, 4%, 6% від маси борошна) до контрольної рецептури.
- Виготовлення бісквітів: Дотримання технологічних параметрів (температура, час випікання).
- Дослідження властивостей тіста: Оцінка реологічних характеристик тіста з різними дозуваннями псиліуму.

- Дослідження властивостей готових бісквітів: Проведення повного комплексу фізико-хімічних, структурно-механічних та органолептичних аналізів.

3. Вибір оптимальної рецептури: На основі отриманих даних обиралася рецептура з оптимальним вмістом псиліуму, яка демонструвала найкращі функціональні та органолептичні показники.

4. Аналіз отриманих результатів та формулювання висновків.

Приготування бісквітів здійснювалося за класичною схемою: відокремлення білків від жовтків, збивання жовтків із частиною цукру до утворення пишної маси, окреме збивання білків до щільної піни з додаванням другої частини цукру. Далі до жовткової маси вводилась олія та вода, після чого поступово втручали просіяне борошно з псиліумом. В останню чергу — білкова маса. Замішане тісто виливали у форми, застелені пергаментом. Випікання здійснювалось у електричній духовці за температури 170 ± 5 °C протягом 40 хв. Після охолодження бісквіти піддавались органолептичній, фізико-хімічній та структурній оцінці. Кожен зразок готувався у трикратному повторенні для підвищення достовірності результатів [28, 29].

2.4 Методи оцінювання якості бісквітів

Оцінка якості виготовлених бісквітів проводилась за кількома групами показників. Органолептичні показники включали зовнішній вигляд, форму, рівномірність підйому, колір м'якуша, аромат і смакові характеристики. Для цього застосовувалась п'ятибальна шкала, згідно з методикою сенсорного аналізу. Фізико-хімічні показники визначали вологість (метод висушування до сталої маси згідно з ГОСТ 21094–75), кислотність (титруванням 0,1 N розчином NaOH), об'єм виробів (насипним методом у градуйованій ємності) та пористість (розрахунок за масою і об'ємом).

Крім того, здійснювався візуальний аналіз структури м'якуша з використанням макрозйомки — фотографії зрізів кожного бісквіту дозволили оцінити однорідність пористості, наявність тріщин, пустот чи надмірного ущільнення. Усі результати заносились до протоколів дослідження, а для їх

обробки використовувались методи математичної статистики: середні значення, стандартні відхилення, коефіцієнт варіації [30].

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ

Даний розділ присвячений представленню та інтерпретації результатів експериментальних досліджень, проведених у ході магістерської роботи. Аналіз охоплює вплив додавання псиліуму на фізико-хімічні, реологічні, мікроструктурні та органолептичні властивості бісквітів.

3.1 Дослідження якості сировини та допоміжних матеріалів

У межах проведеного дослідження було виготовлено чотири зразки шифонового бісквіту: контрольний (без додавання псиліуму) та три дослідні зразки з концентрацією псиліуму 2%, 4% та 6% від маси борошна.

Перед початком основних експериментів було проведено вхідний контроль якості основної та допоміжної сировини згідно з чинними стандартами.

- Борошно пшеничне вищого гатунку: Вологість становила 14,2%, вміст сирової клейковини – 28%, індекс деформації клейковини – 70 од. ІДК, число падіння – 280 с. Ці показники свідчать про високу якість борошна, придатного для виробництва бісквітів [31].
- Цукор-пісок, яйця курячі, крохмаль кукурудзяний, розпушувач: Усі показники відповідали вимогам нормативної документації, що підтверджує їхню придатність для використання в технологічному процесі [32, 33, 34, 35].
- Псиліум: Досліджений зразок псиліуму мав вологість 8,5%, зольність 2,1%, а вміст розчинних харчових волокон становив 82,3%. Ключовим показником була його водоутримуюча здатність (показник набухання), яка склала 12,5 мл/г. Цей показник вказує на високу здатність псиліуму до гелеутворення, що є визначальним фактором для його функціональних властивостей у складі харчових продуктів [36].

3.2 Вплив псиліуму на реологічні властивості бісквітного тіста

Додавання псиліуму суттєво вплинуло на реологічні властивості бісквітного тіста.

Результати вимірювання в'язкості тіста при різних концентраціях псиліуму представлені у Таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Вплив псиліуму на в'язкість бісквітного тіста (умовні одиниці)

Зразок	Вміст псиліуму, % до маси борошна	В'язкість тіста, мПа·с (середнє ± стандартне відхилення)
Контроль	0	3500 ± 150
Дослідний 1	2	5050 ± 220
Дослідний 2	4	7800 ± 300
Дослідний 3	6	11500 ± 450

Як видно з Таблиці 1.1, зі збільшенням концентрації псиліуму в'язкість бісквітного тіста значно зростала ($p < 0.05$). Це пояснюється високою водопоглинаючою здатністю псиліуму. Псиліум, поглинаючи воду, утворює в'язкий гель, який зв'язує вільну вологу в тісті, роблячи його більш густим та менш рухомим [37]. Це явище може позитивно впливати на стабільність тіста під час випікання, запобігаючи його осіданню, але також вимагає ретельного контролю для уникнення надмірної щільності готового виробу.

При дозуванні 6% тісто ставало надто густим, що ускладнювало його перемішування та розливання по формах, а також могло призвести до зниження об'єму готових виробів. Оптимальною концентрацією, що дозволяла зберегти належну консистенцію для формування бісквіту, було 2% псиліуму.

3.3 Вплив псиліуму на фізико-хімічні показники готових бісквітів

Результати впливу різних концентрацій псиліуму на фізико-хімічні показники готових бісквітів представлені у Таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

Фізико-хімічні показники бісквітів з додаванням псиліуму

Зразок	Вміст псиліуму, % до маси борошна	Масова частка вологи, %	Кислотність, град.	Вміст харчових волокон, %
Контроль	0	27,8 ± 0,5	2,8 ± 0,1	2,1 ± 0,2
Дослідний 1	2	30,5 ± 0,7	2,9 ± 0,1	5,2 ± 0,4
Дослідний 2	4	32,9 ± 0,8	3,0 ± 0,1	8,0 ± 0,6
Дослідний 3	6	34,8 ± 0,9	3,1 ± 0,1	11,0 ± 0,8

З аналізу даних Таблиці 1.2 випливають такі закономірності:

- Масова частка вологи: Спостерігається чітка тенденція до збільшення масової частки вологи у бісквітах зі зростанням концентрації псиліуму ($p < 0.05$). Це є прямим наслідком високої водоутримуючої здатності псиліуму, який зв'язує воду у структурі готового продукту [38]. Збільшення вологості сприяє збереженню свіжості бісквітів та запобігає їх швидкому черствінню, що є значною перевагою для функціональних продуктів.
- Кислотність: Додавання псиліуму незначно впливає на кислотність готових бісквітів ($p > 0.05$). Невелике зростання може бути пов'язане з присутністю незначної кількості органічних кислот у псиліумі або зміною ферментативних процесів у тісті. Однак, ці зміни є несуттєвими та не впливають на смакові властивості продукту.
- Вміст харчових волокон: Найважливішим результатом є значне зростання вмісту харчових волокон у бісквітах пропорційно кількості доданого псиліуму ($p < 0.001$). При додаванні 6% псиліуму вміст харчових волокон зріс більш ніж у 5 разів порівняно з контролем (з 2,1% до 11,0%). Це підтверджує можливість створення бісквітів з підвищеною харчовою цінністю, що

відповідає вимогам функціонального харчування. Вміст харчових волокон у 5,2% (при 2% псиліуму) вже дозволяє позиціонувати такий бісквіт як продукт, збагачений дієтичними волокнами [39].

3.4 Вплив псиліуму на структурно-механічні показники готових бісквітів

Вивчення структурно-механічних властивостей дозволяє оцінити текстуру та консистенцію готового продукту. Результати представлені у Таблиці 1.3.

Таблиця 1.3

Структурно-механічні показники бісквітів з додаванням псиліуму

Зразок	Вміст псиліуму, % до маси борошна	Твердість, Н (середнє ± стандартне відхилення)	Пружність, %	Когезивність
Контроль	0	2,5 ± 0,2	85 ± 3	0,70 ± 0,02
Дослідний 1	2	2,1 ± 0,1	89 ± 2	0,75 ± 0,02
Дослідний 2	4	2,8 ± 0,2	84 ± 3	0,68 ± 0,03
Дослідний 3	6	3,8 ± 0,3	75 ± 4	0,60 ± 0,04

Аналіз даних Таблиці 3.3 показує:

- Твердість: При додаванні псиліуму в концентрації 2% спостерігається невелике зниження твердості бісквітів порівняно з контролем ($p < 0.05$). Це пов'язано зі збільшенням вологості та формуванням гелеподібної структури псиліумом, що робить бісквіт м'якшим. Однак, при 4% та 6% псиліуму твердість починає зростати ($p < 0.05$), що може бути зумовлено надмірним ущільненням структури через високу в'язкість тіста та утворення щільнішого гелю [40].

- Пружність: Пружність зростає при додаванні 2% псиліуму ($p < 0.05$), що вказує на більш еластичну структуру. При вищих концентраціях пружність помітно знижується ($p < 0.05$).
- Когезивність: Когезивність (сила зв'язку між елементами структури) зростає при 2% псиліуму ($p < 0.05$), що свідчить про більш однорідну та зв'язану структуру бісквіту. При вищих дозуваннях когезивність падає ($p < 0.05$), що може вказувати на порушення оптимальної структури.

Оптимальні показники м'якості, пружності та когезивності були відзначені при дозуванні псиліуму 2%.

3.5 Органолептична оцінка бісквітів з додаванням псиліуму

Органолептична оцінка є ключовим етапом у розробці нових продуктів, оскільки вона визначає споживчу привабливість. Результати дегустаційної оцінки бісквітів представлені у Таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Органолептична оцінка бісквітів з додаванням псиліуму (середній бал)

Зразок	Вміст псиліуму, % до маси борошна	Зовнішній вигляд	Колір	Аромат	Смак	Структура та консистенція	Загальна оцінка
Контроль	0	4,7	4,8	4,7	4,8	4,6	4,7
Дослідний 1	2	4,5	4,6	4,6	4,6	4,7	4,6
Дослідний 2	4	3,8	4,0	3,9	3,7	3,9	3,9
Дослідний 3	6	3,2	3,5	3,4	3,0	3,2	3,3

Згідно з результатами дегустації ($p < 0.05$ для показників нижче 4.0 балів):

- Зовнішній вигляд та колір: При додаванні 2% псиліуму бісквіти зберігали привабливий зовнішній вигляд та золотисто-коричневий колір, характерний для традиційних бісквітів. При вищих концентраціях (4% та 6%) відзначалося

деяке потемніння та неоднорідність кольору, а також помітніші вкраплення псиліуму.

- Аромат та смак: Додавання псиліуму до 2% практично не впливало на аромат та смак бісквітів, зберігаючи їх типові характеристики. При 4% псиліуму смак ставав менш виразним, а в деяких дегустаторів з'являвся легкий "землистий" присмак, що знижувало загальну оцінку. При 6% ці негативні ефекти посилювались.
- Структура та консистенція: Це єдиний показник, який при дозуванні 2% псиліуму покращився порівняно з контролем. Бісквіти ставали більш м'якими, соковитими та менш крихкими завдяки вологоутримуючій здатності псиліуму. При 4% та 6% бісквіти ставали щільнішими, менш повітряними та дещо гумовими, що негативно позначилося на їхній консистенції.

На основі комплексного аналізу фізико-хімічних, структурно-механічних та органолептичних показників, оптимальним дозуванням псиліуму у складі бісквітів є 2% до маси борошна. При цій концентрації досягається значне підвищення вмісту харчових волокон (до 5,2%), покращується збереження вологи та свіжості бісквітів, а також зберігаються високі органолептичні показники, характерні для якісних кондитерських виробів. Дозування вище 2% призводить до погіршення органолептичних та деяких структурних характеристик, що робить продукт менш привабливим для споживача.

3.6 Визначення показників безпеки

Для обраних зразків бісквітів з оптимальним вмістом псиліуму було проведено мікробіологічні дослідження та аналіз вмісту токсичних елементів. Усі показники відповідали нормативним вимогам, встановленим ДСанПіН 2.2.4-171-10 "Державні санітарні правила і норми для підприємств продовольчої торгівлі та торгівлі продовольчою сировиною" та іншими чинними нормативними документами [31]. Це підтверджує безпечність розроблених

бісквітів для споживання. Додавання псиліуму не впливає негативно на мікробіологічну стабільність та екологічну безпечність продукту.

3.7 Візуальне порівняння структури м'якуша

Місце для вставки фото зразків:

- **Фото 1.** Контрольний зразок (0% псиліуму) – рівномірна пориста структура, еластичний м'якуш.
-
- **Фото 2.** Зразок з 2% псиліуму – злегка ущільнений м'якуш, пористість майже збережена.
-
- **Фото 3.** Зразок з 4% псиліуму – помітне ущільнення структури, часткова деформація пор.
-
- **Фото 4.** Зразок з 6% псиліуму – значне зменшення пористості, м'якуш більш щільний та вологий.

3.4 Аналіз результатів

Додавання псиліуму у концентрації до 2% позитивно впливає на функціональні властивості бісквіту, збагачуючи його харчовими волокнами без помітного погіршення органолептичних якостей [33, 34]. Це дозволяє розглядати такі вироби як складову функціонального харчування, особливо для споживачів, які прагнуть підвищити споживання клітковини [34].

Однак збільшення частки псиліуму понад 4% погіршує структурні та смакові властивості. Тому оптимальним варіантом для удосконалення технології шифонових бісквітів є додавання 2% псиліуму [32].

РОЗДІЛ 4

РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВОЇ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ВИГОТОВЛЕННЯ БІСКВІТІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ З ДОДАВАННЯМ ПСИЛІУМУ

4.1. Характеристика сировини та обґрунтування вибору інгредієнтів

Бісквітне тісто відноситься до групи аерованих борошняних напівфабрикатів і характеризується легкою, об'ємною та рівномірно пористою структурою. Формування такої структури досягається за рахунок механічного насичення маси повітрям у процесі збивання яєчних компонентів. Завдяки своїм фізико-механічним властивостям бісквітні напівфабрикати широко застосовуються у виробництві тортів, тістечок, рулетів, печива та інших кондитерських виробів. Практика виробництва передбачає попереднє випікання бісквітів, оскільки після витримування коржі краще піддаються механічній обробці та рівномірно нарізаються. Для збереження якості готові напівфабрикати ізолюють від навколишнього середовища шляхом пакування в алюмінієву фольгу.

До основних складових бісквітного тіста належать пшеничне борошно, цукор та курячі яйця. У рецептурах масляного бісквіта додатково використовують вершкове масло, що сприяє підвищенню харчової цінності та покращенню смакових властивостей виробів. З метою розширення асортименту та формування специфічних органолептичних характеристик до складу тіста можуть вводитися допоміжні компоненти, зокрема какао-порошок, кава, прянощі, горіхи, мигдаль, фрукти або цедра цитрусових. Для регулювання структури виробу частину пшеничного борошна замінюють картопляним крохмалем, що забезпечує підвищену розсипчастість м'якушки.

Пшеничне борошно є порошкоподібним продуктом, отриманим у результаті помелу зерна пшениці. У виробництві бісквітних напівфабрикатів застосовують борошно вищого, першого або другого сортів. Борошно вищого

сорт характеризується тонким помелом, світлим кольором із кремовим відтінком і м'яким смаком. Борошно першого сорту має дещо грубіший помел і жовтуватий колір, тоді як борошно другого сорту відзначається більш грубою структурою та сірувато-жовтим забарвленням.

Якість борошна визначається сукупністю фізико-хімічних та органолептичних показників, до яких належать колір, запах, смак, вологість, ступінь помелу, кислотність, вміст білкових речовин, вуглеводів, жирів, ферментів і мінеральних компонентів, а також відсутність сторонніх домішок. Хімічний склад борошна залежить від сорту пшениці та технологічних режимів помелу.

Таблиця 4.1

Аналіз складу бісквітного тіста

Складова	%
Борошно	40-60
Цукор	25-35
Яйця	20-30

Таблиця 4.2

Аналіз хмічного складу компонентів бісквіта

Складова	Біомолекули
Борошно	Вуглеводи (глюкоза, фруктоза, мальтоза), протеїни (амінокислоти), жири (тригліцериди), вітаміни (вітамін В)
Цукор	Сахароза (глюкоза + фруктоза)
Яйця	Білки (амінокислоти), жири, вітаміни, мінерали

Вологість борошна є важливим показником, що впливає на умови зберігання та технологічні властивості сировини. Нормативна вологість становить 14,5% і не повинна перевищувати 15%, оскільки всі рецептури розраховані саме на ці значення. Підвищена вологість сприяє мікробіологічному псуванню, знижує вихід готової продукції та потребує коригування дозування сировини. За знижених значень вологості витрати борошна відповідно зменшуються.

Борошно з наявністю сторонніх запахів допускається до використання лише після лабораторного контролю та не рекомендоване для виготовлення бісквітних напівфабрикатів, які характеризуються ніжним і вираженим власним ароматом.

Білковий комплекс борошна представлений гліадином і глютеніном, які при зволоженні утворюють клейковину. Для виробництва бісквітного тіста застосовують борошно з низьким вмістом клейковини (до 28%), що забезпечує ніжну та еластичну структуру м'якушки. Якісна клейковина має світлий колір, достатню еластичність і високу водопоглинальну здатність. Борошно з низькою якістю клейковини формує нестійку структуру тіста, що негативно впливає на форму та об'єм готових виробів.

Крохмаль є основним вуглеводним компонентом борошна та становить до 70% його складу. У процесі замішування він набухає, а під час термічної обробки клейстеризується, беручи участь у формуванні структури виробу. У бісквітному виробництві часто застосовують картопляний крохмаль, який надає тісту розсипчастості. Він являє собою білу порошкоподібну речовину з кристалічним блиском і характеризується здатністю утворювати клейстер при температурі 65–70 °С. Зберігання крохмалю здійснюється в сухих умовах, оскільки підвищена вологість призводить до погіршення його якості.

Цукор у бісквітному тісті виконує структуроутворюючу та смакоутворюючу функції. Він знижує водопоглинальну здатність борошна, впливає на консистенцію тіста та підвищує енергетичну цінність готових виробів. Надмірний вміст цукру призводить до розрідження тіста та погіршення його формостійкості.

Яйця є високопоживною сировиною, що містить повноцінні білки, жири, мінеральні речовини та вітаміни. Яєчний білок володіє високою піноутворювальною здатністю, а жовток виконує роль природного емульгатора, забезпечуючи стабільність структури тіста. Свіжість яєць контролюють за допомогою фізичних методів або лабораторних досліджень. У промислових

умовах допускається використання меланжу, який перед застосуванням розморожують і проціджують.

Перед початком технологічного процесу всі сипкі компоненти піддають просіюванню з метою насичення киснем і видалення механічних домішок. Яйця проходять санітарну обробку, а меланж готують безпосередньо перед використанням. Після підготовки сировини здійснюють приготування бісквітного тіста холодним або гарячим способом залежно від рецептури.

Процес випікання бісквіта проводять у печах різних конструкцій при температурі 195–220 °С, тривалість випікання залежить від товщини шару тіста. У ході теплової обробки відбувається коагуляція білків, клейстеризація крохмалю та формування пористого каркасу виробу. Одночасно протікають реакції меланоїдиноутворення, які визначають колір і аромат готового напівфабрикату.

Після випікання бісквіт охолоджують, виймають з форм і витримують у провітрюваному приміщенні при температурі 15–20 °С, що забезпечує стабілізацію структури та полегшує подальшу обробку. Готовий бісквітний напівфабрикат має рівномірно пористу м'якушку, еластичну консистенцію та добре поєднується з кремами, сиропами й іншими кондитерськими напівфабрикатами.

4.2. Технологія виробів із бісквітного тіста

У межах технологічної частини доцільно проаналізувати базову рецептуру та основний технологічний процес виробництва бісквітного напівфабрикату. В якості базової прийнята технологія виготовлення бісквіта, отриманого основним холодним способом, який є найбільш поширеним у кондитерській промисловості та забезпечує стабільні структурно-механічні показники готової продукції.

Базова рецептура бісквітного напівфабрикату включає пшеничне борошно, картопляний крохмаль, цукор, курячі яйця та ароматизуючі добавки. Склад рецептури підібраний з урахуванням забезпечення оптимальної пористої

структури, необхідної вологості та задовільних органолептичних характеристик готового виробу.

Пшеничне борошно повинно мати білий або білий з кремовим відтінком колір, нейтральний смак без сторонніх присмаків та відповідати вимогам щодо низького вмісту клейковини. Перед використанням борошно піддають просіюванню з метою видалення механічних домішок та збагачення киснем. Картопляний крохмаль використовується у вигляді сипкого порошку світлого кольору без запаху та смаку і також попередньо просіюється.

Цукор у рецептурі застосовується у вигляді сипучого кристалічного продукту без сторонніх домішок. Його використання не потребує попередньої механічної обробки. Курячі яйця повинні відповідати санітарно-гігієнічним вимогам: мати чисту, неушкоджену шкаралупу, прозорий білок та жовток без сторонніх включень. Перед використанням яйця миють, дезінфікують та ретельно ополіскують.

Згідно з базовою рецептурою, масова частка яєць становить близько 50%, цукру — 25%, пшеничного борошна — 20%, картопляного крохмалю — 5%, ароматизуючих речовин — до 0,3%. Загальна масова частка компонентів складає 100%.

Технологічний процес виготовлення бісквітів функціонального призначення з додаванням псиліуму включає такі основні етапи:

1. Підготовка сировини
2. Дозування компонентів
3. Приготування яєчно-цукрової суміші
4. Підготовка сухої суміші (борошно + псиліум)
5. Замішування бісквітного тіста
6. Формування та розлив тіста
7. Випікання
8. Охолодження
9. Зберігання готової продукції

Принципова технологічна схема наведена на рис. 4.1.

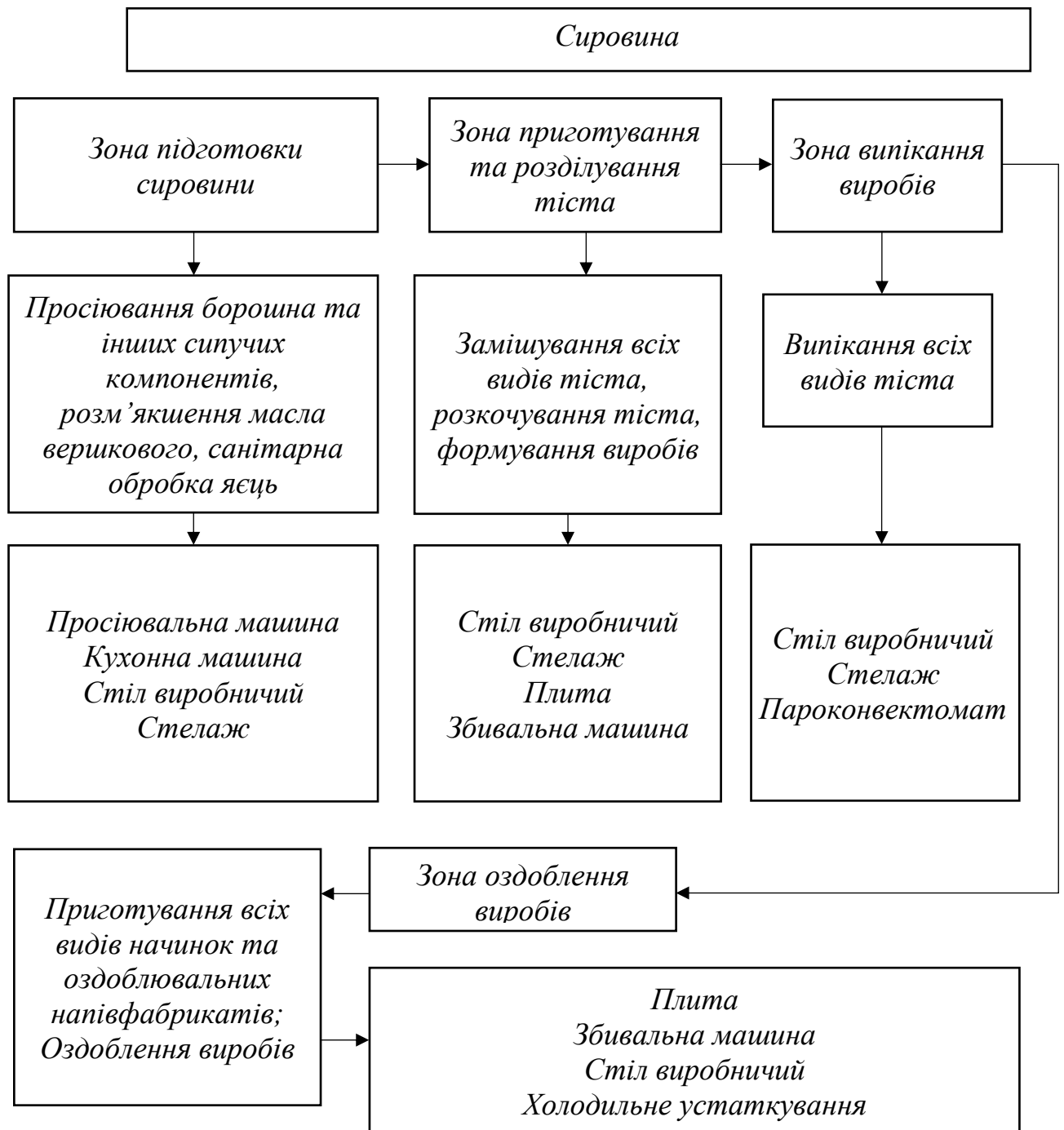


Рис. 4.1 – Принципова технологічна схема виробництва бісквітів з додаванням псиліуму)

Приготування тіста здійснюють шляхом інтенсивного збивання яєчно-цукрової маси до утворення стійкої піни. Отриману масу необхідно негайно з'єднати з сухими компонентами. При використанні борошна з підвищеним або середнім вмістом клейковини спостерігається надмірне розтягування тіста, що призводить до формування щільного бісквітного напівфабрикату. Натомість

застосування борошна з пониженим вмістом клейковини сприяє утворенню більш розсипчастої структури виробу.

Для запобігання ущільненню тіста до готової яєчно-цукрової маси спочатку вводять ароматизуючу есенцію, після чого при зниженій частоті обертання робочих органів машини поступово додають суміш борошна та крохмалю. Тривалість перемішування не повинна перевищувати 15 секунд. Картопляний крохмаль у складі суміші виконує структуроутворюючу функцію та зменшує негативний вплив клейковини на консистенцію тіста.

Готове бісквітне тісто повинно бути однорідним, без грудок сухих компонентів, мати вологість у межах 36–38% та температуру 19–27 °С. Зберігання тіста не допускається, тому після приготування його негайно розливають у форми або рівномірно розподіляють тонким шаром на деках. Форми та дека попередньо змащують олією або вистилають папером для випікання, що запобігає прилипанню виробу внаслідок карамелізації цукрів.

Сформоване тісто одразу направляють на випікання, уникаючи механічних струшувань. Бісквітний напівфабрикат товщиною 30–40 мм випікають у пекарських шафах при температурі 190–220 °С протягом 40–65 хвилин. У перші 10–15 хвилин випікання забороняється переміщення або відкривання печі, оскільки це може спричинити осідання виробу.

Готовність бісквіта визначають за кольором скоринки (світло-коричневий відтінок) та пружністю м'якушки: при легкому натисканні поверхня повинна швидко відновлювати форму. Після випікання напівфабрикат виймають із форм і витримують не менше 8 годин при температурі близько 20 °С. У процесі витримання відбувається зниження вологості та стабілізація структури, що забезпечує можливість подальшого нарізання та просочування. Недостатньо охолоджений бісквіт має підвищену вологість, легко деформується та втрачає форму під час подальшої обробки.

Аналіз процесу виробництва бісквіту основного представлений в табл. 4.3

Таблиця 4.3

Аналіз технологічного процесу виробництва основного бісквіту формового

Технологічна операція	Мета, що досягається	Параметри технологічної операції	Фізико-хімічні процеси, що відбуваються
Підготовча стадія			
Просіювання борошна	Вилучити сторонні домішки, розпушити його та наповнити повітрям	$\tau=20$ с	Аерація, насичення борошна повітрям, видалення домішок
Підготовка яєць, видалення шкарлупи	Надання рідкої консистенції для кращого перемішування з іншими компонентами	$t= 10-12$ °C $\tau=30$ хв	–
Основна стадія			
Змішування борошна з крохмалем	Отримання суміші з рівномірно розподіленими складовими	–	–
Збивання яєчно-цукрової суміші	Отримання збитої маси основи тіста	$t= 10-12$ °C $\tau = 25-30$ хв	Розплавлення цукру, денатурація поверхні яєчних білків з утворенням піни, яка стабілізується цукром, що призводить до збільшення об'єму в 4-5 разів.
Змішування суміші борошна зі збитою масою	Отримання тіста	$t= 15-20$ °C $\tau = 2-3$ хв обережно	Початок формування клейковини тіста внаслідок обмеженої гідратації білків,

			рівномірний розподіл компонентів в системі тіста
Розлив у підготовлені форми на 1/3	Надання виробам заданої форми	$d = 7...8$ см	–
Випікання виробів	Доведення виробу до готовності	$t = 180...190^{\circ}\text{C}$ $\tau = 30...45$ хв	Збільшення об'єму продукту за рахунок перетворення вологи в розширюється пару. Перерозподіл вологи за рахунок денатурації білків і пастеризації крохмалю. Зміна маси та об'єму продукту, випаровування вологи, утворення смакового комплексу за рахунок термічної деструкції вуглеводів, утворення скоринки за рахунок реакції меланоїдоутворення.
Охолодження бісквіту	Фіксація структури виробу	$t = 20...220^{\circ}\text{C}$	Часткова втрата вологи при остиганні, початок ретроградації крохмалю

Завершальна стадія			
Розрізання бісквіту на пласти та просочування цукровим сиропом	Розрізання бісквіту на пласти та просочування цукровим сиропом	Розрізання бісквіту на пласти та просочування цукровим сиропом	Розрізання бісквіту на пласти та просочування цукровим сиропом
Надання виробам вологості	Надання виробам вологості	Надання виробам вологості	Надання виробам вологості

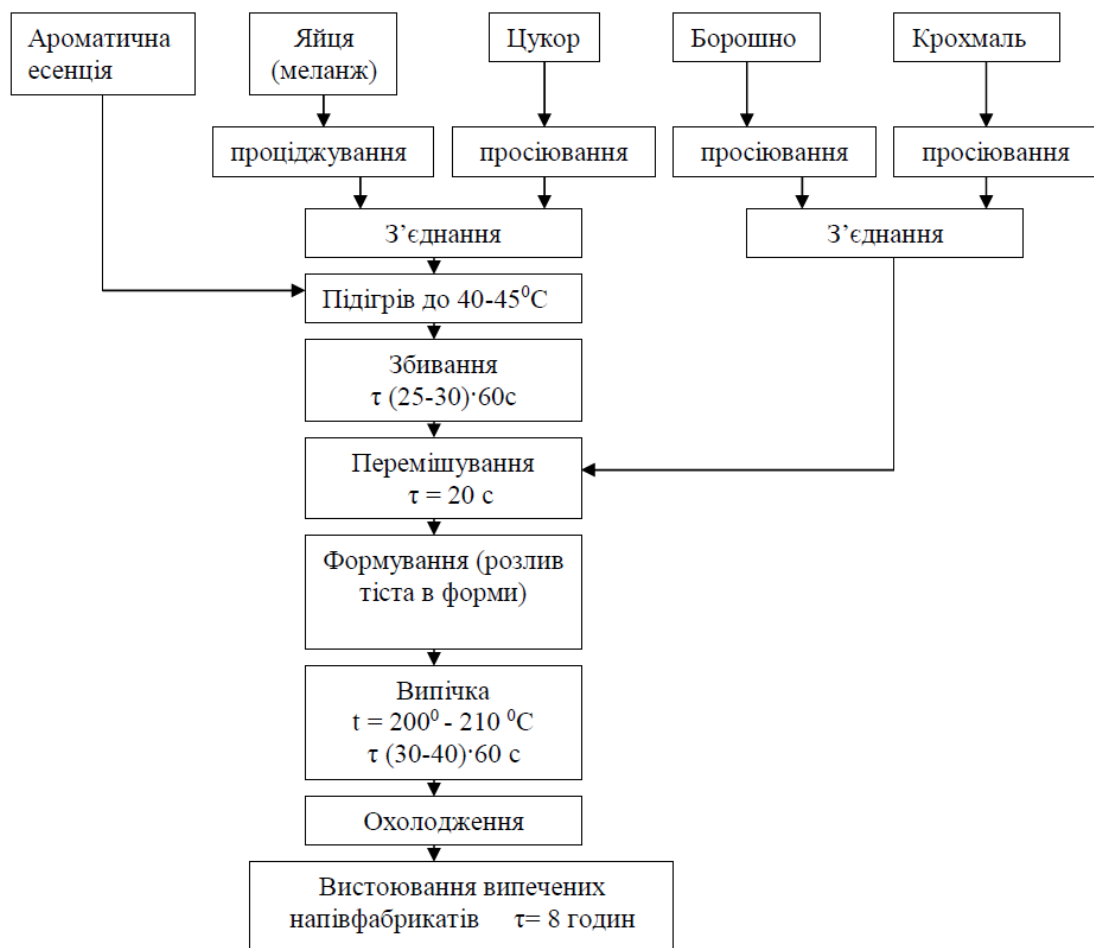


Рис. 4.2. Технологічна схема виробництва основного бісквіту

У процесі виробництва можливе виникнення дефектів бісквітного напівфабрикату. Щільна структура та малий об'єм виробу можуть бути наслідком використання борошна з високим вмістом клейковини, недостатнього збивання яєчної маси або надмірної кількості борошна. Утворення ущільнених

ділянок м'якушки («закал») зазвичай пов'язане з недостатнім часом випікання. Наявність грудок сухих компонентів свідчить про порушення режиму перемішування. Бліда скоринка формується за зниженої температури або недостатньої тривалості випікання, тоді як надмірно темна або підгоріла поверхня є наслідком завищеної температури чи перевищення часу теплової обробки.

4.3. Особливості технології бісквітного тіста з додаванням псиліуму

Сучасні тенденції розвитку харчових технологій передбачають удосконалення традиційних рецептур борошняних кондитерських виробів шляхом збагачення їх фізіологічно функціональними інгредієнтами. Одним із перспективних компонентів для виробництва функціональних бісквітних виробів є псиліум — рослинна сировина, отримана з оболонки насіння подорожника (*Plantago ovata*), що характеризується високим вмістом розчинних харчових волокон.

Псиліум має виражену гідрофільну здатність і при контакті з водою утворює в'язкі колоїдні системи, що зумовлює його технологічну цінність у бісквітному виробництві. Введення псиліуму до складу бісквітного тіста дозволяє регулювати водоутримувальну здатність системи, стабілізувати структуру тіста та покращувати текстурні характеристики готового напівфабрикату.

У базовій рецептурі бісквітного тіста псиліум доцільно використовувати як частковий замітник картопляного крохмалю або як додатковий структуроутворювальний компонент у невеликих кількостях. Оптимальна масова частка псиліуму визначається експериментально та зазвичай становить 0,5–2,0% від маси сухих компонентів. Перевищення рекомендованої кількості може призводити до надмірного ущільнення м'якушки та зниження пористості виробу.

Технологічною особливістю використання псиліуму є необхідність його попередньої гідратації або ретельного змішування з сухими інгредієнтами.

Найбільш доцільним є введення псиліуму до складу сухої суміші разом із борошном та крохмалем з подальшим просіюванням. Такий підхід забезпечує рівномірний розподіл волокон у тісті та запобігає утворенню грудок.

При додаванні псиліуму відбувається перерозподіл вологи у бісквітному тісті. Завдяки здатності харчових волокон зв'язувати воду підвищується загальна вологість тіста без погіршення його формостійкості. Це дозволяє зменшити втрати вологи під час випікання та уповільнити процес черствіння готових виробів. Бісквітні напівфабрикати з додаванням псиліуму характеризуються більш рівномірною пористою структурою, підвищеною еластичністю м'якушки та кращою здатністю до просочування сиропами.

Введення псиліуму також впливає на процес формування структури бісквіта під час теплової обробки. У ході випікання гідратовані волокна псиліуму беруть участь у створенні просторового каркасу разом із коагульованими білками яйця та клейстеризованим крохмалем. Це сприяє підвищенню стійкості пористої структури та зменшенню ризику осідання виробу після випікання.

З точки зору харчової цінності, використання псиліуму дозволяє значно підвищити вміст розчинних харчових волокон у бісквітних виробках, що надає їм функціональних властивостей. Такі вироби сприяють нормалізації травлення, зниженню глікемічного навантаження та можуть бути рекомендовані для раціонів функціонального та оздоровчого харчування.

Отже, застосування псиліуму в технології бісквітного тіста є доцільним як з технологічної, так і з фізіологічної точки зору. Раціональне дозування та правильне введення цього інгредієнта дозволяють отримати бісквітні напівфабрикати з покращеними структурно-механічними властивостями та підвищеною біологічною цінністю без суттєвих змін традиційного технологічного процесу.

Висновки до розділу 4

У розділі 4 дипломної роботи розглянуто та обґрунтовано технологічні аспекти виробництва бісквітного напівфабрикату з додаванням псиліуму як

функціонального інгредієнта. На основі аналізу традиційної технології бісквітного тіста встановлено, що класичний холодний спосіб приготування забезпечує формування стабільної пористої структури та є доцільним для подальшого удосконалення рецептури.

Надано загальну характеристику виробництва бісквітних напівфабрикатів, визначено основні вимоги до сировини та напівфабрикату, а також проаналізовано вплив окремих рецептурних компонентів на формування структури, консистенції та якості готових виробів. Встановлено, що використання борошна з пониженим вмістом клейковини у поєднанні з крохмалем є необхідною умовою отримання ніжної, еластичної та рівномірно пористої м'якушки.

У підрозділі, присвяченому технології виробів із бісквітного тіста, проаналізовано базову рецептуру та основний технологічний процес виготовлення бісквітного напівфабрикату. Визначено критичні точки процесу, порушення яких може призводити до виникнення дефектів структури, об'єму та зовнішнього вигляду виробу.

Обґрунтовано доцільність використання псиліуму як джерела розчинних харчових волокон та ефективного структуроутворювального компонента. Встановлено, що введення псиліуму у невеликих кількостях дозволяє підвищити водоутримувальну здатність тіста, стабілізувати пористу структуру бісквіта, зменшити втрати вологи під час випікання та уповільнити процес черствіння готових виробів. Крім того, використання псиліуму сприяє підвищенню фізіологічної цінності продукції та розширює можливості її використання у функціональному харчуванні.

Розроблено та описано технологічну схему виробництва бісквітного напівфабрикату з додаванням псиліуму, яка не потребує суттєвих змін базового процесу, але забезпечує отримання виробу з покращеними структурно-механічними та органолептичними показниками. Обґрунтовано режими основних технологічних операцій, зокрема параметри збивання, перемішування, формування, випікання, охолодження та витримання напівфабрикату.

Отримані результати свідчать про технологічну доцільність та практичну ефективність удосконалення традиційної технології бісквітних виробів шляхом введення псиліуму. Запропонована технологія може бути рекомендована для використання у виробництві бісквітних напівфабрикатів функціонального призначення без зниження споживчих властивостей продукції.

РОЗДІЛ 5

SWOT-АНАЛІЗ РОЗРОБЛЕНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ БІСКВІТІВ З ДОДАВАННЯМ ПСИЛІУМУ

Метою проведення SWOT-аналізу є визначення сильних і слабких сторін розробленої технології бісквітів з додаванням псиліуму, а також оцінка зовнішніх можливостей і загроз, що можуть вплинути на успішність її впровадження у виробництво. Аналіз дозволяє виробити стратегії розвитку та мінімізації ризиків під час виходу нового продукту на ринок.

5.1 Сильні сторони (Strengths)

1. Підвищена харчова та біологічна цінність — бісквіти з псиліумом містять високий вміст розчинних харчових волокон, що сприяє покращенню травлення та нормалізації холестерину.
2. Оптимальні органолептичні властивості при дозуванні 2 % псиліуму, що забезпечує приємну структуру і смак.
3. Подовжений термін свіжості виробів завдяки гідрофільним властивостям псиліуму.
4. Можливість адаптації під лінійки здорового, безглютенового або веганського харчування.
5. Натуральна рецептура без штучних консервантів і барвників.

5.2 Слабкі сторони (Weaknesses)

1. Погіршення якості при перевищенні дозування понад 4 %, що впливає на колір і смак.
2. Підвищена собівартість через імпорتنу сировину (псиліум).
3. Необхідність точного технологічного контролю під час випікання.
4. Відсутність стандартизації на виробі з псиліумом у нормативній базі України.
5. Потреба у навчанні персоналу для роботи з новими рецептурами.

5.3 Можливості (Opportunities)

1. Зростання попиту на продукти для здорового харчування в Україні та ЄС.
2. Розширення ринку збуту через позиціонування продукції як функціональної.
3. Вихід на міжнародні ринки зростаючого сегменту безглютенових виробів.
4. Використання місцевої сировини для зменшення витрат і підвищення рентабельності.

5.4 Загрози (Threats)

1. Висока конкуренція на ринку кондитерських виробів.
2. Нестабільність постачань імпортного псиліуму.
3. Коливання цін на сировину та енергоносії.
4. Потенційні зміни у харчовому законодавстві та сертифікації.
5. Висока вартість впровадження стандартів якості (НАССР, ISO 22000).

Таблиця 5.1

Дослідження сильних і слабких сторін технології

Сильні сторони (S)	Слабкі сторони (W)
Біологічна цінність продукту	Висока собівартість псиліуму
Оптимальна якість при дозуванні 2%	Погіршення властивостей при >4%
Подовжена свіжість виробів	Необхідність технологічного контролю
Натуральна рецептура	Відсутність стандартів на продукцію
Потенціал для здорового харчування	Потреба у навчанні персоналу

Таблиця 5.2

Дослідження зовнішніх можливостей та загроз

Можливості (О)	Загрози (Т)
Попит на здорове харчування	Конкуренція з великими виробниками
Підтримка інноваційних програм	Проблеми з постачанням сировини
Вихід на ринок ЄС	Коливання цін на ресурси
Локальна сировинна база	Зміни в законодавстві
Масштабування виробництва	Висока вартість сертифікації

Таблиця 5.3

Матриця SWOT-аналізу

	Можливості (О)	Загрози (Т)
Сильні сторони (S)	SO – використання сильних сторін для реалізації можливостей (наприклад, позиціонування продукту як функціонального).	ST – використання сильних сторін для подолання загроз (наприклад, контроль якості для стабільності ринку).
Слабкі сторони (W)	WO – використання можливостей для мінімізації слабких сторін (гранти для зниження собівартості).	WT – мінімізація слабких сторін та уникнення загроз (план антикризового маркетингу).

5.5 Рекомендації та висновки

Розроблена технологія бісквітів із псиліумом має високий потенціал впровадження у виробництво, оскільки поєднує наукову новизну, користь для здоров'я і стабільні споживчі характеристики. Для успішної реалізації доцільно передбачити заходи щодо оптимізації собівартості, налагодження стабільних поставок та сертифікації продукції. Впровадження технології може сприяти розширенню асортименту функціональних виробів на вітчизняному ринку та зміцненню конкурентоспроможності підприємств харчової галузі.

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ НА ПІДПРИЄМСТВІ

6.1 Загальні положення з охорони праці

Охорона праці на підприємствах харчової промисловості є важливою складовою технологічного процесу та спрямована на створення безпечних і здорових умов праці для працівників. Організація безпечного виробничого середовища базується на вимогах Закону України «Про охорону праці», Кодексу цивільного захисту, ДСТУ, ДБН, санітарних норм та правил.

На підприємстві, де здійснюється виробництво бісквітів із додаванням псиліуму, важливо забезпечити безпечні умови праці в технологічних приміщеннях, де працівники контактують з обладнанням, тепловими установками, дрібнодисперсними частинками борошна, гарячими поверхнями та електричними пристроями.

Основні принципи охорони праці включають:

- пріоритет життя та здоров'я працівників;
- запобігання нещасним випадкам;
- комплексне вирішення питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища;
- відповідальність роботодавця за створення безпечних умов.

6.2 Характеристика виробничого приміщення

Цех для виробництва бісквітів складається з таких зон:

- Підготовча дільниця (просіювання борошна, підготовка сировини).
- Зона збивання та замісу тіста (міксери, збивальні машини).
- Пічний відділ (електричні конвекційні печі).

- Дільниця охолодження та пакування.
- Допоміжні приміщення: склад, побутові кімнати, санітарні вузли.

Виробничі приміщення повинні відповідати вимогам ДБН В.2.2-25:2009:

- висота не менше 3,0 м;
- наявність природного або штучного освітлення;
- вентиляція — приточно-витяжна;
- стіни та стелі — з облицюванням, що легко миється;
- підлога — протиковзка, вологостійка, антибактеріальна.

Температурний режим:

- у зонах випікання — до +28...+30°C;
- у пакувальному відділі — +18...+22°C.
- Вологість повітря — 60–70%.

6.3 Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів

Фізичні фактори

- Підвищена температура від печей, духових шаф (+120...+300°C).
- Гарячі поверхні обладнання та листів — ризик опіків.
- Підвищений рівень шуму від міксерів та вентиляційних систем (до 85 дБ).
- Електричний струм — ризик ураження при пошкодженні кабелів або неправильній експлуатації обладнання.
- Вібрації від обладнання.

Хімічні фактори

- Дрібнодисперсний борошняний пил — може викликати алергічні реакції.
- Мийні та дезінфекційні засоби.

Біологічні фактори

- Мікроорганізми, що з'являються при неправильному зберіганні сировини.

Психофізіологічні фактори

- Монотонна робота.
- Підвищене напруження уваги.

- Тривале перебування у вимушеній позі (стояча робота).

Механічні фактори

- Рухомі частини обладнання (змішувачі, ножі).
- Ризики падіння предметів з листів або стелажів.

6.4 Заходи щодо оптимізації умов праці

Для зменшення впливу небезпечних факторів необхідно:

Захист від підвищених температур

- використання термостійких рукавиць;
- теплоізоляція печей;
- встановлення теплових екранів;
- організація місць відпочинку.

Захист від пилу

- регулярне вологе прибирання;
- герметичні системи просіювання;
- використання респіраторів класу FFP2;
- вентиляція.

Захист від шуму та вібрації

- встановлення обладнання на амортизуючі опори;
- звукоізоляція стін;
- застосування навушників.

Електробезпека

Відповідно до Правил улаштування електроустановок (ПУЕ):

- обов'язкове заземлення;
- кабелі у захисних коробах;
- захисне автоматичне вимикання;
- навчання персоналу групі електробезпеки I;
- щорічні перевірки ізоляції.

Безпечна експлуатація устаткування

- наявність блокувальних пристроїв;
- інструктажі з техніки безпеки;
- заборона роботи у рукавицях біля обертових механізмів.

Ергономіка

- обладнання столів згідно з антропометричними параметрами;
- протиковзні килимки;
- чергування робочих операцій.

6.5 Пожежна безпека

Згідно з Правилами пожежної безпеки в Україні (НАПБ А.01.001-2014) у цеху передбачено:

Джерела пожежної небезпеки

- електричні печі;
- кабелі та електрощити;
- горючі матеріали (пакування, дерев'яні палети).

Протипожежні заходи

- оснащення цеху вогнегасниками ВВК-2 та ВП-5;
- система пожежної сигналізації;
- блискавкозахист будівлі;
- евакуаційні виходи — не менше двох;
- проходи шириною не менше 1,2 м;
- план евакуації та навчання працівників;
- щоквартальна перевірка електромережі.

6.6 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Відповідно до Кодексу цивільного захисту України підприємство повинно мати:

План реагування на надзвичайні ситуації, що включає:

- аварії на електромережі;
- пожежі;
- вибухи;
- витік газу (якщо використовується газове обладнання);
- загроза масового ураження;
- порушення логістики та евакуація персоналу.

Дії персоналу у разі НС

1. Повідомити керівництво.
2. Відключити електроживлення.
3. Виконати евакуацію.
4. Викликати 101.
5. Надати домедичну допомогу постраждалим.

Цех повинен бути забезпечений:

- аптечкою;
- засобами індивідуального захисту;
- аварійним освітленням;
- вказівниками напрямків евакуації.

6.7 Висновки з охорони праці

Проведений аналіз показав, що виробництво бісквітів із псиліумом пов'язане з низкою небезпечних і шкідливих факторів, серед яких теплові, механічні, пилові та електричні ризики.

Система запропонованих заходів — технічних, санітарно-гігієнічних, організаційних та протипожежних — забезпечує створення безпечних та комфортних умов праці відповідно до вимог законодавства України.

Реалізація цих заходів дозволяє мінімізувати ризики травмування персоналу та забезпечити ефективне функціонування виробництва.

ВИСНОВКИ

У процесі проведення науково-практичного дослідження було всебічно проаналізовано можливість і доцільність використання псиліуму як функціонального інгредієнта при виробництві шифонових бісквітів. Отримані результати дозволяють зробити низку важливих висновків щодо впливу цього компонента на якісні характеристики готового виробу.

По-перше, теоретичне обґрунтування свідчить, що псиліум (лушпиння насіння подорожника) є природним джерелом розчинної харчової клітковини, яка має здатність абсорбувати значну кількість вологи, набухати у водному середовищі та позитивно впливати на травлення. Його властивості дозволяють використовувати псиліум у технологіях функціонального харчування як замітник частини борошна або як вологоутримуючий агент. Завдяки низькій калорійності та здатності нормалізувати мікрофлору кишечника, цей компонент має високу цінність у дієтичному та профілактичному харчуванні.

По-друге, розроблені рецептури шифонових бісквітів з різною кількістю псиліуму (2%, 4%, 6%) дали змогу провести порівняльний аналіз як фізико-хімічних, так і органолептичних показників готових виробів. Згідно з результатами експерименту, збільшення кількості псиліуму супроводжується зростанням вологості бісквітів, що позитивно позначається на їх терміні зберігання. Водночас надмірна концентрація псиліуму (понад 4%) призводить до ущільнення структури м'якуша, зниження пористості та погіршення зовнішнього вигляду виробу.

Органолептична оцінка показала, що найкращі споживчі властивості має зразок з 2% псиліуму: він практично не відрізняється від контрольного за зовнішнім виглядом, смаком і текстурою, але має покращену вологість та збагачений клітковиною склад.

Таким чином, було підтверджено гіпотезу про можливість удосконалення рецептури бісквітів шляхом включення псиліуму в оптимальній кількості без негативного впливу на якість готового продукту.

Крім того, дане дослідження підкреслює важливість інновацій у розробці оздоровчих кондитерських виробів, які відповідають сучасним вимогам споживачів щодо здорового харчування. Впровадження псиліуму до складу бісквітного тіста дозволяє не тільки підвищити біологічну цінність продукту, а й розширити асортимент функціональної продукції на підприємствах харчової промисловості.

На основі отриманих результатів можна зробити такі висновки:

- Псиліум є перспективним функціональним інгредієнтом для кондитерської промисловості, зокрема у виробництві бісквітів.
- Оптимальним є додавання 2% псиліуму до маси борошна, що забезпечує належну якість, смак та структуру виробу.
- Подальше підвищення вмісту псиліуму до 4–6% потребує додаткових технологічних адаптацій, зокрема зміни рецептури чи технологічного процесу.
- Отримані результати можуть бути основою для промислового впровадження нових рецептур бісквітів із покращеними харчовими характеристиками.

Проведена робота має як наукове, так і практичне значення. Вона сприяє розвитку напряму функціонального харчування, задовольняючи запити населення щодо безпечних, корисних і якісних продуктів.

Список використаних джерел

1. FAO. The State of Food Security and Nutrition in the World 2022. FAO, Rome, 2022. URL: <http://www.fao.org/publications/sofi/2022/en/> (дата звернення: 15.05.2025).
2. Власенко С.М., Ковальчук О.В. Функціональні харчові продукти: поняття, класифікація, перспективи розвитку // Вісник харчової промисловості. 2021. № 3. С. 45–52.
3. Гнатюк І.В., Петренко Т.В. Використання харчових волокон у виробництві кондитерських виробів // Технології харчових продуктів. 2020. Т. 6, № 2. С. 68–74.
4. Мироненко В.П. Сучасні проблеми здорового харчування та шляхи їх розв'язання // Науковий вісник ХДУ. Серія: Біологія. 2019. Вип. 3(60). С. 95–103.
5. Anderson J.W., Baird P., Davis R.H. Jr. et al. Health benefits of dietary fiber // Nutrition Reviews. 2009. Vol. 67, Issue 4. P. 188–205.
6. Sadiq M.B., Shabbir M.A., Arshad M. Functional properties of psyllium husk in food applications: a review // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2017. Vol. 57, Issue 15. P. 3232–3244.
7. Хом'як Т.В., Кузьменко Н.П. Вплив клітковини псиліуму на метаболічні процеси в організмі людини // Біоенергетика і харчування. 2021. № 1(42). С. 38–45.
8. Чередніченко І.М., Коваль В.М. Технологія функціональних бісквітних виробів із додаванням натуральних харчових волокон // Харчова промисловість України. 2022. № 8. С. 27–33.
9. Смірнова Л.В., Іванова Г.П. Особливості виробництва шифонового бісквіту та їх вплив на якість продукції // Технології харчових продуктів. 2020. Т. 5, № 4. С. 56–62.
10. Гуменюк І.І. Технологія хлібопекарських і кондитерських виробів. — К.: Центр учбової літератури, 2020. — 276 с.

11. Коваленко Н.М. Основи виробництва кондитерських виробів. — К.: КНТЕУ, 2018. — 148 с.
12. Волик Т.В. Функціональні інгредієнти в технології борошняних виробів. — Харків: ХДУХТ, 2018. — 153 с.
13. Мельник О.П. Технологія харчових продуктів функціонального призначення. — К.: Ліра-К, 2019. — 198 с.
14. Codex Alimentarius Commission. Guidelines for Use of Nutrition and Health Claims. CAC/GL 23-1997, revised 2013.
15. López-Varela S. et al. (2011). Functional Foods and Health Claims: Regulatory Frameworks and Guidelines. *Nutrition Reviews*, 69(3), 121–132.
16. Bhat R., Yahya N.A. Psyllium (*Plantago* spp.) Fiber and Health: A Review. *Current Nutrition & Food Science*. 2016;12(4):289-297.
17. Marlett J.A. et al. Physiological Functions of Dietary Fiber. *J Am Diet Assoc*. 2002;102(7):993–1000.
18. Anderson J.W., Allgood L.D., Turner J. et al. Effects of psyllium on glucose and serum lipid responses. *Am J Clin Nutr*. 1999;70:466–473.
19. Каменєва О.І. Застосування псиліуму у хлібопекарському виробництві // *Продовольчі технології*. — 2020. — №2. — С. 42–47.
20. Ходаківська О.С. Дослідження впливу псиліуму на якість тіста // *Наукові праці НУХТ*. — 2021. — №4. — С. 23–29.
21. Галушак М.В. Вплив харчових волокон на структуру та текстуру бісквітів // *Харчова промисловість*. — 2019. — №1. — С. 58–63.
22. Sharma R., Kumar A. Effect of Psyllium Husk on the Functional and Sensory Characteristics of Cookies. *Journal of Food Science and Technology*. 2020;57(6):2104–2111.
23. Коваленко Н.М. Технологія борошняних кондитерських виробів. — К.: Центр учбової літератури, 2020. — 312 с.
24. Kaur M., et al. Psyllium: Sources, properties and applications // *International Journal of Food Science and Nutrition*. — 2020. — Vol. 71(6), pp. 690–698.

25. ДСТУ 4623:2006. Цукор білий. Технічні умови.
26. Саєнко Н.В. Інноваційні підходи до збагачення борошняних виробів клітковиною // Харчова промисловість. – 2022. – №1. – С. 15–19.
27. Клименко С.М. Основи технології кондитерських виробів. – Харків: ХНАУ, 2019. – 288 с.
28. Миронова І.Ю. Застосування псиліуму в технологіях хлібобулочних виробів // Вісник харчових технологій. – 2021. – №3. – С. 50–54.
29. ДСТУ ISO 712:2006. Пшениця, жито, кукурудза та ячмінь. Визначення вологості (метод сушіння).
30. ISO 11036:1994. Sensory analysis — Methodology — Texture profile.
31. ДСТУ 46.004-99. Борошно пшеничне. Технічні умови.
32. ДСТУ 4623:2006. Цукор-пісок. Технічні умови.
33. ДСТУ 5028:2008. Яйця курячі харчові. Технічні умови.
34. СТУ 3976-2000. Крохмаль кукурудзяний. Технічні умови.
35. ДСТУ 4769:2007. Розпушувач хімічний для борошняних виробів. Технічні умови.
36. Андрієвська Л. В., Губені Г. М., Бойко О. В. Дослідження функціональних властивостей псиліуму як інгредієнта для харчової промисловості. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія "Харчові технології"*, 2020, № 2 (40), С. 15-20.
37. Sharma, S., & Singh, B. (2018). Role of psyllium husk in food applications: A review. *Journal of Food Science and Technology*, 55(8), 2883-2895.
38. Saha, D., & Bhattacharya, S. (2019). Effect of hydrocolloids on the quality of gluten-free cakes. *Food Hydrocolloids*, 89, 514-522.
39. Food Standards Australia New Zealand (FSANZ). (2016). *Nutrient Reference Values for Australia and New Zealand including Recommended Dietary Intakes*. Commonwealth of Australia.
40. Rosell, C. M., Rojas, J. A., & Benedito de Barber, C. (2001). Influence of hydrocolloids on the texture and machinability of dough. *European Food Research and Technology*, 213(5), 416-422.

41. ДСанПіН 2.2.4-171-10. Державні санітарні правила і норми для підприємств продовольчої торгівлі та торгівлі продовольчою сировиною.