

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Харчової біотехнології і хімії

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему:

Застосування рослинної сировини у технології

виробництва хліба «Оригінального» з проєктуванням цеху

виробництва пшеничних виробів

Виконала: студентка VI курсу, групи МХм-61
спеціальності _____

181 Харчові технології

(шифр і назва спеціальності)

Пацула М.-Д. П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Лялик А. Т.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Кухтин М. Д.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

Кухтин М. Д.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Пилипець О. М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Кафедра харчової біотехнології і хімії

(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Микола КУХТИН

(підпис)

(ім'я, прізвище)

« » 2025 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня магістр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 181 «Харчові технології»

(шифр і назва спеціальності)

студенту Пацулі Марії – Діані Петрівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Застосування рослинної сировини у технології виробництва хліба «Оригінального» з проєктуванням цеху виробництва пшеничних виробів

Керівник роботи Лялик Анастасія Тарасівна, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «15» жовтня 2025 року № 4/7-891

2. Термін подання студентом завершеної роботи 15 грудня 2025 року

3. Вихідні дані до роботи Хліб «Оригінальний», хліб «Білий», рослинна сировина, борошно латаття

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ.

Науково-дослідна частина.

Техніко-економічне обґрунтування.

Проектно-технологічна частина.

Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (формат А1)

Апаратурно-технологічна схема виробництва з елементами ТХК і МБК.

План виробничого цеху (М1:100).

Розрізи поперечний і повздовжній виробничого цеху (М1:100, М1:50)

Аркуші науково-дослідної роботи

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Науково-дослідна частина	Лялик А.Т., к.т.н.. доц. каф. ХБ		
Техніко-економічне обґрунтування	Лялик А.Т., к.т.н.. доц. каф. ХБ		
Проектно-технологічна частина	Лялик А.Т., к.т.н.. доц. каф. ХБ		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Окіпний І.Б., к.т.н.. доц. каф. МТ Теслюк В.М.		

7. Дата видачі завдання 10 листопада 2025 року**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	17.11.2025	
2	Науково-дослідна частина	17.11-25.11.2025	
	Аналітичний огляд літературних джерел	17.11-19.11.2025	
	Мета, об'єкт, предмет та методи дослідження	20.11.2025	
	Результати дослідження	21.11-25.11.2025	
3	Техніко-економічне обґрунтування	26.11-27.11.2025	
4	Проектно-технологічна частина	28.11-7.12.2025	
	Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту	28.11-1.12.2025	
	Вибір та обґрунтування технологічних процесів і режимів виробництва	2.12-4.12.2025	
	Забезпечення технологічного процесу виробництва запроєктованого асортименту	5.12-7.12.2025	
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	8.12-10.12.2025	
	Охорона праці	8.12-9.12.2025	
	Безпека в надзвичайних ситуаціях	9.12-10.12.2025	
6	Оформлення анотації, загальних висновків та списку використаних літературних джерел. Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки.	10.12.2025	
7	Оформлення графічної частини	11.12-14.12.2025	
8	Подача роботи для перевірки на плагіат	до 15.12.2025	
9	Отримання відгуку керівника та рецензії на роботу; підготовка та проходження попереднього захисту на кафедрі	15.12-21.12.2025	

Студент

(підпис)

Пацула М.-Д. П.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Лялик А.Т.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Виробництво хліба з пшеничного борошна вищого сорту в харчовій промисловості використовується традиційно завдяки поєднанню технологічних, сенсорних та споживчих переваг. Високий ступінь очищення зерна забезпечує легку переробку борошна, рівномірну структуру тіста та передбачувані властивості під час випікання. Завдяки цьому продукт має стійкі органолептичні характеристики – світлий м'якуш, тонку еластичну пористість та м'який смак, які є найбільш прийнятними для широкого кола споживачів.

Оскільки борошно вищого сорту є практично рафінованим продуктом тому, що ступінь очищення знижує вміст харчових волокон і частини мікронутрієнтів, пшеничний хліб вищого сорту залишається цінним джерелом вуглеводів та рослинного білка. Його використання виправдане там, де необхідна стандартизована якість, легка перетравлюваність, приємна текстура та широке споживче прийняття.

Проте, враховуючи тенденції споживачів до повноцінного харчування, особливо збагаченого біологічно активними речовинами рослинного походження, постає доцільність додатково вводити рослинну сировину до складу рецептури хліба з пшеничного борошна вищого сорту.

Одним із таких унікальних видів рослинної сировини є борошно латаття, яке містить у своєму складі значну кількість харчових волокон. Тому додавання борошна латаття, як додаткового рослинного складника дає нам можливість отримати цінний поживний продукт зі збагаченими хімічними та органолептичними показниками якості готового продукту.

Ключові слова: борошно латаття, біологічно активні речовини, харчові волокна, рецептура хліба, рослинна сировина.

ANOTATION

The production of bread from premium wheat flour is traditionally used in the food industry due to a favorable combination of technological, sensory, and consumer advantages. The high degree of grain refinement ensures easy processing of the flour, uniform dough structure, and predictable baking behavior. As a result, the product exhibits stable organoleptic characteristics, including a light crumb, fine elastic porosity, and mild taste, which are most acceptable to a wide range of consumers.

Although premium wheat flour is a highly refined product, as the degree of refinement reduces the content of dietary fiber and certain micronutrients, premium wheat bread remains a valuable source of carbohydrates and plant-based protein. Its use is justified in cases where standardized quality, easy digestibility, pleasant texture, and broad consumer acceptance are required.

However, considering current consumer trends toward balanced nutrition, particularly products enriched with plant-derived biologically active compounds, it becomes appropriate to introduce additional plant-based raw materials into the formulation of bread made from premium wheat flour.

One such unique type of plant raw material is water lily flour, which contains a significant amount of dietary fiber. Therefore, the incorporation of water lily flour as an additional plant ingredient makes it possible to obtain a nutritionally valuable product with enhanced chemical composition and improved organoleptic quality characteristics of the finished product.

Keywords: water lily flour, biologically active compounds, dietary fiber, bread formulation, plant raw materials.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА.....	11
1.1 Аналітичний огляд літературних джерел	11
1.1.1 Аналіз поживної цінності хліба з борошна вищого сорту.....	11
1.1.2 Вплив втрат поживних речовин на харчову цінність хліба з борошна вищого сорту.....	13
1.1.3 Характеристика натуральної сировини рослинного походження для покращення харчової цінності хліба з борошна вищого сорту	15
1.1.4 Характеристика борошна з латаття, як інноваційної рослинної сировини	18
1.1.5 Патентний пошук	21
1.2 Мета, об'єкт, предмет та методи досліджень.....	22
1.3 Результати досліджень.....	25
1.3.1 Визначення мінеральних елементів у борошні кореня латаття	25
1.3.2 Розрахунок сировини для пробного випікання виробів та підготовка сировини.....	27
1.3.3 Пробне лабораторне випікання.....	28
1.3.4 Фізико-хімічні показники якості готови виробів.....	30
1.3.5 Органолептична та сенсорна оцінка виробів пробного випікання	31
РОЗДІЛ 2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	36
2.1 Характеристика місця розташування	36
2.2 Характеристика сировинної зони	38
2.3 Обґрунтування асортименту продукції.....	39
2.4 Характеристика каналів реалізації	40
РОЗДІЛ 3 ПРОЄКТНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	41
3.1 Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту.....	41
3.1.1 Вихідні дані.....	41
3.1.2 Розрахунок продуктивності печей.....	42
3.1.3 Розрахунок пофазних рецептур	44

	7
3.1.4 Розрахунок виходу виробів	49
3.1.5 Розрахунок виробничих рецептур і вибір технологічних параметрів	55
3.2 Вибір та обґрунтування технологічних процесів і режимів виробництва	58
3.2.1 Вимоги до сировини використовуваної для виробництва запроєктованого асортименту	58
3.2.2 Обґрунтування та опис технології запроєктованого асортименту	60
3.2.3 Організація технохімічного і мікробіологічного контролю запроєктованого асортименту	62
3.3 Забезпечення технологічного процесу виробництва запроєктованого асортименту	65
3.3.1 Розрахунок витрат сировини і площ для її зберігання	65
3.3.2 Розрахунок і вибір технологічного обладнання	69
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	77
4.1 Охорона праці	77
4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях	78
ВИСНОВКИ	81
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	83
ДОДАТКИ	88

ВСТУП

Хліб є одним з основних продуктів харчування населення, що зумовлює підвищену увагу до його харчової та біологічної цінності. У традиційних рецептурах переважає використання пшеничного борошна вищого сорту, яке забезпечує високі хлібопекарські властивості, проте характеризується низьким вмістом харчових волокон, мікронутрієнтів і біологічно активних сполук. Такий хліб має високий глікемічний індекс і обмежену фізіологічну цінність, що не повністю відповідає сучасним вимогам до раціонального та функціонального харчування.

У зв'язку з цим актуальним є пошук і наукове обґрунтування використання інноваційної рослинної сировини для часткової заміни пшеничного борошна вищого сорту з метою підвищення харчової цінності хлібобулочних виробів. Використання різних видів рослинної сировини – як традиційної, так і інноваційної – відкриває можливості для суттєвого підвищення харчової, біологічної та функціональної цінності хліба з борошна вищого сорту. Додавання борошна з кореню латаття є особливо цікавим, оскільки дозволяє одночасно збагатити виріб клітковиною, мінералами та антиоксидантами, а також покращити технологічні властивості тіста.

Актуальність теми: Зумовлена необхідністю підвищення харчової та біологічної цінності хлібобулочних виробів масового споживання. Хліб, виготовлений із пшеничного борошна вищого сорту, незважаючи на добрі хлібопекарські властивості, характеризується низьким вмістом харчових волокон, мікронутрієнтів і біологічно активних сполук, а також високим глікемічним індексом, що обмежує його фізіологічну цінність у раціоні сучасної людини.

Використання борошна з кореня латаття як інноваційної рослинної сировини є перспективним напрямом удосконалення рецептур хліба, оскільки воно може слугувати джерелом харчових волокон, мінеральних елементів та антиоксидантних сполук. Часткова заміна пшеничного борошна вищого сорту

борошном з кореня латаття дає змогу підвищити харчову цінність хлібобулочних виробів без істотного погіршення їх технологічних та органолептичних показників.

Крім того, корінь латаття належить до відновлюваних водних рослинних ресурсів, що сприяє розширенню сировинної бази харчової промисловості та раціональному використанню місцевої рослинної сировини. З огляду на сучасні тенденції розвитку функціональних харчових продуктів, дослідження можливостей використання борошна з кореня латаття у виробництві хліба є актуальним і науково обґрунтованим.

Мета і завдання дослідження: У ході дослідження метою стало опрацювання інформаційних джерел, та проведення пробного лабораторного випікання хліба з борошном з кореня латаття. Також метою дослідження є наукове обґрунтування доцільності використання борошна з кореня латаття у складі хлібобулочних виробів з пшеничного борошна вищого сорту з метою підвищення їх харчової та біологічної цінності без погіршення технологічних і органолептичних показників.

Для досягнення поставленої мети передбачено виконання таких завдань:

1. Проаналізувати літературні джерела та патентні матеріали щодо використання інноваційної рослинної сировини, зокрема борошна з кореня латаття, у виробництві хлібобулочних виробів.
2. Дослідити хімічний склад та харчову цінність борошна з кореня латаття і порівняти його з показниками пшеничного борошна вищого сорту.
3. Обґрунтувати можливі рівні часткової заміни пшеничного борошна вищого сорту борошном з кореня латаття у рецептурі хліба.
4. Вивчити вплив борошна з кореня латаття на технологічні властивості тіста та процес випікання хліба.
5. Оцінити показники якості готових хлібобулочних виробів Визначити доцільність використання борошна з кореня латаття для створення хліба підвищеної харчової цінності та окреслити перспективи його впровадження у виробництво.

Наукова новизна одержаних результатів: Наукова новизна даної роботи полягає в обґрунтуванні можливості використання борошна з кореня латаття як інноваційної рослинної сировини у виробництві хліба з пшеничного борошна вищого сорту. У роботі вперше для умов вітчизняного хлібопекарського виробництва досліджено вплив часткової заміни пшеничного борошна вищого сорту борошном з кореня латаття на харчову та біологічну цінність хлібобулочних виробів.

Уперше встановлено закономірності зміни фізико-хімічних і технологічних властивостей тіста та якості готового хліба залежно від рівня введення борошна з кореня латаття. Показано можливість підвищення вмісту харчових волокон, мінеральних речовин та біологічно активних сполук у хлібі без суттєвого погіршення його органолептичних показників.

Отримані результати розширюють наукові уявлення про використання водних рослин як джерела функціональних інгредієнтів у хлібопекарській промисловості та створюють наукове підґрунтя для розроблення нових рецептур хлібобулочних виробів підвищеної харчової цінності.

Виконуючи роботу кваліфікаційну магістрантки, частину дослідження висвітлено у матеріалах VIII Міжнародній науково-технічній конференції «Стан і перспективи харчової науки та промисловості» присвяченій 30-річчю заснування кафедри харчової біотехнології і хімії ТНТУ імені Івана Пулюя.

Кваліфікаційна робота магістра теми «Застосування рослинної сировини у технології виробництва хліба «Оригінального» з проектуванням цеху виробництва пшеничних виробів» представлена пояснювальною запискою, яка включає в себе 97 с., 9 рис., 27 табл., 65 формул, 60 позицій переліку посилань, додатків та апробації у вигляді участі в конференціях.

РОЗДІЛ 1 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

1.1 Аналітичних огляд літературних джерел

1.1.1 Аналіз поживної цінності хліба з борошна вищого сорту

Хліб, виготовлений із пшеничного борошна вищого сорту, є одним із найпоширеніших продуктів щоденного раціону, однак його поживна цінність значно відрізняється від хліба із цілнозернового або менш рафінованого борошна [1, 2]. Це зумовлено технологією виробництва борошна, під час якої видаляються оболонки зерна та зародок – основні джерела мікронутрієнтів, харчових волокон і біологічно активних речовин [3].

За рахунок високого вмісту крохмалю хліб із борошна вищого сорту характеризується високою калорійністю. Так, в середньому 100 г хліба з пшеничного борошна вищого сорту складає : енергетичну цінність: 240 - 260 ккал; білки: 7 - 9 г жири: 0,8 - 1,5 г вуглеводи: 48 - 52 г, з них цукри: 1 - 2 г. Це свідчить про те, що хліб з пшеничного борошна вищого сорту є доступним джерелом енергії, але не обов'язково джерелом повноцінного живлення [4, 5].

Хліб з борошна вищого сорту майже повністю складається з вуглеводів, які швидко засвоюються, оскільки майже весь вуглеводний компонент представлений крохмалем у легко доступній формі [6]. Він має високий глікемічний індекс (ГІ): 70 - 90, і це проявляється швидким підвищенням рівня глюкози в крові, потенційним перевантаженням інсулінової системи та меншою тривалістю насичення порівняно із зерновим хлібом [7]. Тому, для людей із інсулінорезистентністю або діабетом 2 типу регулярне споживання такого продукту є небажаним [8].

Пшеничний хліб містить відносно невелику кількість білка – 7 - 9 %. Ці білки представлені глютенівими фракціями [9]. Наявність глютену та глютеїну має свої вагомні недоліки, зокрема: мають середню біологічну цінність, не є повноцінними за амінокислотним складом, не перекривають добову потребу в амінокислотах та є протипоказом вживання виробів з пшеничного борошна

хворим на непереносимість глютену та глютеїну та целакію [10]. Хоча глютен забезпечує гарну структуру хліба, його харчова цінність обмежена [11].

Хлібобулочні вироби з борошном вищого сорту практично не мають ліпідів (до 1,5 г/100 г), оскільки під час рафінації видаляється зародок, що є головним джерелом жирних кислот у зерні [12]. Тому дані вироби бідні на вміст вітаміну Е, вміст поліненасичених жирних кислот та мають низьку антиоксидантну активність продукту [13].

Також хліб та хлібобулочні вироби властиві низькою наявністю в них вітамінів, зокрема: В₁ (тіамін), В₂ (рибофлавін), В₃ (ніацин), В₆, фолієва кислота та інші [14].

Для хліба виробленого з борошна вищого сорту властива знижена присутність мінералів: заліза, магнію, цинку, калію. Залишається переважно натрій в незначній кількості, що походить із додавання солі під час випічки [15].

Одним із найбільш критичних показників у хлібі з борошна вищого сорту є низький вміст харчових волокон: 0,4 - 1,0 г/100 г [16]. Адже харчові волокна – це комплекс рослинних компонентів клітинної стінки, які не піддаються ферментативному розщепленню в тонкому кишечнику людини, але частково або повністю ферментуються мікрофлорою товстого кишечника. Вони відіграють важливу роль у регуляції травлення, метаболізму та загального стану здоров'я [17].

Сучасне визначення, затверджене Codex Alimentarius (2009), включає до складу харчових волокон як природні рослинні компоненти (клітковина), так і деякі додатково отримані полімери, які демонструють фізіологічний ефект [18].

Харчові волокна є ключовим компонентом збалансованого харчування, оскільки забезпечують нормальну функцію травного тракту, позитивно впливають на метаболізм, знижують ризик хронічних захворювань і покращують структурно-функціональні властивості харчових продуктів [19]. Їхня нестача у раціоні (зокрема при споживанні рафінованих продуктів, таких як хліб вищого сорту) є загальною харчовою проблемою, що потребує корекції [20].

Тому, низька кількість клітковини негативно впливає на: травлення, відчуття ситості, глікемічний контроль, та мікробіоту кишківника [21].

Щодо функціональної цінності, то хліб з борошна вищого сорту практично не має функціональної користі, оскільки він не є джерелом клітковини, не забезпечує довготривалого насичення, містить мало вітамінів та антиоксидантів, не стабілізує рівень глюкози, не підтримує здорову мікробіоту [22]. Тому, його основна роль – енергетична, а не харчова.

Поживна цінність хліба з борошна вищого сорту є обмеженою, і це пов'язано з високим ступенем рафінації зерна. Продукт забезпечує організм енергією, але не містить значної кількості мікронутрієнтів, харчових волокон та антиоксидантів. Він має високий глікемічний індекс та не сприяє довготривалому насиченню [23].

Такий хліб може бути частиною раціону, але з точки зору науки його харчова цінність нижча, функціональна користь мінімальна. Тому, його вживання варто збалансовувати продуктами з високим вмістом клітковини, білків та вітамінів. Тому додавання до складу рецептури компонентів рослинного походження збагаченого клітковиною та іншими нутрієнтами є надзвичайно актуальним. Саме такою сировиною є борошно з латаття [24].

1.1.2 Вплив втрат поживних речовин на харчову цінність хліба з борошна вищого сорту

У ході технологічного процесу виробництва борошна вищого сорту втрати поживних речовин суттєво змінюють харчову цінність готових хлібобулочних виробів. Оскільки більша частина вітамінів, мінералів, харчових волокон та антиоксидантів зосереджена в структурних компонентах зерна і видаляється під час переробки зернівки пшениці на борошно вищого сорту, хліб із такого борошна є продуктом з високою енергетичною, але низькою біологічною цінністю [25, 26].

Згідно з рекомендаціями EFSA (2010) та WHO (2003), зернові продукти повинні забезпечувати значну частку добової потреби у мікронутрієнтах і

харчових волокнах, проте хліб із борошна вищого сорту не відповідає цим вимогам через суттєве зниження вмісту харчових компонентів [27].

Найважливішим аспектом рафінації є зменшення вмісту харчових волокон. У процесі помелу втрачається до 90 - 95 % клітковини, що призводить до зниження фізіологічної цінності продукту. Споживання рафінованих продуктів з низьким вмістом харчових волокон асоціюється з погіршенням моторики кишечника, зменшенням тривалості насичення, порушенням глікемічного контролю та зниженням продукції коротколанцюгових жирних кислот мікрофлорою товстої кишки [28].

Наукові дослідження доводять, що низьке споживання клітковини є фактором ризику розвитку ожиріння, цукрового діабету 2 типу та серцево-судинних захворювань [29].

Іншим суттєвим недоліком рафінації є зниження вмісту вітамінів і мінералів. Вітаміни групи В локалізовані переважно у висівках та алеїроновому шарі зерна, тому у хлібі з борошна вищого сорту зберігається лише 10 - 15 % їх початкового вмісту. Дефіцит цих вітамінів призводить до порушення енергетичного обміну, зниження синтезу нейромедіаторів та зростання ризику дефіцитних станів у вразливих груп населення [30].

Під час переробки зерна на борошно вищого сорту втрачається близько 70 - 80 % мінеральних речовин, зокрема заліза, магнію, цинку та калію, що негативно впливає на мінеральну щільність раціону та може сприяти розвитку анемії, порушень нервової й серцево-судинної систем та зниженню імунної відповіді [31].

Значними є також втрати антиоксидантів і біологічно активних сполук, оскільки фенольні речовини та токоферолі зосереджені переважно у висівках і зародку. Антиоксидантна активність борошна вищого сорту знижується на 85 - 95 %, що підвищує окисний стрес і зменшує захисний потенціал продукту [32].

Видалення зародка призводить до втрати поліненасичених жирних кислот і вітаміну Е, що знижує ліпідну та антиоксидантну цінність хліба [33].

Водночас відносний вміст крохмалю у борошні вищого сорту зростає до 80 - 85 %, що підвищує глікемічний індекс хліба до 70 - 90, спричиняючи швидке підвищення рівня глюкози в крові, короточасне насичення та зростання інсулінового навантаження [34].

Отже, втрати поживних речовин у процесі рафінації зерна призводять до істотного зниження харчової та біологічної цінності хліба з борошна вищого сорту. Продукт зберігає переважно енергетичну функцію, що обґрунтовує доцільність його збагачення рослинною сировиною з високим вмістом клітковини та біологічно активних речовин, зокрема борошном з латаття [25, 34].

1.1.3 Характеристика натуральної сировини рослинного походження для покращення харчової цінності хліба з борошна вищого сорту

Хліб із пшеничного борошна вищого сорту потребує збагачення натуральними інгредієнтами, оскільки в процесі рафінації зерна втрачається значна частина харчових волокон, мінеральних речовин, вітамінів і антиоксидантів. Унаслідок цього готові хлібобулочні вироби характеризуються високою енергетичною, але низькою біологічною та функціональною цінністю [25, 26]. Додавання рослинної сировини дозволяє не лише компенсувати зазначені втрати, а й сформувати функціональні властивості хліба, підвищити його поживну цінність та розширити асортимент оздоровчих виробів [29].

Дані літературних джерел узагальнюють основні групи натуральної рослинної сировини, що використовуються у технології хлібопекарських виробів для компенсації дефіциту нутрієнтів, характерного для борошна вищого сорту. Представлена класифікація демонструє вплив різних видів рослинних інгредієнтів на харчову та функціональну цінність хліба з урахуванням їх хімічного складу [22].

Першу групу становлять джерела харчових волокон, серед яких найбільш поширеними є висівки, яблучна клітковина, інουλін та інші волокнисті добавки. Оскільки хліб із борошна вищого сорту містить мінімальну кількість клітковини, використання цих компонентів дозволяє суттєво підвищити вміст харчових

волокон, знизити глікемічний індекс виробу та покращити функціональний стан травної системи. Розчинні волокна, зокрема інулін і пектини, виконують пребіотичну функцію, сприяючи нормалізації кишкової мікробіоти [19, 29].

До другої групи належать білкові рослинні компоненти, такі як соєве, нутове, гречане борошно, а також насіння льону й чіа. Вони характеризуються підвищеним вмістом білка з кращим амінокислотним профілем порівняно з пшеничним білком, що дає змогу збалансувати білковий склад хліба, підвищити його поживність і покращити структуру м'якушу [9].

Третю групу утворюють джерела антиоксидантів – порошки ягід, виноградна вичавка, зелений чай та інші рослинні екстракти. Вони багаті на поліфенольні сполуки, флавоноїди та вітаміни з високою антиоксидантною активністю. Їх використання у рецептурі хліба частково компенсує втрати антиоксидантів, що виникають унаслідок рафінації зерна, знижує інтенсивність окисних процесів та може подовжувати термін зберігання готових виробів [13].

До четвертої групи належить мінерально-вітамінна рослинна сировина, зокрема гарбузове, амарантове, кукурудзяне борошно та овочеві порошки. Вони є джерелом магнію, заліза, цинку, калію, а також каротиноїдів і фолатів, що дозволяє збагатити хліб мікронутрієнтами та підвищити його біологічну цінність для різних груп населення [31].

Особливе місце у таблиці займає рослинна сировина, яка є ще не достатньо вивчена та досліджена науковцями та виробниками – борошно з кореню латаття. Це інноваційний інгредієнт, що має високий вміст харчових волокон, природних антиоксидантів та мінералів, а також характеризується повільною гідролізою крохмалю, що може знижувати глікемічний індекс хліба. Крім поживних властивостей, борошно з латаття проявляє важливі технологічні переваги: покращує вологоутримання тіста, сприяє рівномірній пористості, а також може позитивно впливати на аромат і колір виробу. Завдяки цим властивостям латаття є перспективним інгредієнтом для створення хлібобулочних виробів оздоровчого призначення [35].

Таблиця 1.1 – Натуральна рослинна сировина для підвищення харчової цінності хліба

Група рослинної сировини	Джерела	Ключові корисні компоненти	Очікуваний ефект у хлібі
Джерела харчових волокон	Пшеничні, житні та вівсяні висівки; яблучна клітковина; інулін	Нерозчинні й розчинні волокна, β -глюкани, пектини	Підвищення вмісту клітковини, зниження ГІ, покращення травлення
Білкові рослинні компоненти	Соєве, нутове, гречане борошно; насіння льону, чіа	Білок з високою біологічною цінністю, ПНЖК, лізин	Поліпшення білкового складу, краща структура м'якшу
Антиоксидантна сировина	Порошки ягід (чорниця, обліпиха), виноградна вичавка, зелений чай	Поліфеноли, флавоноїди, віт. С та Е	Підвищення антиоксидантного потенціалу, подовження терміну зберігання
Мінерально-вітамінні компоненти	Гарбузове, кукурудзяне, амарантове борошно; порошки овочів	Магній, калій, цинк, залізо, каротиноїди	Збагачення мікронутрієнтами, покращення кольору та аромату
Інноваційна рослинна сировина	Борошно з кореня латаття	Клітковина, природні антиоксиданти, мінерали, крохмаль з низьким ГІ	Підвищення функціональної цінності, покращення структури тіста, оптимізація вологості

Аналіз натуральної рослинної сировини, що використовується для збагачення хлібобулочних виробів, свідчить про її високу ефективність у підвищенні харчової, біологічної та функціональної цінності хліба, виготовленого з пшеничного борошна вищого сорту. Хоча традиційне рафіноване борошно забезпечує добрий об'єм і технологічні властивості тіста, воно значно збіднене на харчові волокна, мінерали, вітаміни та антиоксиданти. Використання рослинних добавок – таких як клітковина, висівки, борошно з бобових, природні антиоксиданти, фруктових-овочевих порошки та сировина з підвищеним вмістом біологічно активних речовин – дозволяє компенсувати ці втрати та сформувати хліб із значно вищою поживною та фізіологічною цінністю.

Особливо перспективним є застосування нетрадиційних видів борошна, зокрема борошна з кореню латаття, яке вирізняється збалансованим мінеральним складом, високою кількістю харчових волокон, природних пектинів і антиоксидантних поліфенолів. Цей інгредієнт не лише збагачує хліб важливими нутрієнтами, але й покращує його структурно-механічні характеристики, підвищує вологоутримання, сприяє формуванню рівномірної пористості та уповільнює процеси черствіння [34].

Таким чином, рослинна сировина виступає ефективним засобом створення оздоровчих та функціональних хлібобулочних виробів, відповідаючи сучасним тенденціям раціонального харчування та запитам споживачів щодо продукції з підвищеною біологічною цінністю. Її використання є науково обґрунтованим напрямом удосконалення рецептури хліба з борошна вищого сорту та розширення асортименту продукції поліпшеного складу [25, 34].

1.1.4 Характеристика борошна з латаття, як інноваційної рослинної сировини

Сучасна хлібопекарська промисловість дедалі більше орієнтується на розроблення продуктів функціонального та оздоровчого призначення, що зумовлює зростання інтересу до інноваційної рослинної сировини. У цьому контексті перспективним є використання борошна з кореню латаття як інгредієнта для підвищення харчової та функціональної цінності хлібобулочних виробів [25, 26].

Корінь латаття традиційно застосовувався у народній харчовій практиці, проте в останні роки привертає увагу науковців завдяки високому вмісту харчових волокон, біологічно активних сполук та мінеральних речовин. На відміну від пшеничного борошна вищого сорту, яке є висококрохмалистим і бідним на мікронутрієнти, борошно з кореню латаття забезпечує комплекс поживних компонентів, що істотно підвищують біологічну й функціональну цінність хліба [35].

Таблиця 1.2 – Хімічний склад і поживні властивості борошна з кореню латаття

Показник	Середнє значення / діапазон	Харчова та технологічна характеристика
Вологість, %	8 - 12	Забезпечує тривале зберігання та стабільність продукту.
Білки, %	7 - 9	Білки рослинного походження; не формують клейковини, але підвищують поживність.
Жири, %	0,4 - 1,0	Дуже низький вміст, стійкість до окиснення, добрий термін зберігання.
Вуглеводи, %	70 - 75	Основний компонент – крохмаль із повільним глікемічним розпадом.
Харчові волокна, %	8 - 12	Покрашують травлення, знижують ГІ, підвищують ситість, впливають на структуру тіста.
Пектини, %	2- 4	Підвищують вологоутримання, покращують пористість і м'якість хліба.
Зола, %	2,5 - 3,5	Високий вміст мінералів порівняно з пшеничним борошном в/с.
Кальцій (Ca), мг/100 г	40 - 70	Сприяє мінералізації кісток, відновлює мінеральну цінність хліба.
Магній (Mg), мг/100 г	30 - 55	Потрібний для ферментів, нервової системи та метаболізму.
Калій (K), мг/100 г	250 - 350	Регуляція водно-сольового балансу, підтримка серцевої діяльності.
Фосфор (P), мг/100 г	80 - 120	Участь в енергетичних реакціях організму.
Залізо (Fe), мг/100 г	1,5 - 2,5	Підвищує харчову цінність, профілактика анемії
Антиоксидантні поліфеноли, мг/100 г	25 - 60	Виражений протизапальний та антиоксидантний ефект.
Енергетична цінність, ккал/100 г	290 - 310	Калорійність, подібна до злакових борошен, але функціональна цінність вища.

Хімічний склад і поживні властивості борошна з кореню латаття (табл. 1.2) свідчать про його високу харчову та функціональну цінність, яка перевищує поживні можливості пшеничного борошна вищого сорту. Застосування цього інгредієнта дозволяє компенсувати дефіцит клітковини, мінеральних речовин і антиоксидантів у рафінованих хлібобулочних виробках, одночасно покращуючи їх структурно-технологічні характеристики [35].

Борошно з кореню латаття характеризується високим вмістом харчових волокон (клітковини та пектинів), що стимулюють травлення та сприяють нормалізації глікемічного індексу; наявністю природних антиоксидантів – поліфенолів, флавоноїдів і танінів; значним мінеральним складом (калій,

кальцій, магній, фосфор); повільною гідролізою крохмалю, яка знижує швидкість підвищення рівня глюкози в крові, а також помірним умістом білка, що покращує загальний амінокислотний баланс хліба [35].

Отже, борошно з кореню латаття компенсує основні втрати, характерні для пшеничного борошна вищого сорту, зокрема дефіцит харчових волокон, антиоксидантів і мінеральних речовин. Завдяки наявності біологічно активних компонентів воно забезпечує зниження глікемічної відповіді, підвищення відчуття ситості, антиоксидантний захист, пребіотичний ефект та позитивний вплив на ліпідний обмін, що дозволяє віднести його до перспективних інгредієнтів функціонального харчування [36].

Поряд із поживними властивостями борошно з кореню латаття має низку технологічних переваг, зокрема високу вологоутримувальну здатність, покращення стабільності тіста та рівномірності пористості м'якушу, а також позитивний вплив на колір і аромат готових виробів. Оптимальне дозування (2 - 10 %) дозволяє збагачувати хліб без погіршення його технологічних властивостей [36].

Таблиця 1.3 – Порівняльна характеристика пшеничного борошна вищого сорту та борошна з кореню латаття

Показник	Пшеничне борошно вищого сорту	Борошно з кореню латаття
Харчові волокна	0,4 - 1,0 %	8 - 15 % (залежно від виду та способу сушіння)
Антиоксиданти	Дуже низький вміст	Високий вміст поліфенолів і флавоноїдів
Мінерали (К, Mg, Са, Р)	Збіднений склад	Значна кількість, природне походження
Глікемічний індекс	70 - 90 (високий)	Низький або середній (повільна гідроліза крохмалю)
Білок	7 - 9 % (глютеніві фракції)	5 - 10 %, покращує амінокислотний профіль суміші
Крохмаль	Легко засвоюваний, швидко підвищує глюкозу	Повільно гідролізується, стабілізує глікемію
Функціональні властивості	Відсутні	Пребіотична, антиоксидантна, метаболічна дія
Технологічний вплив	Надає об'єм, але потребує покращувачів	Покращує вологоутримання, стабілізує пористість
Сенсорні властивості	Нейтральні	Приємний кремовий відтінок, легкий горіховий аромат

Порівняльна характеристика пшеничного борошна вищого сорту та борошна з кореню латаття (табл. 1.3) демонструє суттєві відмінності в їх харчовій, функціональній і біологічній цінності. Якщо пшеничне борошно виконує переважно енергетичну функцію, то борошно з кореню латаття проявляє пребіотичну, антиоксидантну та метаболічну дію, що значно розширює його фізіологічну роль у складі хлібобулочних виробів [26, 37].

Таким чином, борошно з кореню латаття є перспективною функціональною сировиною, здатною компенсувати нутрієнтні та технологічні недоліки пшеничного борошна вищого сорту і забезпечити створення інноваційних хлібобулочних виробів оздоровчого призначення, що відповідають сучасним вимогам раціонального харчування [36, 37].

1.1.5 Патентний пошук

Проведений патентний пошук у відкритих джерелах патентної інформації України за останні 10 років свідчить про відсутність запатентованих технічних рішень, що безпосередньо стосуються використання борошна з кореню латаття (*Nymphaea spp.*) у хлібопекарському виробництві [38, 39, 40]. Це підтверджує актуальність обраної тематики та наявність значного науково-технологічного потенціалу для подальших досліджень і практичних розробок.

Патентний пошук здійснювався з використанням Спеціальної інформаційної системи УКРНОІВІ (CIC), яка є офіційним відкритим джерелом інформації про винаходи та корисні моделі, зареєстровані в Україні [38].

За результатами проведеного пошуку не виявлено патентів України, у яких борошно з кореню латаття було б зазначене як інгредієнт рецептури хліба або як функціональна добавка у технології хлібопекарських виробів [38, 39]. Також відсутні охоронні документи, що описують способи використання сировини з рослин роду *Nymphaea* у складі тіста або для підвищення харчової чи функціональної цінності хліба.

Водночас у патентному фонді України наявні суміжні технічні рішення, пов'язані з виробництвом хліба та хлібобулочних виробів із додаванням

альтернативної рослинної сировини – зокрема борошна кіноа, амаранту, гречки, бобових культур, а також різних видів клітковини та рослинних порошоків [40]. Ці патенти підтверджують загальну тенденцію до використання нетрадиційної рослинної сировини як джерела харчових волокон, мінеральних речовин і біологічно активних компонентів у хлібопекарській галузі, проте латаття у них не розглядається.

Аналіз патентів України свідчить, що використання борошна з водяних рослин, зокрема латаття, у хлібопекарському виробництві в патентних документах не зафіксовано.

Таким чином, результати патентного пошуку дозволяють зробити висновок, що в Україні напрям використання борошна з кореню латаття у технології хліба є новим і недостатньо освоєним. Відсутність прямих аналогів серед чинних патентів України свідчить про наявність наукової та практичної новизни дослідження.

На основі проведеного патентного аналізу можна стверджувати, що розробка технології хлібобулочних виробів із використанням борошна з кореню латаття:

- як джерела харчових волокон і мінеральних речовин;
- у рецептурах оздоровчого та функціонального призначення;
- у поєднанні з пшеничним борошном вищого сорту та іншими рослинними інгредієнтами;
- з урахуванням реологічних, органолептичних і фізіологічних показників
- не має прямих аналогів у патентному фонді України, що підтверджує наукову доцільність і перспективність обраного напрямку дослідження.

1.2 Мета, об'єкт, предмет та методи досліджень

Мета кваліфікаційної роботи магістра – обґрунтування, розробка та удосконалення рецептури хліба «Оригінальний», технології виробництва з

додаванням інноваційної сировини – борошна з коріння латаття, а також проєктування цеху хлібобулочних виробів

Для досягнення мети необхідно виконання наступні завдання завдань:

- Аналіз літературних та патентних джерела та матеріалів про використання інноваційної рослинної сировини – борошна з кореня латаття при виробництві хлібобулочних виробів.

- Дослідити хімічний склад та харчову цінність борошна з кореня латаття і порівняти його з показниками пшеничного борошна вищого сорту.

- Обґрунтувати та замінити можливі частки пшеничного борошна вищого сорту борошном на борошно з кореня латаття у рецептурі хліба.

- Вивчити вплив борошна з кореня латаття на технологічні властивості тіста та процес випікання хліба.

- Оцінити показники якості готових хлібобулочних виробів. Визначити доцільність використання борошна з кореня латаття для створення хліба підвищеної харчової цінності та окреслити перспективи його впровадження у виробництво.

Об'єкт дослідження: рецептура хліба «Оригінальний» та технологія виробництва хліба з борошна вищого сорту.

Предмет досліджень: борошно з кореня латаття.

Методи та методики досліджень: загальноприйняті, згідно стандартів.

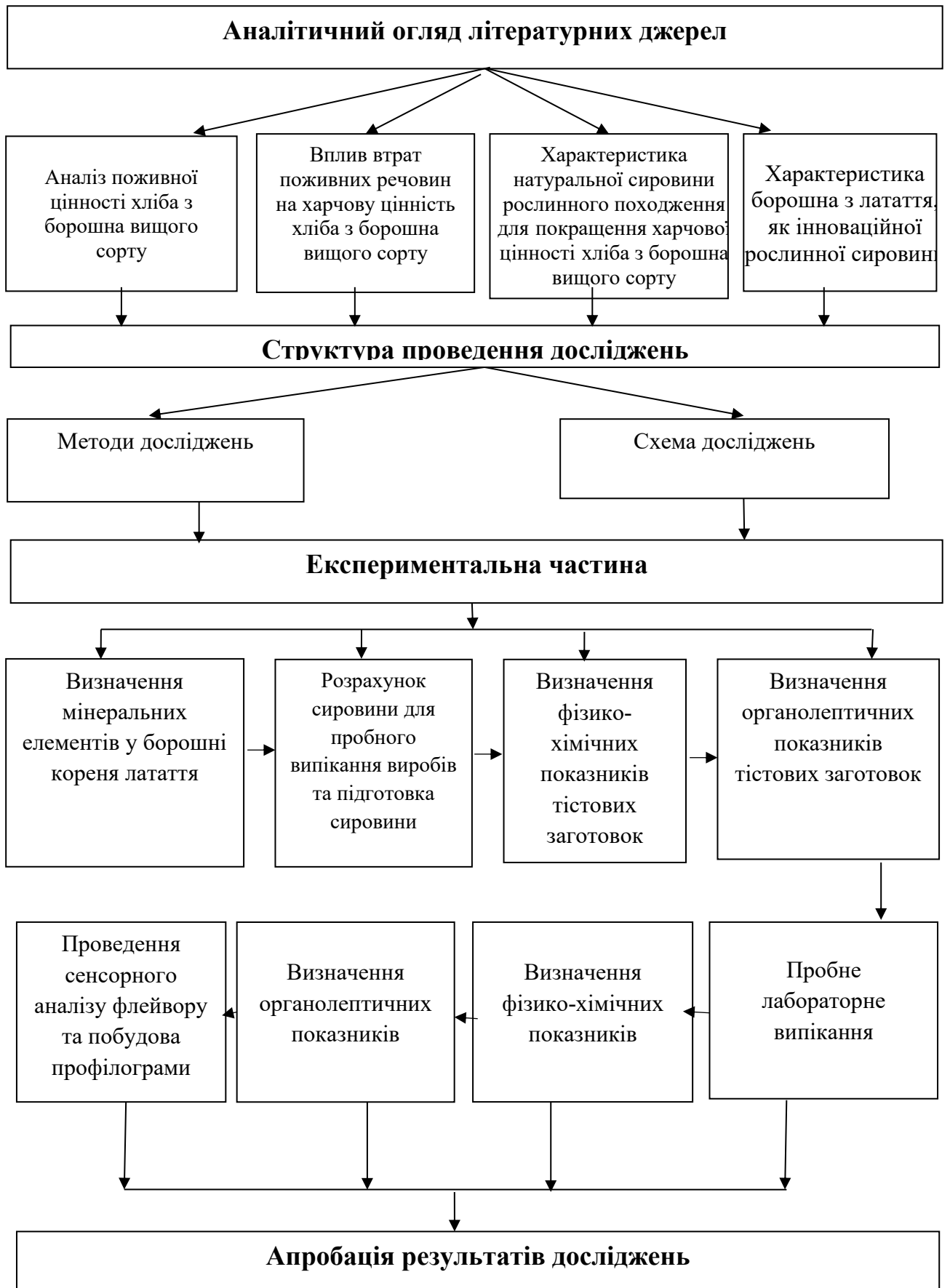


Рис. 1.1. Схема проведення експериментальних досліджень

1.3 Результати досліджень

У ході дослідження у класичній рецептурі хліба було здійснено часткову заміну пшеничного борошна вищого сорту на борошно з кореня латаття та проведено комплексну оцінку впливу такої заміни на показники якості тіста і готових хлібобулочних виробів. Отримані результати підтвердили доцільність використання борошна з кореня латаття як інгредієнта для підвищення харчової цінності хліба.

Підвищення вмісту харчових волокон, мінеральних речовин і біологічно активних сполук у готових виробах пояснюється хімічним складом борошна з кореня латаття, яке містить значну кількість структурних полісахаридів та мікронутрієнтів, відсутніх або наявних у незначній кількості у пшеничному борошні вищого сорту. Це зумовлює зростання фізіологічної цінності хліба та розширює його функціональні властивості.

Незважаючи на зниження частки глютенів білків у рецептурі, структура тіста та формування м'якушки залишалися задовільними, що свідчить про можливість застосування борошна з кореня латаття в обґрунтованих кількостях без істотного погіршення хлібопекарських властивостей.

Усі дослідження проводились у лабораторіях кафедри харчової біотехнології і хімії ТНТУ.

1.3.1 Визначення мінеральних елементів у борошні кореня латаття

Латаття – це рослина багата мікро та макроелементи. Оскільки хліб «Оригінальний» це хліб, який бідний на макро та мікро елементи (за рахунок основної сировини - борошна вищого сорту), актуальним є питання збагачення цих видів хліба сировиною багатою на мінеральні елементи.

Тому на першому етапі нашої роботи ми провели дослідження кількісного та якісного показника макро і мікроелементів у борошні кореня латаття.

Результати цих досліджень приведені у табл. 1.4.

Таблиця 1.4 – Вміст мінеральних елементів у борошні кореня латаття (*Nymphaea* spp.)

Елемент	Вміст, мг/100 г сухої речовини	Біологічне значення
Калій (K)	1100	Регуляція водно-сольового балансу, робота серцево-судинної системи
Кальцій (Ca)	190	Формування кісткової тканини, участь у ферментативних процесах
Магній (Mg)	140	Функціонування нервової та м'язової систем
Фосфор (P)	250	Енергетичний обмін, складова АТФ
Натрій (Na)	50	Осмотичний баланс, нервова провідність
Залізо (Fe)	8,0	Участь у кровотворенні
Цинк (Zn)	3,0	Імунна функція, ферментативна активність
Марганець (Mn)	2,5	Антиоксидантні ферментні системи
Мідь (Cu)	1,0	Обмін заліза, синтез сполучної тканини
Кобальт (Co)	сліди ($\leq 0,05$)	Компонент вітаміну B ₁₂

Аналіз мінерального складу кореня латаття свідчить про його високу потенційну цінність як джерела макро- та мікроелементів у складі харчових продуктів. Найбільшу частку серед мінеральних елементів становить калій, вміст якого у сухій речовині кореня латаття значно перевищує показники пшеничного борошна вищого сорту. Підвищений вміст калію є важливим з огляду на його роль у регуляції водно-сольового балансу, функціонуванні серцево-судинної системи та нервової провідності. Включення борошна з кореня латаття до рецептури хліба сприяє компенсації дефіциту цього елемента у виробах із рафінованого пшеничного борошна.

Суттєве значення має також вміст фосфору та магнію. Фосфор є ключовим елементом енергетичного обміну, входить до складу АТФ і фосфоліпідів клітинних мембран, тоді як магній бере участь у роботі понад 300 ферментативних систем. У пшеничному борошні вищого сорту вміст цих елементів значно знижений через вилучення алеїронового шару та зародка зерна, тому використання борошна з кореня латаття дозволяє підвищити мінеральну повноцінність хліба.

Вміст кальцію у корені латаття, хоча і не є надзвичайно високим, перевищує його концентрацію у хлібі з борошна вищого сорту, що має значення

для підтримання кальцієвого балансу в раціоні. Особливо актуальним це є для груп населення з підвищеною потребою в кальції.

Серед мікроелементів особливу увагу привертає залізо, яке необхідне для процесів кровотворення та транспорту кисню. Пшеничне борошно вищого сорту характеризується низьким вмістом доступного заліза, тоді як корінь латаття містить його у значно вищих концентраціях. Наявність цинку, марганцю та міді додатково підвищує біологічну цінність борошна з кореня латаття, оскільки ці елементи входять до складу антиоксидантних ферментів і беруть участь у регуляції імунних та обмінних процесів.

Важливим аспектом є те, що вміст важких металів у корені латаття за умови заготівлі сировини з екологічно чистих водойм не перевищує гранично допустимих норм, що дозволяє розглядати борошно з кореня латаття як безпечний харчовий інгредієнт. Разом з тим, ця особливість підкреслює необхідність контролю місць збору рослинної сировини, оскільки водні рослини здатні акумулювати елементи з навколишнього середовища.

Таким чином, мінеральний склад кореня латаття є значно багатшим порівняно з пшеничним борошном вищого сорту, а його використання у складі хлібобулочних виробів сприяє підвищенню мінеральної та біологічної цінності продукту, що підтверджує доцільність і перспективність застосування цієї нетрадиційної рослинної сировини у хлібопекарській промисловості.

1.3.2 Розрахунок сировини для пробного випікання виробів та підготовка сировини

Початок досліджень з технології виробництва хліба передувє розрахунок рецептури сировини. Контрольним хлібним виробом у нас є хліб «Оригінальний».

Підставою замінити 100% борошна вищого сорту на 5%, 7% та 10% борошна кореня латаття став аналіз бази даних літературних джерел. Тому було проведено розрахунок рецептур для хлібів: «Оригінальний 5», в якому 5% борошна вищого сорту замінили на борошно кореня латаття, «Оригінальний 7»,

де замінили 7% борошна вищого сорту на відповідний відсоток борошна кореня латаття, та «Оригінальний 10», де відповідно було проведено заміну 10% борошна вищого сорту на борошно кореня латаття. Розраховані рецептури приведені у табл. 1.5.

Таблиця 1.5 – Рецепт хліба №2 «Оригінальний 5», «Оригінальний 7» та «Оригінальний 10»

Сировина і напівфабрикати	«Оригінальний»	«5»	«7»	«10»
Борошно пшеничне вищого сорту	100	95	93	90
Борошно кореня латаття	-	5	7	10
Дріжджі пресовані	2,0	2,0	2,0	2,0
Олія соняшникова	2,0	2,0	2,0	2,0
Цукор білий	3,0	3,0	3,0	3,0
Сіль кухонна харчова	1,5	1,5	1,5	1,5
Глофа-екстракт	1,5	1,5	1,5	1,5
Вода	52,28	52,3	52,3	52,3
<i>Разом</i>	162,28	162,28	162,28	162,28

1.3.3 Пробне лабораторне випікання

Пробне лабораторне випікання хліба проводили з метою оцінки впливу часткової заміни пшеничного борошна вищого сорту на борошно з кореня латаття на технологічні та якісні показники виробів. Тісто готували безопарним способом за класичною рецептурою з внесенням борошна з кореня латаття у визначеній кількості 5%, 7% та 10%. Після замішування тісто піддавали бродінню за контрольованих температурних умов, здійснювали формування заготовок та їх остаточну розстойку. Випікання проводили у лабораторній печі за встановленого температурного режиму до досягнення готовності виробів, після чого хліб охолоджували та використовували для подальшої оцінки фізико-хімічних і органолептичних показників.

Відповідно до рецепту підготовлені інгредієнти вносили у діжу до замішування. Проміжні етапи виробництва тіста показано на рис. 1.2 – 1.4



Рис. 1.2. Виробництво тіста для хліба «Оригінальний 5»



Рис. 1.3. Виробництво тіста для хліба «Оригінальний 7»



Рис. 1.4. Виробництво тіста для хліба «Оригінальний 10»

Наступним етапом проведення наших досліджень стало визначення фізико-хімічних показників тістових заготовок, які наведені в табл. 1.6

Таблиця 1.6 – Фізико – технологічні властивості тіста

Показник	Оригінальний 5%	Оригінальний 7%	Оригінальний 10%
Масова частка вологи в мякушці, %	1	1	1
Початкова температура, °С	25	25	25
Тривалість бродіння, хв	120	120	120
Кислотність кінцева, град.	2,7	2,8	3,0
Тривалість вистоювання тістових заготовок, хв	40	40	40
Тривалість випікання, хв	40	40	40
Розпливання кульки тіста за період бродіння, % до початкового діаметру	85	85	90

Готовність хліба визначали показником термометра в середині готового продукту, яка становила 96 °С.

1.3.4 Фізико-хімічні показники якості готови виробів

Згідно стандарту СОУ 15.8-37-00389676-559:2007. Хліб і хлібобулочні вироби. Технічні умови [41], було проведено визначення якості хлібів на відповідність даному стандарту. Результати досліджень приведені в табл. 1.7.

Таблиця 1.7 – Фізико-хімічні показники якості готових виробів

Показники	«Оригінальний 5»	«Оригінальний 7»	«Оригінальний 10»
Масова частка вологи в мякушці, %	43	43	45
Питомий об'єм, см ³ /г	65	65	68
Пористість, %	75	75	73
Кислотність, град.	2,3	2,3	2,5
Збереження свіжості, %	65	65	65

За результатами проведених досліджень встановлено, що хлібобулочні вироби, виготовлені з частковою заміною пшеничного борошна вищого сорту на

борошно з кореня латаття, за основними фізико-хімічними показниками безпеки відповідають вимогам чинних нормативних документів ДСТУ для хліба пшеничного. Показники вологості, кислотності, пористості та стану м'якушки перебували в межах допустимих норм, встановлених стандартами.

1.3.5 Органолептична та сенсорна оцінка виробів пробного випікання

Органолептичну та сенсорну оцінку хлібобулочних виробів пробного випікання проводили з урахуванням основних показників якості, зокрема зовнішнього вигляду, форми, стану поверхні, кольору скоринки, структури та еластичності м'якушки, смаку й аромату. Оцінювання здійснювали після повного охолодження виробів.

На завершальному етапі проведено оцінювання виробів хлібів із додаванням борошна корення латаття органолептичним методом.



Рис. 1.5. Готові хлібні вироби

Результати органолептичного оцінювання хлібобулочних виробів, проведеного за бальною шкалою, узагальнені та наведені в табл. 1.8. Оцінювання здійснювали з урахуванням основних показників якості, зокрема зовнішнього вигляду, стану поверхні, кольору м'якушки, пористості, смаку та аромату виробів. Згідно з установленими вимогами, хлібобулочна продукція допускається до споживання та реалізації за умови отримання сумарної оцінки не менше 9 балів,

що свідчить про її відповідність нормативним показникам якості та споживчої придатності.

Таблиця 1.8 – Органолептична оцінка хлібобулочних виробів

№ з/п	Назва показника	Хліб		
		«Оригінальний 5»	«Оригінальний 7»	«Оригінальний 10»
1	Зовнішній вигляд: Форма	Хлібина повністю відповідає формі у якій випікалась, без пустот та деформацій		
2	Поверхня скоринки	Здебільшого гладка без підривів, тріщин, пухирів	Здебільшого гладка без підривів, тріщин, пухирів	Здебільшого гладка без підривів, тріщин, пухирів
3	Колір скоринки	Рівномірний, рум'яний, без підгорілих місць		
4	Стан м'якушки: Колір	Коричневий	Коричневий	Темно-коричневий
5	Рівномірність забарвлення	Рівномірне		
6	Еластичність	Відмінна	Відмінна	Середня
7	Пористість: -за крупністю	Середня	Середня	Дрібна
8	-за рівномірністю	Рівномірна	Рівномірна	Нерівномірна
9	-за товщиною стінок пор	Середня	Середня	Середня
10	Липкість	Відсутня	Відсутня	Відсутня
11	Смак	Приємний, властивий хлібу з рослинною сировиною з легким присмаком горіха,	Приємний, властивий хлібу з рослинною сировиною з легким присмаком горіха	Неприємний, гірчить
12	Аромат	Приємний, властивий хлібу з рослинною сировиною з легким ароматом горіха	Приємний, властивий хлібу з рослинною сировиною з легким ароматом горіха	Неприємний, невластивий властивий хлібу.
13	Грудкування під час розжовування	Відсутнє	Відсутнє	Наявне
14	Крихкість	Відсутня	Відсутнє	Відсутнє

Приведені результати досліджень свідчать про те, що «Оригінальний 5» та «Оригінальний 7» мають приблизно однакову органолептичну оцінку якості.

Проте хліб «Оригінальний 10» володіє недопустимими смаковими та ароматичними якостями, невластивими хлібобулочним виробам та гірчать.



Рис.1.6. Візуальна оцінка якості хліба

Проводимо дослідження флейвору експериментальних хлібів з метою оцінювання впливу доданої рослинної сировини на формування ароматично-смакового профілю готових виробів.

Таблиця 1.9– Аналіз флейвору експериментальних хлібів.

Показник	Характеристика дескриптора	Інтенсивність характеристик зразків, бал		
		«Оригінальний 5»	«Оригінальний 7»	«Оригінальний 10»
Запах	Властивий хлібу	5	5	3
	Ароматний	5	4	3
Смак	Приємний	4	4	3
	Хлібний	5	5	3
	Рослинний	4	5	3
Загальний вигляд	Структура м'якушки	5	5	4
	Колір	4	4	3
	Стан та поверхня скоринки	4	4	3
	Формостійкість	4	4	3
Сума балів		40	40	28

На рис. 1.7 - 1.9. приведено профілограми флейвору зразків хлібів.

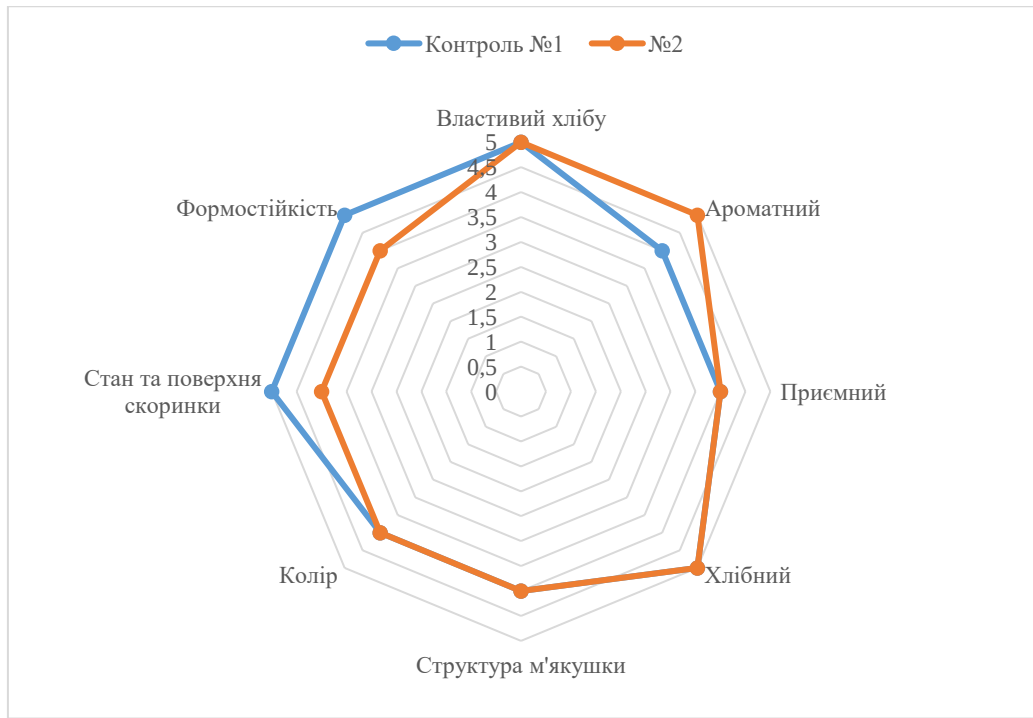


Рис. 1.7. Профілограма флейвору хліб «Оригінальний 5»

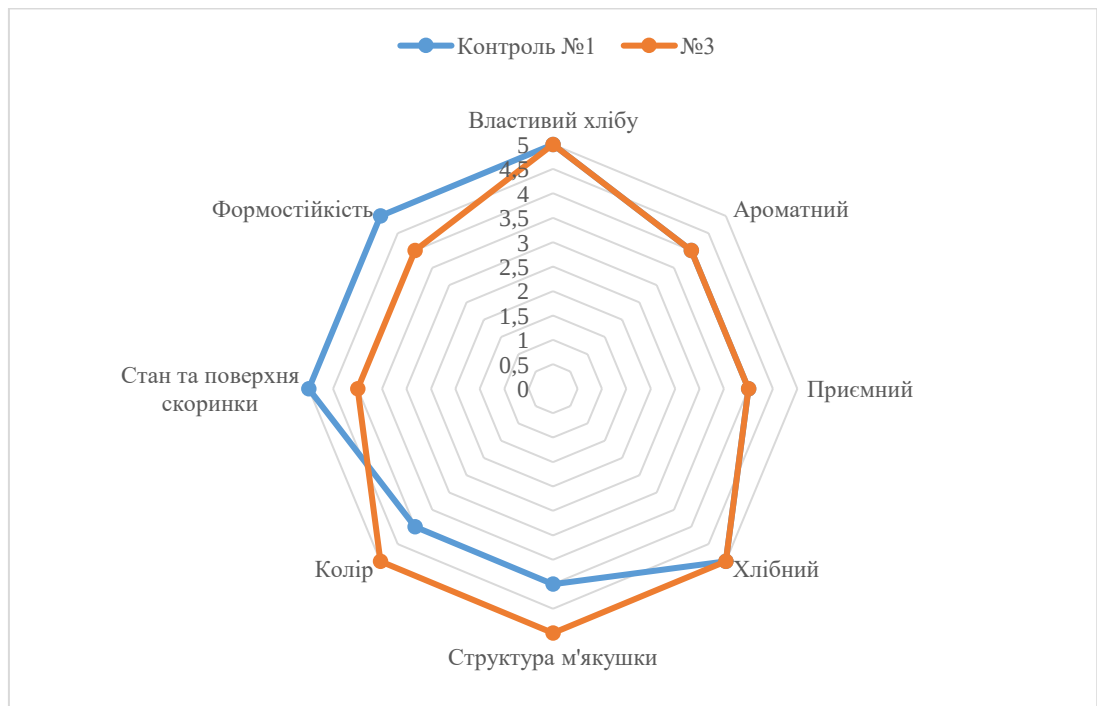


Рис. 1.8. Профілограма флейвору хліб «Оригінальний 7»

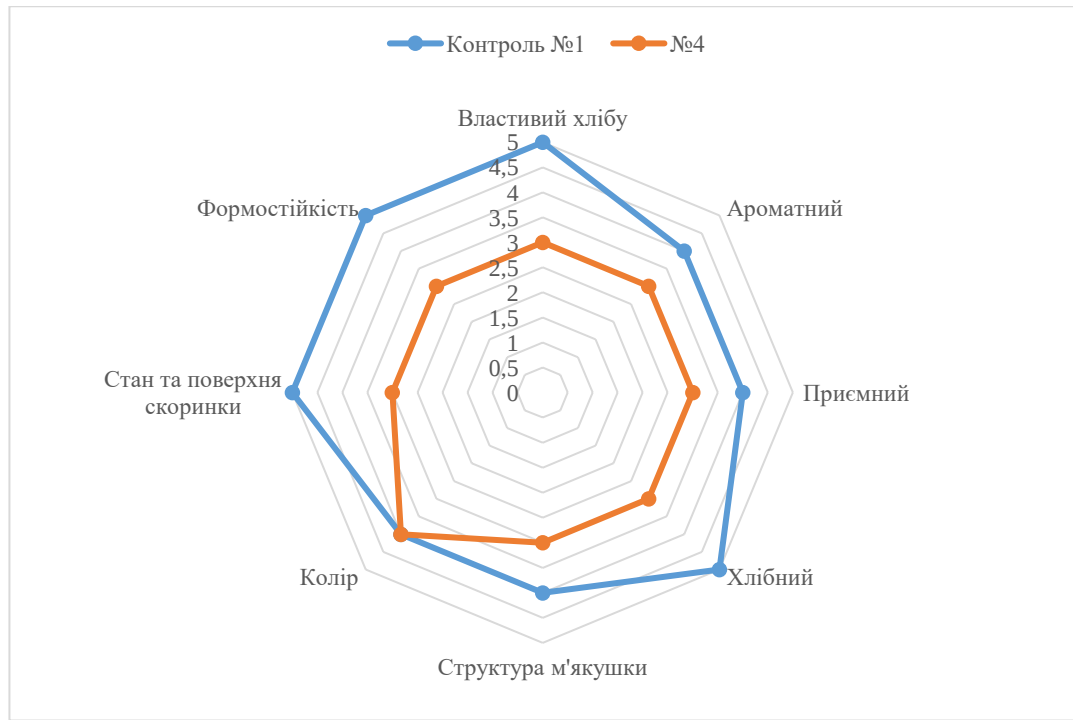


Рис. 1.9. Профілограма флейвору хліб «Оригінальний 10»

Аналіз флейвору експериментальних хлібів показав, що введення рослинних інгредієнтів істотно впливає на формування ароматично-смакового профілю виробів, зумовлюючи появу нових відтінків запаху та післясмаку. Отримані результати свідчать про гармонійне поєднання основного хлібного аромату з характерними нотами доданої сировини, що підвищує сенсорну привабливість і споживчу цінність продукту.

РОЗДІЛ 2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

2.1 Характеристика місця розташування

В умовах інтеграції України до міжнародного економічного простору питання підвищення ефективності виробничих процесів і зростання інвестиційної привабливості набувають особливої актуальності для вітчизняних хлібопекарських підприємств. Це зумовлено тим, що виробництво хліба характеризується значними енергетичними, матеріальними та трудовими витратами, які безпосередньо впливають на собівартість і кінцеву ціну продукції [44]. У зв'язку з цим спостерігається зростання зацікавленості у використанні лікарських, пряних та ароматичних рослин як компонентів, що сприяють підвищенню якості харчових продуктів. Україна при цьому займає провідні позиції в Європі за природними ресурсами, науковим потенціалом і практичними можливостями вирощування та переробки такої сировини.

Рослинна сировина вирізняється високою поживною цінністю та вмістом біологічно активних сполук, що дає змогу використовувати її як альтернативу синтетичним харчовим добавкам. Її застосування у харчових технологіях дозволяє не лише підвищити безпечність продукції, але й суттєво покращити її споживчі властивості.

У цьому контексті розроблення та впровадження удосконалених технологічних рішень щодо використання борошна з латаття у хлібопекарському виробництві є перспективним напрямом. Такі рішення мають важливе значення для коригування якісних характеристик борошняних виробів і стабілізації процесів формування їх споживчих властивостей. Аналіз досвіду країн Європи та США, які пройшли аналогічні етапи розвитку галузі, свідчить про зміну виробничих пріоритетів та активне впровадження нетрадиційних рослинних добавок, що раніше не використовувалися у повсякденному харчуванні. Протягом останнього десятиліття найбільш поширеними тенденціями у виробництві хлібобулочних виробів стали напрями «органічна продукція», «без консервантів і штучних добавок», «етнічні рецептури», «вироби за традиційними

технологіями», «знижений вміст або відсутність алергенів», зокрема «безглютенів» та «функціональні» хлібобулочні вироби. При цьому найбільшим попитом серед споживачів користується хліб із нейтральним, природним смаком без виражених ароматичних домішок [43, 44].

З огляду на значний обсяг споживання хлібобулочних виробів населенням, навіть незначні концентрації потенційно небезпечних хімічних сполук можуть призводити до накопичувального навантаження на організм людини та становити ризик для здоров'я. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, активне використання синтетичних харчових добавок у продуктах харчування та засобах гігієни спричиняє алергічні реакції у 12–18 % населення. У зв'язку з цим у світі стабільно зростає інтерес до застосування культурних і дикорослих лікарських, пряних та ароматичних рослин, а також іншої нетрадиційної сировини. Протягом останніх десяти років світовий попит на таку рослинну сировину в харчовій промисловості щорічно зростає в середньому на 20–30 % [44].

Вибір місця розташування хлібопекарського підприємства визначається комплексом чинників, серед яких ключовими є:

- чисельність населення;
- наявність і розташування сировинних зон постачання;
- кліматичні умови регіону;
- рівень розвитку інфраструктури;

близькість ринків збуту готової продукції.

Хлібопекарська галузь значною мірою залежить від ефективності збуту, оскільки хлібобулочні вироби належать до продукції з обмеженим терміном зберігання. Тому їх реалізація має здійснюватися у максимально стислі терміни з метою забезпечення споживачів свіжими та якісними виробами. Вирішальним фактором під час вибору населеного пункту для розміщення підприємства є чисельність його населення.

З огляду на зазначені чинники, для будівництва хлібопекарського підприємства пропонується Чортківська об'єднана територіальна громада

Тернопільської області з орієнтовною чисельністю населення близько 34 тис. осіб. Одна з найбільших територіальних громад області має потенціал для повного забезпечення місцевого населення якісними хлібобулочними виробами, а також для оперативного постачання продукції до сусідніх громад.

У таблиці 2.1 наведено SWOT-аналіз, у якому детально проаналізовано сильні та слабкі сторони функціонування хлібопекарського підприємства, розміщеного в обраному населеному пункті.

Таблиця 2.1 – SWOT – аналіз для підприємства

Сильні сторони	Слабкі сторони
• Високоякісні вироби; • Конкурентоспроможна цінова політика; • Розширений асортимент; • Локальність для споживачів; • Кваліфікований персонал; • Енергоефективність.	• Рекламна компанія з «нуля»; • Невідомий бренд. • Нестача персоналу • Дороговартісне обладнання
Можливості	Загрози
• Посилення асортименту; • Розбудовування мережі сучасних енергоефективних пекарень з виробництва здоби; • Зростання реальної заробітної плати.	• Висока конкурентність; • Поява конкурентів у кроковій доступності; • Збільшення ціни на сировини, що поставляється.

2.2 Характеристика сировинної зони

Сировинна зона запропонованого проекту формується з урахуванням наявності в Тернопільській області обмеженої кількості борошномельних підприємств, комбінатів і млинів, що спеціалізуються на виробництві борошна. Оскільки борошно є базовою сировиною для виготовлення хлібобулочних виробів, зазначені підприємства незалежно від форми власності, навіть за умов складної економічної ситуації в країні, забезпечують стабільне та безперебійне постачання основного інгредієнта.

Крім того, на території області функціонують філії Радехівського цукрового заводу, зокрема в населених пунктах Козова та Збараж та й власне в самому Чорткові, що дозволяє організувати надійне постачання допоміжної

сировини. Загалом аграрна спрямованість Тернопільської області створює сприятливі передумови для реалізації проєкту та мінімізує ризики, пов'язані з забезпеченням виробництва необхідними видами сировини.

Що стосується борошна з кореню латаття, його постачання також не становить суттєвих труднощів, оскільки даний вид продукції виготовляється українськими виробниками і доступний на внутрішньому ринку. Ураховуючи це, використання борошна латаття у рецептурі не призведе до істотного підвищення собівартості та, відповідно, ціни готових булочних виробів.

2.3 Обґрунтування асортименту продукції

У сучасних умовах ринкової економіки, зокрема в галузі виробництва борошняних і хлібобулочних виробів, зростає потреба у впровадженні інвестиційно-інноваційних технологічних рішень, спрямованих на задоволення споживчого попиту на нові та вдосконалені харчові продукти. Застосування керованих біотехнологічних процесів у виробництві дає змогу підвищити якість хлібобулочних виробів і розширити асортимент продукції з покращеними споживчими властивостями.

Хлібопекарська промисловість відіграє ключову роль у продовольчому забезпеченні населення, оскільки хліб і хлібобулочні вироби є основним джерелом енергії та важливих поживних речовин у щоденному раціоні. Незалежно від рівня доходів або місця проживання, дана група продуктів залишається незамінною складовою харчування більшості населення. У зв'язку з цим підприємствам галузі необхідно приділяти пріоритетну увагу впровадженню інновацій, що дозволяють виробляти якісні, збагачені та соціально значущі харчові продукти, доступні для різних категорій споживачів.

Водночас якість готової продукції значною мірою визначається характеристиками сировини, що, своєю чергою, залежить від умов і термінів її зберігання. Для ефективної організації технологічного процесу важливим є забезпечення оптимальних запасів сировини з дотриманням вимог до її зберігання та своєчасного використання.

2.4 Характеристика каналів реалізації

Великі хлібопекарські підприємства, як правило, використовують посередницькі структури для реалізації продукції через різні канали збуту. Такий підхід є вигідним для виробників, оскільки дає змогу охопити ширше коло споживачів і забезпечити присутність продукції на різних сегментах ринку. Посередники сприяють доступності хлібобулочних виробів для кінцевих споживачів, мінімізуючи необхідність прямої взаємодії між виробником і покупцем.

До основних переваг співпраці з посередниками належать наявність налагодженої системи дистрибуції, можливість ефективного просування продукції та донесення її споживчих переваг, а також ідентифікація й залучення цільових груп споживачів, зокрема тих, хто потребує спеціалізованих або дієтичних хлібобулочних виробів. Водночас використання посередницьких ланок може призводити до зростання кінцевої вартості продукції порівняно з прямим продажем безпосередньо з пекарні.

Обираючи канали збуту, необхідно враховувати логістичні особливості транспортування та зберігання хлібобулочних виробів. Географічне розташування Тернопільської області є сприятливим для організації логістичних зв'язків з іншими регіонами, що створює додаткові можливості для ефективної дистрибуції продукції.

РОЗДІЛ 3 ПРОЄКТНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту

3.1.1 Вихідні дані

Таблиця 3.1 – Вихідні дані для розрахунків [52, 53]

Показники і параметри, одиниці вимірювання	Умовні позначення	Значення показників і параметрів	
		Для хліба «Білий з борошна вищого сорту»	Для хліба «Оригінальний з борошном латаття»
1	2	3	4
Стандарт на готові вироби :	-	СОУ – 15.8-37 – 00389676 – 559:2007	
Показники якості виробів			
Маса, кг	$G_{\text{вир}}$	1,0	1,0
Масова частка вологи, % не більше	$W_{\text{в}}$	43,0	43,0
Кислотність, град, не менше	К	3,0	2,5
Пористість, %, не менше	П	72	73
Розмір виробу, мм			
довжина	l	20	20
ширина	b	15	15
Рецептура на 100 кг борошна, кг			
Борошно пшеничне вищого сорту	$G_{\text{б.п.с}}$	100	95,0
Борошно латаття	$G_{\text{б.л.}}$	-	5,0
Дріжджі хлібопекарські пресовані	$G_{\text{др}}$	2,0	2,0
Сіль кухонна харчова	$G_{\text{с}}$	1,3	1,5
Цукор білий	$G_{\text{ц}}$	1,0	3,0
Олія соняшникова	$G_{\text{о}}$	-	2,0
Глофа-екстрат	$G_{\text{г.ек.}}$	-	1,5
Разом		104,3	110,0

Продовження табл.3.1

1	2	3	4
Основні показники технологічних режимів			
Вологість опари, %	W_o	48	-
Вологість тіста, %	W_T	44,0	44,0
Плановий вихід, %	B_p	133,0	137,0
Тривалість бродіння опари, хв	T_o	210	-
Спосіб приготування	-	Густа опара	Безопарний
Тривалість бродіння тіста, хв	T_T	60	80
Тривалість вистоювання, хв	$T_{вис}$	30	30
Тривалість випікання, хв	$T_{вип}$	45	30
Розмір листів, мм	$L \times B$	600×800	600×800
Концентрація розчину солі, %	$C_{с,р}$	25	25
Концентрація розчину цукру, %	$C_{ц,р}$	50	50
Кратність розведення дріжджів водою	-	1:3	1:3
Технологічні витрати і затрати:			
Втрати борошна до замішування тіста, % до маси борошна	g_b	0,03	
Втрати борошна від замішування до випікання, % до маси тіста	g_T	0,04	
Витрати сухих речовин на бродіння, % до сухих речовин тіста	$C_{сyx}$	2,5-3,3	
Витрати борошна під час оброблення тіста, % до маси тіста	$g_{обр}$	0,8	
Витрати на упікання, % до маси тіста	$g_{уп}$	6-12	

3.1.2 Розрахунок продуктивності печей

Розрахунок виробничої продуктивності ліній виконуємо на основі розрахунку потужності печі [52, 53].

Таблиця 3.2 – Вихідні дані для розрахунку виробничої продуктивності печей

Виріб	Маса виробу, кг	Кількість виробів на поду, шт.		Тривалість випікання, хв
		По довжині	По ширині	
1	2	3	4	5
Хліб «Білий з борошна вищого сорту»	1,0	2	5	45
Хліб «Оригінальний з борошном латаття»	1,0	2	5	30

Продуктивність печі Forni Fiorini за годину, $P_{\text{год}}$, розраховуємо в кілограмах за формулою [52, 53]:

$$P_{\text{год}} = \frac{N_{\text{ш}}^{\text{в}} \cdot N_{\text{д}}^{\text{л}} \cdot N_{\text{ш}}^{\text{л}} \cdot g_{\text{в}} \cdot 60}{T_{\text{в}} + 5}, \quad (3.1)$$

Хліб «Білий з борошна вищого сорту»

Розраховуємо кількість виробів на листі по ширині [52] згідно формули:

$$N_{\text{ш}}^{\text{л}} = \frac{B - a}{b + a}, \quad (3.2)$$

$$N_{\text{ш}}^{\text{л}} = \frac{800 - 20}{150 + 20} = 5 \text{ шт.}$$

Кількість рядів виробів по довжині листа печі $N_{\text{д}}^{\text{л}}$, шт., обчислюємо за формулою:

$$N_{\text{д}}^{\text{л}} = \frac{L - a}{l + a}, \quad (3.3)$$

$$N_{\text{д}}^{\text{л}} = \frac{600 - 20}{200 + 20} = 2 \text{ шт.}$$

Годинна продуктивність печі для хліба «Білий з борошна вищого сорту» масою 1,0 кг

$$P_{\text{год}} = \frac{20 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 1,0 \cdot 60}{45 + 5} = 240 \text{ кг/год}$$

Добова продуктивність печі для хліба «Білий з борошна вищого сорту» $P_{\text{год}}$, кг/добу

$$P_{\text{доб}} = P_{\text{год}} \times T_{\text{печі}}, \quad (3.4)$$

$$P_{\text{доб}} = 240 \times 23 = 5520 \text{ кг}$$

Хліб «Оригінальний з борошном латаття»

Розраховуємо кількість виробів на листі по ширині за формулою (3.2)

$$N_{\text{ш}}^{\text{л}} = \frac{800 - 20}{150 + 20} = 5 \text{ шт.}$$

Кількість рядів виробів по довжині листа печі $N_{\text{д}}^{\text{л}}$, шт, обчислюємо за формулою (3.3):

$$N_{\text{д}}^{\text{л}} = \frac{600 - 20}{200 + 20} = 2 \text{ шт.}$$

Годинна продуктивність печі для хліба «Оригінальний з борошном латаття» масою 1,0 кг:

$$P_{\text{год}} = \frac{20 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 1,0 \cdot 60}{30 + 5} = 342,9 \text{ кг/год}$$

Добова продуктивність печі для хліба «Оригінальний з борошном латаття» $P_{\text{год}}$, кг/добу за формулою (3.4):

$$P_{\text{доб}} = 342,9 \times 23 = 4117 \text{ кг.}$$

Таблиця 3.3 – Продуктивність печей цеху

№	Марка печі	Асортимент виробів	Продуктивність за годину, кг	Тривалість роботи печей протягом доби, год	Продуктивність за добу, кг
1	Forni Fiorini	Хліб «Білий з борошна вищого сорту»	240	23	5520
2	Forni Fiorini	Хліб «Оригінальний з борошном латаття»	342,9	23	7886,7

3.1.3 Розрахунок пофазних рецептур

Хліб «Білий з борошна вищого сорту»

Таблиця 3.4 – Вміст сухих речовин у сировині [53]

Сировина	Маса, кг	Масова частка води, %	Маса сухих речовин, кг
Борошно пшеничне вищого сорту	100,0	15	85,0
Дріжджі хлібопекарські пресовані	2,0	75	0,5
Сіль кухонна	1,3	-	1,3
Цукор	1,0	0,1	0,999
Всього	104,3	-	87,799

Вологість тіста [52]:

$$W_T = W_x + n, \quad (3.5)$$

$$W_T = 43 + 1 = 44 \%$$

Вихід тіста G_T , кг, обчислюємо за формулою:

$$G_T = \frac{G_6 \cdot \frac{100 - W_6}{100} + G_{др} \cdot \frac{100 - W_{др}}{100} + G_{ц} \cdot \frac{100 - W_{ц}}{100} + G_c \cdot \frac{100 - W_c}{100}}{100 - W_T} \times 100 \quad (3.6)$$

$$G_T = \frac{\frac{100 \cdot (100 - 15)}{100} + \frac{2,0 \cdot (100 - 75)}{100} + \frac{1,3 \cdot (100 - 0)}{100} + \frac{1,0 \cdot (100 - 0,1)}{100}}{100 - 44} \times 100 = 156,78 \text{ кг}$$

Загальну масу води в тісті G_B , кг, обраховуємо за формулою [52]:

$$G_B = G_T - \sum G_{сир} \quad (3.7)$$

$$G_B = 156,78 - 104,3 = 52,48 \text{ кг.}$$

Масу розчину солі $G_{р.с}$, кг, розраховуємо за формулою [15]:

$$G_{р.с} = \frac{G_c \cdot 100}{C_c}, \quad (3.8)$$

де C_c – концентрація солі, кг у 100 кг розчину, визначаємо, виходячи з густини розчину солі [52]

$$G_{р.с} = \frac{1,3 \cdot 100}{25} = 5,2 \text{ кг.}$$

Маса води, що вноситься з розчином солі $G_B^{р.с}$, кг

$$G_B^{р.с} = G_{р.с} - G_c \quad (3.9)$$

$$G_B^{р.с} = 5,2 - 1,3 = 3,9 \text{ кг.}$$

Масу розчину цукру $G_{р.ц}$, кг, розраховуємо за формулою

$$G_{р.ц} = \frac{G_{ц} \cdot 100}{C_{ц}}, \quad (3.10)$$

де $C_{ц}$ – концентрація цукру, кг у 100 кг розчину, визначаємо, виходячи з густини розчину цукру [52]

$$G_{р.ц} = \frac{1,0 \cdot 100}{50} = 2,0 \text{ кг.}$$

Маса води, що вноситься з розчином цукру $G_B^{р.ц}$, кг.

$$G_B^{р.ц} = G_{р.ц} - G_{ц} \quad (3.11)$$

$$G_B^{р.с} = 2,0 - 1,0 = 1,0 \text{ кг}$$

Масу дріжджової суспензії $G_{др.с}^{1:3}$, кг розраховуємо за формулою

$$G_{др.с}^{1:3} = G_{др} + G_{др} \times 3, \quad (3.12)$$

де $G_{др}$ – маса дріжджів, кг.

$$G_{др.с}^{1:3} = 2,0 + 2,0 \times 3 = 8,0 \text{ кг.}$$

Масу води в дріжджовій суспензії $G_{в}^{др.с}$ визначаємо за формулою:

$$G_{в}^{др.с} = G_{др.с}^{1:3} - G_{др} \quad (3.13)$$

$$G_{в}^{др.с} = 8,0 - 2,0 = 6,0 \text{ кг.}$$

Кількість води в тісті $G_{в}^T$, кг обчислюємо за формулою:

$$G_{в}^T = G_{в} - G_{в}^{р.с} - G_{в}^{др.с} - G_{в}^{р.ц} \quad (3.14)$$

$$G_{в}^T = 52,48 - 3,9 - 1,0 - 6,0 = 41,58 \text{ кг.}$$

Розрахунок рецептури опари:

50 % від загальної маси всього борошна в тісті становить маса борошна в опарі. Масу опари обчислюю, виходячи з маси сухих речовин в опарі [52, 53]

Таблиця 3.5 – Співвідношення сухих речовин та води в сировині опари

Сировина	Маса сировини, кг	Вміст води в сировині, %	Маса сухих речовин, %	Маса сухих речовин, кг
Борошно пшеничне вищого сорту	50	15	85	41,5
Дріжджі хлібопекарські пресовані	2,0	75	25	0,5
Всього	52,0	-	-	42,0

Кількість опари обраховуємо за формулою, кг.:

$$G_o = \frac{\sum G_{с.р}^o \cdot 100}{100 - W_o}, \quad (3.15)$$

де $\sum G_{с.р}^o$ – к-сть сухих речовин в опарі,

W_o – вологість опари, %;

$W_o = 48$ %.

$$G_o = \frac{42,0 \cdot 100}{100 - 48} = 80,77 \text{ кг.}$$

Кількість води в опарі, $G_{в}^o$, кг :

$$G_B^0 = G_0 - \sum G_{\text{сир}}^0, \quad (3.16)$$

де $\sum G_{\text{сир}}^0$ – маса сировини, що вносять під час вимішування опари, кг.

$$G_B^0 = 80,77 - 52,0 = 28,77 \text{ кг.}$$

Масу води в опарі, за винятком тієї, що додається з дріжджовою суспензією $G_B^{1.0}$, кг знаходимо за формулою [52]:

$$G_B^{1.0} = G_B^0 - G_B^{\text{др.с}} \quad (3.17)$$

$$G_B^{1.0} = 28,77 - 6,0 = 22,77 \text{ кг}$$

Масу борошна, що витрачається на замішування тіста G_6^T , кг визначаємо за формулою [52]:

$$G_6^T = G_6 - G_6^0, \quad (3.18)$$

$$G_6^T = 100 - 50 = 50 \text{ кг.}$$

Масу води, що витрачається на замішування тіста G_B^T , кг визначаємо за формулою:

$$G_B^T = G_B - G_B^{1.0} - G_B^{\text{р.с}} - G_B^{\text{р.ц}} - G_B^{\text{др.с}} \quad (3.19)$$

$$G_B^T = 52,48 - 22,77 - 6,0 - 3,9 - 1,0 = 18,81 \text{ кг}$$

Таблиця 3.6 – Пофазна рецептура приготування тіста для хліба «Білий з борошна вищого сорту» на 100 кг борошна, кг., [53]

Сировина і напівфабрикати	Всього	В опару	У тісто
Борошно пшеничне вищого сорту	100,0	50,0	50,0
Дріжджова суспензія	8,0	8,0	-
Розчин солі	5,2	-	5,2
Розчин цукру	2,0	-	2,0
Вода	41,58	22,77	18,81
Опара	-	-	80,77
Разом	156,78	80,77	156,78

Хліб «Оригінальний з борошном латаття»

Даний виріб готується безопарним способом.

Вологість тіста розраховуємо за формулою (3.5) [52]:

$$W_T = 43 + 1 = 44 \%$$

Вихід тіста G_T , кг, обчислюємо за формулою (3.6) [52]:

$$G_T = \frac{\frac{95 \cdot (100 - 15)}{100} + \frac{5 \cdot (100 - 15)}{100} + \frac{2,0 \cdot (100 - 75)}{100} + \frac{1,3 \cdot (100 - 0)}{100} + \frac{3,0 \cdot (100 - 0,1)}{100} + \frac{2,0 \cdot (100 - 0,1)}{100}}{100 - 44} \times 100 = 166,28 \text{ кг}$$

Таблиця 3.7 – Вміст сухих речовин у сировині

Сировина	Маса, кг	Масова частка вологи, %	Маса сухих речовин, кг
Борошно пшеничне вищого сорту	95,0	15,0	80,75
Борошно латаття	5,0	15,0	4,25
Дріжджі хлібопекарські пресовані	2,0	75,0	0,5
Сіль кухонна	1,5	-	1,5
Цукор	3,0	0,1	2,997
Олія соняшникова	2,0	0,1	1,998
Глофа - екстракт	1,5	25,0	1,125
Всього	110,0	-	93,12

Загальну масу води в тісті G_B , кг, обраховуємо за формулою (3.7):

$$G_B = 166,28 - 110,0 = 56,28 \text{ кг.}$$

Масу розчину солі $G_{p.c}$, кг, розраховуємо за формулою (3.8):

$$G_{p.c} = \frac{1,5 \cdot 100}{25} = 6,0 \text{ кг.}$$

Маса води, що вноситься з розчином солі $G_B^{p.c}$, кг (3.9):

$$G_B^{p.c} = 6,0 - 1,5 = 4,5 \text{ кг.}$$

Масу розчину цукру $G_{p.ц}$, кг, розраховуємо за формулою (3.10)

$$G_{p.ц} = \frac{3,0 \cdot 100}{50} = 6,0 \text{ кг.}$$

Маса води, що вноситься з розчином цукру $G_B^{p.ц}$, кг (3.11):

$$G_B^{p.ц} = 6,0 - 3,0 = 3,0 \text{ кг.}$$

Масу дріжджової суспензії $G_{др.с}^{1:3}$, кг розраховуємо за формулою (3.12):

$$G_{др.с}^{1:3} = 2,0 + 2,0 \times 3 = 8,0 \text{ кг.}$$

Масу води в дріжджовій суспензії $G_B^{др.с}$ визначаємо за формулою (3.13):

$$G_B^{др.с} = 8,0 - 2,0 = 6,0 \text{ кг.}$$

Масу води, що витрачається на замішування тіста G_B^T , кг визначаємо за формулою:

$$G_B^T = G_B - G_B^{p.c} - G_B^{p.ц} - G_B^{др.с} \quad (3.19)$$

$$G_B^T = 56,28 - 4,5 - 3,0 - 6,0 = 42,78 \text{ кг}$$

Таблиця 3.8 – Пофазна рецептура приготування тіста для хліба «Оригінальний з борошном латаття» на 100 кг борошна, кг

Сировина і напівфабрикати	Всього	У тісто
Борошно пшеничне вищого сорту	95,0	95,0
Борошно латаття	5,0	5,0
Дріжджова суспензія	8,0	8,0
Розчин солі	6,0	6,0
Розчин цукру	6,0	6,0
Олія соняшникова	2,0	2,0
Глофа - екстракт	1,5	1,5
Вода	42,78	42,78
Всього	166,28	166,28

3.1.4 Розрахунок виходу виробів

Розрахунок виходу хліба «Білий з борошна вищого сорту»

Вихід хліба V_x , кг передбачено за формулою:

$$V_x = G_T - (B_6 + B_T + Z_{бр} + Z_{обр} + Z_{уп} + Z_{укл} + Z_{ус} + B_{кр} + B_{шт} + B_{бр}), \quad (3.33)$$

Всі втрати і затрати виражаю у перерахунку на масу тіста у кілограмах.

Згідно формули визначаємо середньозважену вологість сировини $W_{сир}$, %

$$W_{сир} = \frac{G_6 \cdot W_6 + G_{др} \cdot W_{др} + G_c \cdot W_c + G_{ц} \cdot W_{ц} + G_{г.е.} \cdot W_{г.е.} + G_o \cdot W_o}{G_6 + G_{др} + G_c + G_{ц} + G_{г.е.} + G_o}, \quad (3.20)$$

$$W_{сир} = \frac{100 \cdot 15 + 2,0 \cdot 75 + 1,3 \cdot 0 + 1,0 \cdot 0,1}{100 + 2,0 + 1,3 + 1,0} = 15,82 \%$$

Масу тіста із 100 кг борошна G_T , кг:

$$G_T = \frac{G_{сир} (100 - W_{сир})}{(100 - W_T)}, \quad (3.21)$$

$$G_T = \frac{104,3 (100 - 15,82)}{100 - 44} = 156,78 \text{ кг}$$

Втрати борошна до замішування тіста, B_6 , кг:

$$B_6 = \frac{g_6 (100 - W_6)}{100 - W_T} \quad (3.22)$$

де g_6 – втрати борошна до замішування напівфабр., % до маси борошна

$$B_6 = \frac{0,03(100 - 15)}{100 - 44} = 0,045 \text{ кг}$$

Визначаю втрати борошна і напівфабрикатів від замішування до випікання, B_T , кг:

$$B_T = \frac{g_T (100 - W_{cp1})}{100 - W_T}, \quad (3.23)$$

де W_{cp1} – вологість відходів, %

$$W_{cp1} = \frac{G_T \cdot W_T + 100 \cdot W_6}{G_T + 100} \quad (3.24)$$

$$W_{cp1} = \frac{156,78 \cdot 44 + 100 \cdot 15}{156,78 + 100} = 32,7 \%$$

$$B_T = \frac{0,04 (100 - 32,7)}{100 - 44} = 0,048 \text{ кг.}$$

Визначаємо витрати при бродінні напівфабрикатів, $З_{бр}$, кг:

$$З_{бр} = \frac{C_{сух} \cdot 0,95 (G_{сир} - g_{обр}) (100 - W_{сир})}{1,96 \cdot 100 (100 - W_T)}, \quad (3.25)$$

$$З_{бр} = \frac{2,5 \cdot 0,95 \cdot (104,3 - 0,8) (100 - 15,82)}{1,96 \cdot 100 (100 - 44)} = 1,89 \text{ кг.}$$

Затрати на оброблення тіста $З_{обр}$, кг

$$З_{обр} = \frac{g_{обр} (W_T - W_6)}{100 - W_T} \quad (3.26)$$

$$З_{обр} = \frac{0,8 \cdot (44 - 15)}{100 - 44} = 0,41 \text{ кг.}$$

Затрати від упікання $З_{уп}$, кг

$$З_{уп} = \frac{g_{уп} [G_T - (B_6 + B_T + З_{бр} + З_{обр})]}{100} \quad (3.27)$$

$$З_{уп} = \frac{10,0 [156,78 - (0,045 + 0,048 + 1,89 + 0,41)]}{100} = 15,44 \text{ кг.}$$

Затрати під час укладання, $З_{укл}$, кг

$$З_{укл} = \frac{g_{укл} [G_T - (B_6 + B_T + З_{бр} + З_{обр} + З_{уп})]}{100} \quad (3.28)$$

$$З_{укл} = \frac{0,7 \cdot [156,78 - (0,045 + 0,048 + 1,89 + 0,41 + 15,44)]}{100} = 0,97 \text{ кг.}$$

Затрати від усихання, $З_{ус}$, кг:

$$З_{ус} = \frac{g_{ус} [G_T - (B_6 + B_T + З_{бр} + З_{уп} + З_{укл})]}{100} \quad (3.29)$$

$$Z_{yc} = \frac{3 [156,78 - (0,045 + 0,048 + 1,89 + 0,41 + 15,44 + 0,97)]}{100} = 4,14 \text{ кг.}$$

Втрати від неточності маси шт. виробів, $V_{шт}$, кг:

$$V_{шт} = \frac{g_{шт} \cdot [G_T - (B_6 + B_T + Z_{6p} + Z_{обp} + Z_{уп} + Z_{укл} + Z_{yc})]}{100} \quad (3.30)$$

$$V_{шт} = \frac{0,4 \cdot [156,78 - (0,045 + 0,048 + 1,89 + 0,41 + 15,44 + 0,97 + 4,14)]}{100} = 0,53 \text{ кг}$$

Втрати від крихт і лому $V_{кр}$, кг:

$$V_{кр} = \frac{g_{кр} [G_T - (B_6 + B_T + Z_{6p} + Z_{обp} + Z_{уп} + Z_{укл} + Z_{yc} + V_{шт})]}{100} \quad (3.31)$$

$$V_{кр} = \frac{0,03 \cdot [156,78 - (0,045 + 0,048 + 1,89 + 0,41 + 15,44 + 0,97 + 4,14 + 0,53)]}{100} = 0,04 \text{ кг}$$

Втрати від переробки браку, V_{6p} , кг:

$$V_{6p} = \frac{g_{6p} \cdot [G_T - (B_6 + B_T + Z_{6p} + Z_{обp} + Z_{уп} + Z_{укл} + Z_{yc} + V_{шт} + V_{кр})]}{100} \quad (3.32)$$

$$V_{6p} = \frac{0,02 [156,78 - (0,045 + 0,048 + 1,89 + 0,41 + 15,44 + 0,97 + 4,14 + 0,53 + 0,04)]}{100} = 0,027 \text{ кг}$$

Таким чином, для хліба передбачений вихід становить:

$$V_x = G_T - (B_6 + B_T + Z_{6p} + Z_{обp} + Z_{уп} + Z_{укл} + Z_{yc} + V_{шт} + V_{кр} + V_{6p}) \quad (3.33)$$

$$V_x = 156,78 - (0,045 + 0,048 + 1,89 + 0,41 + 15,44 + 0,97 + 4,14 + 0,53 + 0,04 + 0,027) = 133,2 \text{ кг}$$

Таблиця 3.9 – Вихідні дані для розрахунку виходу хліба «Білий з борошна вищого сорту» із борошна першого сорту масою 1,0 кг

Види втрати і витрат при заданих технологічних умовах	Вихідні дані для розрахунку виходу хліба		Витрати і втрати у перерахунку до маси тіста	
	Позначення	Величина	Позначення	Величина
Вихід тіста	g_T , %	-	-	-
Втрати борошна до приготування тіста за умови безтарного зберігання	g_6 , % до маси борошна	0,03	B_6	0,045
Втрати борошна і тіста у разі приготування в тістовому агрегаті	g_T , % до маси борошна	0,04	B_T	0,048
Втрати сухих речовин на бродіння за умови приготування тіста на ГО	$C_{сух}$, % до СР тіста	2,5	Z_{6p}	1,89

Продовження табл.3.10

Витрати борошна під час оброблення тіста	$g_{обр}, \% \text{ до маси борошна}$	0,8	$З_{обр}$	0,41
Витрати на упікання	$g_{уп}, \% \text{ до маси тіста}$	10,0	$З_{уп}$	15,44
Витрати під час укладання гарячого хліба	$g_{укл}, \% \text{ до маси гарячого хліба}$	0,7	$З_{укл}$	0,97
Витрати від усихання хліба	$g_{ус}, \% \text{ до маси гарячого хліба}$	3,0	$З_{ус}$	4,14
Втрати з крихтами і ломом	$g_{кр}, \% \text{ до маси борошна}$	0,03	$В_{кр}$	0,04
Втрати за рахунок не точної маси виробів	$g_{шт}, \% \text{ до маси гарячих виробів}$	0,4	$В_{шт}$	0,53
Втрати від перероблення браку	$g_{бр}, \% \text{ до маси борошна}$	0,02	$В_{бр}$	0,0027
Всього втрати і витрат у розмірності виходу тіста:				23,5127

Розрахунок виходу хліба «Оригінальний з борошном латаття»

Вихід хліба V_x , кг передбачено за формулою (3.33)

Всі втрати і затрати виражаємо у перерахунку на масу тіста у кілограмах.

Згідно формули розраховуємо середньозважену вологість сировини $W_{сир}$, % (3.20):

$$W_{сир} = \frac{95,0 \cdot 15 + 5,0 \cdot 15 + 2,0 \cdot 75 + 1,5 \cdot 0 + 3,0 \cdot 0,1 + 2,0 \cdot 0,1 + 1,5 \cdot 25}{110,0} = 15,35\%$$

Масу тіста із 100 кг борошна G_T , кг визначаємо за формулою (3.21):

$$G_T = \frac{110 \cdot (100 - 15,35)}{100 - 44} = 166,28 \text{ кг.}$$

Втрати борошна до замішування тіста, B_6 , кг за формулою (3.22):

$$B_6 = \frac{0,03 \cdot (100 - 15)}{100 - 44} = 0,045 \%$$

Визначаємо втрати борошна і напівфабрикатів від замішування до випікання, B_T , кг:

$$W_{ср1} = \frac{166,28 \cdot 44 + 100 \cdot 15}{166,28 + 100} = 33,1 \%$$

$$B_T = \frac{0,04 \cdot (100 - 33,1)}{100 - 44} = 0,048 \text{ кг.}$$

Визначаємо витрати при бродінні напівфвбрикатів, $Z_{бр}$, кг, за формулою (3.25):

$$Z_{бр} = \frac{3,3 \cdot 0,95 \cdot (110 - 0,8)(100 - 15,35)}{1,96 \cdot 100 (100 - 44)} = 2,64 \text{ кг.}$$

Затрати на оброблення тіста $Z_{обр}$, кг, за формулою (3.26):

$$Z_{обр} = \frac{0,8 \cdot (44 - 15)}{100 - 44} = 0,41 \text{ кг}$$

Затрати від упікання $Z_{уп}$, кг розраховую за формулою (3.27):

$$Z_{уп} = \frac{10 [166,28 - (0,045 + 0,048 + 2,64 + 0,41)]}{100} = 16,31 \text{ кг.}$$

Затрати під час укладання, $Z_{укл}$, кг, за формулою (3.28):

$$Z_{укл} = \frac{0,8 \cdot [166,28 - (0,045 + 0,048 + 2,64 + 0,41 + 16,31)]}{100} = 1,17 \text{ кг.}$$

Затрати від усихання, $Z_{ус}$, кг, розраховую за формулою (3.29):

$$Z_{ус} = \frac{4,0 [166,28 - (0,045 + 0,048 + 2,64 + 0,41 + 16,31 + 1,17)]}{100} = 5,83 \text{ кг.}$$

Втрати від неточності маси шт. виробів, $V_{шт}$, кг, розраховую за формулою (3.30):

$$V_{шт} = \frac{0,5 \cdot [166,28 - (0,045 + 0,048 + 2,64 + 0,41 + 16,31 + 1,17 + 5,83)]}{100} = 0,7 \text{ кг.}$$

Втрати від крихт і лому $V_{кр}$, кг, розраховую за формулою (3.31):

$$V_{кр} = \frac{0,03 \cdot [166,28 - (0,045 + 0,048 + 2,64 + 0,41 + 16,31 + 1,17 + 5,83 + 0,7)]}{100} = 0,041$$

Втрати від переробки браку, $V_{бр}$, кг, розраховую за формулою (3.32):

$$V_{бр} = \frac{0,02 \cdot [166,28 - (0,045 + 0,048 + 2,64 + 0,41 + 16,31 + 1,17 + 5,83 + 0,7 + 0,041)]}{100} = 0,03 \text{ кг.}$$

Таким чином, для хліба «Оригінальний з борошном латаття» передбачений фактичний вихід становить:

$$V_x = G_T - (V_6 + V_T + Z_{бр} + Z_{обр} + Z_{уп} + Z_{укл} + Z_{ус} + V_{шт} + V_{кр} + V_{бр}) \quad (3.33)$$

$$V_x = 166,28 - (0,045 + 0,048 + 2,64 + 0,41 + 16,31 + 1,17 + 5,83 + 0,7 + 0,041 + 0,03) = 139,0 \text{ кг.}$$

Вихід фактичний виробу хліб «Оригінальний з борошном латаття» співпадає з плановим

Таблиця 3.10 – Вихідні дані для розрахунку виходу хліба «Оригінальний з борошном латаття» із борошна першого сорту масою 1,0 кг.

Види втрати і витрат при заданих технологічних умовах	Вихідні дані для розрахунку виходу хліба		Витрати і втрати у перерахунку до маси тіста	
	Позначення	Величина	Позначення	Величина
Вихід тіста	g_t , %	-	-	-
Втрати борошна до приготування тіста за умови безтарного зберігання	g_b , % до маси борошна	0,03	B_b	0,045
Втрати борошна і тіста у разі приготування в тістовому агрегаті	g_t , % до маси борошна	0,04	B_t	0,048
Втрати сухих речовин на бродіння за умови приготування тіста на ГО	$C_{\text{сукх}}$, % до СР тіста	3,3	$З_{бр}$	2,64
Витрати борошна під час оброблення тіста	$g_{обр}$, % до маси борошна	0,8	$З_{обр}$	0,41
Витрати на упікання	$g_{уп}$, % до маси тіста	10,0	$З_{уп}$	16,31
Витрати під час укладання гарячого хліба	$g_{укл}$, % до маси гарячого хліба	0,8	$З_{укл}$	1,17
Витрати від усихання хліба	$g_{ус}$, % до маси гарячого хліба	4,0	$З_{ус}$	5,83
Втрати з крихтами і ломом	$g_{кр}$, % до маси борошна	0,03	$B_{кр}$	0,7
Втрати за рахунок не точної маси виробів	$g_{шт}$, % до маси гарячих виробів	0,5	$B_{шт}$	0,041
Втрати від перероблення браку	$g_{бр}$, % до маси борошна	0,02	$B_{бр}$	0,03
Всього втрати і витрат у розмірності виходу тіста	-	-	-	27,224

3.1.5 Розрахунок виробничих рецептур і вибір технологічних параметрів

Розрахунок виробничих рецептур і вибір технологічних параметрів для хліба «Білий з борошна вищого сорту».

Приймаємо приготування напівфабрикатів безперервним способом, тому обраховуємо втрати борошна за годину при роботі однієї печі $G_6^{\text{год}}$, кг/год

$$G_6^{\text{год}} = \frac{P_{\text{год}} \cdot 100}{B_x}, \quad (3.34)$$

$$G_6^{\text{год}} = \frac{240 \cdot 100}{133} = 180,5 \text{ кг/год}$$

Потім розраховуємо коефіцієнт перерахунку пофазної рецептури

$$K_{\text{хв}} = \frac{G_6^{\text{год}}}{100 \cdot 60} \quad (3.35)$$

$$K_{\text{хв}} = \frac{180,5}{100 \cdot 60} = 0,03$$

Таблиця 3.11 – Виробнича рецептура приготування тіста для хліба «Білий з борошна вищого сорту»

Сировина і напівфабрикати	Фази технологічного процесу	
	Опара, на один заміс, кг/хв	Тісто, на один заміс, кг або за хвилину, кг/хв
Борошно пшеничне вищого сорту	1,5	1,5
Дріжджова суспензія	0,24	-
Цукровий розчин	-	0,06
Сольовий розчин	-	0,156
Вода	0,683	0,564
Опара	-	2,423
Разом	2,423	4,703

Температуру води на замішування напівфабрикатів $t_{\text{в}}^{\text{нф}}$, °C, розраховуємо за формулою:

$$t_{\text{в}}^{\text{нф}} = t_{\text{нф}} + \frac{G_6^{\text{нф}} \cdot c_6 (t_{\text{нф}} - t_6)}{G_{\text{в}}^{\text{нф}} \cdot c_{\text{в}}} + n, \quad (3.36)$$

$$t_{\text{в}}^{\text{нф}} = 26 + \frac{50 \cdot 1,257 (26 - 20)}{22,77 \cdot 4,19} + 1 = 31^{\circ}\text{C}$$

Температуру води для вимішування тіста t_B^T , °C, обчислюємо за формулою:

$$t_B^T = t_T + \frac{G_6^T \cdot c_6 \cdot (t_T - t_6)}{G_B \cdot c_B} + \frac{G_{нф} \cdot c_{нф} \cdot (t_T - t_{нф})}{G_B^{нф} \cdot c_B}, \quad (3.37)$$

$$t_B^T = 27 + \frac{50 \cdot 1,257 \cdot (27 - 20)}{41,58 \cdot 4,19} + \frac{80,77 \cdot 1,66 \cdot (27 - 26)}{22,77 \cdot 4,19} = 31^\circ\text{C}$$

Теплоємність напівфабрикату обчислюємо за формулою:

$$c_{нф} = \frac{G_6^{нф} \cdot c_6 + G_B^{нф} \cdot c_B}{G_{нф}}, \quad (3.38)$$

$$c_{нф} = \frac{50 \cdot 1,257 + 22,77 \cdot 4,19}{80,77} = 1,66 \text{ кДж/кг}\cdot\text{K}$$

Таблиця 3.12 – Технологічний режим приготування хліба «Білий з борошна вищого сорту»

Параметри процесів	Одиниці виміру	Опара	Тісто
Початкова температура	°C	26	27
Кінцева кислотність	град	3,0	3,0
Вологість	%	48	44
Тривалість бродіння	хв	210	60
Маса шматків тіста	кг	-	1,2
Тривалість вистоювання	хв	-	30
Температура у вистійній шафі	°C	-	40
Відносна вологість у вистійній шафі	%	-	75
Тривалість випікання	хв	-	45
Температура пекарної камери	°C	-	190

У таблицю технологічних режимів фіксуємо розрахункову величину маси шматків тіста $n_{шм}^T$, кг, з урахуванням прийнятих технологічних затрат на упікання та усихання:

$$n_{шм}^T = \frac{G_{хл} \cdot 100 \cdot 100}{(100 - G_{уп}) (100 - G_{ус})}, \quad (3.39)$$

$$n_{шм}^T = \frac{1,0 \cdot 100 \cdot 100}{(100 - 15,44)(100 - 4,14)} = 1,2 \text{ кг.}$$

Розрахунок виробничих рецептур і вибір технологічних параметрів для виробництва хліба «Оригінальний з борошном латаття».

Приймаємо приготування напівфабрикатів безперервним способом, тому проводимо розрахунок втрати борошна за годину при роботі однієї печі $G_6^{\text{год}}$, кг/год, за формулою (3.34):

$$G_6^{\text{год}} = \frac{342,9 \cdot 100}{137} = 250,3 \text{ кг.}$$

Потім обчислюємо коефіцієнт перерахунку пофазної рецептури за формулою (3.35):

$$K_{\text{хв}} = \frac{250,3}{100 \cdot 60} = 0,042$$

Таблиця 3.13 – Виробнича рецептура приготування тіста для хліба «Оригінальний з борошном латаття»

Сировина і напівфабрикати	Фази технологічного процесу
	Тісто, на один заміс, кг або за хвилину, кг/хв
Борошно пшеничне вищого сорту	3,99
Борошно латаття	0,21
Дріжджова суспензія	0,336
Цукровий розчин	0,252
Сольовий розчин	0,252
Олія соняшникова	0,084
Глофа-екстракт	0,063
Вода	1,797
Разом	6,984

Обчислюю температуру води на замішування тіста, t_B^T , °C:

$$t_B^T = t_T + \frac{G_6^T \cdot C_6 \cdot (t_T - t_6)}{G_B \cdot C_B} \quad (3.36)$$

$$t_B^T = 25 + \frac{100 \cdot 1,257 \cdot (25 - 20)}{42,78 \cdot 4,19} = 28,5 \text{ °C}$$

У таблиці технологічних режимів вказуємо розрахункову величину маси шматків тіста $n_{\text{шм}}^T$, кг, з урахуванням прийнятих технологічних затрат на упікання та усихання розраховую за формулою (3.39):

$$n_{\text{шм}}^T = \frac{1,0 \cdot 100 \cdot 100}{(100 - 16,31)(100 - 5,83)} = 1,27 \text{ кг.}$$

Таблиця 3.14 – Технологічний режим приготування хліба «Оригінальний з борошном латаття»

Параметри процесів	Одиниці виміру	Тісто
Початкова температура	°C	25
Кінцева кислотність	град	2,6
Вологість	%	44
Тривалість бродіння	хв	80
Маса шматків тіста	кг	1,27
Тривалість вистоювання	хв	30
Температура у вистійній шафі	°C	40
Відносна вологість у вистійній шафі	%	75
Тривалість випікання	хв	30
Температура пекарної камери	°C	190-210

3.2 Вибір та обґрунтування технологічних процесів і режимів виробництва

3.2.1 Вимоги до сировини використовуваної для виробництва запроєктованого асортименту

В якості сировини для асортименту використовують [45 - 50]:

ДСТУ 46.004-99 Борошно пшеничне. Технічні умови. Чинний від 20- 07- 1999. К.: Галузевий стандарт України, 1999. 13 с.

ДСТУ 4812:2007 Дріжджі хлібопекарські пресовані. Технічні умови. Чинний від 30-07-2007. К.: Держспоживстандарт України, 2007. 13 с.

ДСТУ 4623:2023 Цукор. Технічні умови. Чинний від 01-11-2023. К.: Держспоживстандарт України, 2018. 20 с. (Національний стандарт України).

ДСТУ 3583:2015. Сіль кухонна. Загальні технічні умови. К.: Держспоживстандарт України, 2015. 18 с. (Національний стандарт України).

ДСТУ 4492:2017. Олія соняшникова. Технічні умови. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2017. 16 с. (Український науково-дослідний інститут олій та жирів).

ТУ У 15.8-32671885-001:2011. Глофа-екстракт. Технічні умови. – К.: Галузевий стандарт України, 2011.

Водопостачання підприємства здійснюється за рахунок власної артезіанської свердловини, розташованої безпосередньо на території виробничого майданчика. Для забезпечення стабільності технологічного процесу вода акумулюється у резервуарі, встановленому у найвищій точці виробничих приміщень. Обсяг запасу холодної води розрахований на безперебійну роботу підприємства протягом 8 діб, тоді як запас гарячої води забезпечує потреби виробництва впродовж не менше ніж 4 годин [51].

Хлібопекарські пресовані дріжджі доставляються на підприємство спеціалізованим автотранспортом-рефрижератором з дотриманням температурного режиму 0 - 4 °С. Сировина надходить у фасованому вигляді у брикетах масою 1 кг, упакованих у дерев'яні ящики. Перед введенням у виробничий процес дріжджі звільняють від пакування, подрібнюють та розводять питною водою температурою 26 - 32 °С у співвідношенні 1:3. Отриману дріжджову суспензію подають на подальші стадії технологічного процесу [51].

Кухонна сіль надходить на підприємство насипом у самоскидах та використовується у вигляді насиченого сольового розчину. Підготовка розчину здійснюється в ємності типу Т1-ХСБ, поділеній на 3 - 4 відсіки фільтрувальними перегородками. В один із відсіків здійснюється завантаження солі та подача води, при цьому через трубопроводи на дні резервуара подається повітря для інтенсифікації процесу розчинення. У результаті формується насичений сольовий розчин, який послідовно проходить стадії фільтрації та відстоювання і з останнього відсіку насосом транспортується на виробництво. Густина готового розчину становить близько 1220 кг/м³ [56].

Соняшникова олія постачається у герметично закритих бочках і зберігається у затемненому прохолодному приміщенні за температури 4–6 °С, що дозволяє зберегти її фізико-хімічні та органолептичні показники протягом усього терміну зберігання [51].

Цукор доставляється на підприємство у поліпропіленових мішках місткістю 50 кг і зберігається у сухому, добре вентильованому приміщенні за

відносної вологості повітря не вище 75 %. Нормативний запас цукру на виробництві розрахований на 15 діб безперервної роботи.

Борошно з кореню латаття надходить у мішках масою 25 кг та зберігається у сухих, вентильованих складських приміщеннях із дотриманням санітарно-гігієнічних вимог. Запас даного виду сировини також формується з розрахунку на 15 діб виробничого циклу.

Глофа-екстракт постачається у бочках та зберігається в герметичній тарі відповідно до вимог технічних умов. Запас глофа-екстракту на підприємстві передбачено на 15 діб, що забезпечує стабільність виробничого процесу та безперервність випуску продукції [51].

3.2.2 Обґрунтування та опис технології запроєктованого асортименту

Кваліфікаційною роботою магістра передбачено розроблення та виготовлення двох видів хлібобулочних виробів: хліба «Білий з борошна вищого сорту» масою 1,0 кг та хліба «Оригінальний з борошном латаття» також масою 1,0 кг.

Хліб «Білий з борошна вищого сорту» виготовляють за безперервною технологією із застосуванням класичної густої опари, до складу якої вносять 50 % борошна від загальної кількості, передбаченої рецептурою. Використання опарного способу подовжує тривалість технологічного процесу, однак істотно покращує якісні характеристики готового виробу. Хліб, отриманий за опарною технологією, вирізняється вираженим приємним ароматом, ніжним смаком та рівномірною дрібнопористою структурою м'якушу. Це зумовлено повноцінним перебігом процесів бродіння, у ході яких інтенсивно накопичуються дріжджові клітини, органічні кислоти, а також водорозчинні й ароматичні сполуки. Додатковою перевагою опарного способу є глибокі колоїдні та біохімічні перетворення білково-крохмального комплексу борошна, що позитивно впливає на реологічні властивості тіста і якість готових виробів.

Хліб «Оригінальний з борошном латаття» виготовляють на основі базової рецептури та технології хліба «Оригінальний» із внесенням змін, спрямованих

на підвищення його харчової та біологічної цінності без погіршення технологічних і органолептичних показників. Для цього у рецептурі здійснюють часткову заміну пшеничного борошна вищого сорту на борошно з кореню латаття у кількості 5 %.

Для приготування опари та тіста хліба «Білий з борошна вищого сорту» застосовують тістоприготувальний агрегат І8-ХАГ-6 та тістомісильну машину Х-26А. Замішування тіста відбувається упродовж 10–20 хв у робочій камері агрегату, де здійснюється інтенсивне перемішування компонентів і їх механічна обробка. У результаті формується пружно-еластичний клейковинний каркас, який визначає реологічні властивості пшеничного тіста та зазнає істотних змін у процесі бродіння [51, 55].

Опару з вологістю 48 % перекачують у бункер для бродіння, де вона витримується протягом 210 хв. У процесі бродіння об'єм опари збільшується у 1,5–2 рази, а поява ознак спадання свідчить про завершення процесу. Ступінь готовності опари контролюють за показником титрованої кислотності [53].

Після досягнення необхідних параметрів опару подають у агрегат І8-ХАГ-6, де до неї додають решту борошна, а також розчини солі та цукру відповідно до рецептури. Компоненти перемішують упродовж 10 хв до утворення однорідного пластичного тіста, яке направляють у бункер для бродіння. Виброджене тісто поділяють на заготовки масою 1,2 кг за допомогою тістоподільної машини А2-ХТН, після чого заготовки транспортером подають до тістоокруглювача Т1-ХТН та укладають у форми [55, 56].

Формовані тістові заготовки розміщують на листах і направляють у вистійну шафу Т1-ХР-2А-30, де проводять остаточне вистоювання протягом 30 хв за відносної вологості повітря 75 %. Метою цієї стадії є відновлення частково порушеної під час формування структури тіста, активізація бродіння та досягнення максимального розпушення заготовок і збільшення їх об'єму [51].

Після завершення вистоювання заготовки подають у піч Forni Fiorini, де здійснюють випікання за температури 190 °С протягом 45 хв до повної готовності виробів [53].

Виробництво хліба «Оригінальний з борошном латаття» здійснюють безопарним способом. На стадії замішування в агрегат І8-ХАГ-6 дозують пшеничне борошно вищого сорту, борошно латаття, розчини солі та цукру, соняшникову олію та глофа-екстракт згідно з рецептурою. Замішування триває близько 10 хв до утворення пластичного тіста, яке направляють на бродіння. Після бродіння тісто поділяють на заготовки масою 1,27 кг, а подальші операції виконують аналогічно технології виготовлення хліба з борошна вищого сорту.

Проектом передбачено безтарний спосіб зберігання борошна. Пшеничне борошно вищого сорту надходить на підприємство та розвантажується із застосуванням аерозольного транспорту. З автоборошновоза марки К-1040 через розвантажувальний рукав М-127 борошно під тиском подається у патрубковий борошнопровод. Приймальний щиток ХШП-2, установлений поза будівлею підприємства, забезпечує підключення електроживлення компресора автоборошновоза. Борошно завантажується у силоси марки ХЕ-160А, обладнані тензодатчиками для обліку сировини, де зберігається до моменту подачі у виробництво. Із силосів борошно за допомогою роторного живильника М-122 транспортується трубопроводами у просіювач П2П для очищення від феромагнітних домішок і грудок. Очищене борошно надходить у проміжний бункер, де зважується, після чого шнековим живильником ПШМ-2А подається у виробничий силос ХУ-112 [51, 53, 55 - 56].

3.2.3 Організація технохімічного і мікробіологічного контролю запроектованого асортименту

Технологічний і хімічний контроль на хлібопекарських підприємствах спрямований на систематичне забезпечення стабільної якості продукції та дотримання вимог нормативної документації на всіх етапах виробництва. Він передбачає комплексну перевірку якості основної та допоміжної сировини, що надходить у виробництво, а також контроль правильності перебігу технологічних процесів і параметрів їх реалізації [54].

Таблиця 3.15 – Метрологічне забезпечення виробництва хліба

Об'єкт контролю	Показники якості, що контролюються	Метод контролю	Періодичність контролю	Особа, що проводить контроль
Склад БЗБ	Відносна вологість та температура повітря	За допомогою психрометра і термометра	Раз на зміну	Технолог, оператор складу БЗБ
Борошно	Порядок відпуску сировини у виробництво, правильність замішування	По партіях	Раз на зміну	Технолог
	Вологість	Термогравіметрично в СЕШ при 135 °С	Кожну партію	Технолог
	Смак	Органолептично розжовуванням	Кожну партію	Технолог
	Запах	Органолептично	Кожну партію	Технолог
	Колір	Органолептично порівнянням з еталоном або описом	Кожну партію	Технолог
	Хруст	Органолептично розжовуванням	Кожну партію	Технолог
	Забруднення шкідниками	Візуально	Кожну партію	Технолог
	Кислотність	Титруванням бовтанки	Кожну партію	Технолог
	Білість	Зональним коефіцієнтом відбиття в умовних одиницях приладу РЗ-БПЛ.	Кожну партію	Технолог
	Масова частка клейковини	Відмиванням водорозчинних речовин	Кожну партію	Технолог
	Якість клейковини	Визначенням розтяжності та пружності; за допомогою пробної лабораторної випічки	Кожну партію	Технолог
	Вміст металодомішок	Зніманням та зважуванням металодомішок	Один раз у зміну	Технолог

Продовження табл.3.15

Дріжджі хлібопекарськ і пресовані	Колір	Органолептично, порівнюючи з еталоном або описом	Кожну партію	Технолог
	Запах	Органолептично	Кожну партію	Технолог
	Смак	Органолептично	Кожну партію	Технолог
Сольовий розчин	Вміст сухих речовин	Визначення відносної густини розчину при температурі 20 °С за допомогою пикнометра	Кожну партію	Технолог
Відділення для приготування тіста	Температура та відносна вологість повітря	За допомогою психрометра	Один раз у зміну	Технолог- майстер
Апаратура для дозування	Точність роботи	Відбір кількості сировини, що дозується за одну хвилину.	1-2 рази в зміну	Технолог- тістоміс
Опара та тісто	Ступінь підйому	Органолептично	1-2 рази у зміну	Технолог- тістоміс
	Тривалість бродиння	За допомогою годинника	1-2 рази в зміну	Технолог- тістоміс
	Температура	За допомогою термометра	У кінці бродиння	Технолог
	Вологість	Термогравіметричн о	У кінці бродиння	Технолог
	Кислотність	Титруванням 0,1 розчину луку	У кінці бродиння	Технолог
	Підйомна сила	Методом спливаючої кульки	У кінці бродиння	Технолог
Оброблення тіста	Точність роботи тістоподільника	Шляхом зважування 10-20, відібраних підряд	2-3 рази на зміну після розробки	Технолог, машиніст
Вистоювання	Готовність та стан поверхні тістових заготовок	Органолептично	Перед випіканням	Технолог
	Тривалість вистійки	За допомогою годинника	Один раз у зміну	Пекар- технолог
	Температура, відносна вологість у вистійній шафі	За допомогою психрометра	Один раз у зміну	Пекар- технолог

Продовження табл.3.15

Випікання	Температура в зонах печі	За допомогою термометра	При випіканні	Оператор печі, технолог-пекар
	Тривалість випікання	За допомогою реле часу	При випіканні	Оператор печі
	Тиск пари в паропроводі	За допомогою манометра	При випіканні	Технолог
	Упікання хліба	По різниці маси тістової заготовки та гарячого виробу	Один раз у зміну	Технолог
	Готовність хліба	По температурі в центрі м'якушки готвого виробу	Один раз у зміну	Технолог
Хлібосховище	Температура і відносна вологість, стан контейнерів	За допомогою психрометра, візуально	Один раз у зміну	Технолог
Готові вироби	Зовнішній вигляд, маса готового хліба, вологість готового виробу	Органолептично, зважуванням, термогравіметрично висушуванням в СЕШ при 135 °С	Один раз у зміну	Технолог
	Кислотність	Титруванням витяжки 0,1 розчином лугу	3 рази у зміну	Технолог
	Пористість м'якушки	За допомогою приладу Журавльова	2-3 рази в зміну	Технолог

3.3 Забезпечення технологічного процесу виробництва запроєктованого асортименту

3.3.1 Розрахунок витрат сировини і площ для її зберігання

Розрахунок витрати сировини для хліба «Білий з борошна вищого сорту»

Розраховуємо годинні витрати борошна, $G_6^{\text{год}}$, кг/год

$$G_6^{\text{год}} = \frac{P_{\text{год}} \cdot 100}{V_{\text{п}}} \quad (3.40)$$

$$G_6^{\text{год}} = \frac{240 \cdot 100}{133} = 180,5 \text{ кг/год}$$

Добова витрата борошна $G_6^{\text{доб}}$, кг/доб, складає :

$$G_6^{\text{доб}} = G_6^{\text{год}} \times 23 \quad (3.41)$$

$$G_6^{\text{доб}} = 180,5 \times 23 = 4151,5 \text{ кг/доб}$$

Добова витрата дріжджів хлібопекарських складає :

$$G_{\text{др}}^{\text{доб}} = \frac{G_6^{\text{доб}} \cdot C}{100}, \quad (3.42)$$

$$G_{\text{др}}^{\text{доб}} = \frac{4151,5 \cdot 2,0}{100} = 83,03 \text{ кг/доб}$$

Добову витрату цукру, $G_{\text{ц.}}^{\text{доб}}$, розраховуємо за формулою:

$$G_{\text{ц.}}^{\text{доб}} = \frac{G_6^{\text{доб}} \cdot C}{100}, \quad (3.43)$$

$$G_{\text{ц.}}^{\text{доб}} = \frac{4151,5 \cdot 1,0}{100} = 41,51 \text{ кг/доб}$$

Проводимо розрахунок добової витрати солі, кг.

Для розрахунку добової витрати солі застосовую показник витрати товарної кухонної солі C_c^T , % до маси борошна пшеничного, який обчислюється за формулою:

$$C_c^T = \frac{C_c \cdot 100}{(100 - W_c) \frac{100 - H}{100} - 0,6H}, \quad (3.44)$$

$$C_c^T = \frac{1,3 \cdot 100}{(100 - 0) \frac{100 - 0,85}{100} - 0,6 \cdot 0,85} = 1,32 \text{ кг.}$$

$$G_c^{\text{доб}} = \frac{G_6^{\text{доб}} \cdot G_c^T}{100} \quad (3.45)$$

$$G_c^{\text{доб}} = \frac{4151,5 \cdot 1,52}{100} = 63,1 \text{ кг.}$$

Розрахунок витрати сировини для хліба «Оригінальний з борошном латаття»:

Розраховуємо годинні витрати борошна, $G_6^{\text{год}}$, кг/год за формулою (3.40):

$$G_6^{\text{год}} = \frac{342,9 \cdot 100}{137} = 250,3 \text{ кг}$$

Добова витрата борошна $G_6^{\text{доб}}$, кг/доб, складає 3.41:

$$G_6^{\text{доб}} = 250,3 \times 23 = 5756,9 \text{ кг/доб}$$

Добова витрата дріжджів хлібопекарських складає 3.42:

$$G_{\text{др}}^{\text{доб}} = \frac{5756,9 \cdot 2,0}{100} = 115,14 \text{ кг/доб}$$

Добову витрату цукру, $G_{\text{ц.}}^{\text{доб}}$, розраховуємо за формулою 3.43:

$$G_{ц.}^{доб} = \frac{5756,9 \cdot 3,0}{100} = 172,7 \text{ кг/доб}$$

Добову витрату олії соняшникової, $G_{о.с.}^{доб}$, розраховуємо за формулою:

$$G_{о.с.}^{доб} = \frac{G_6^{доб} \cdot C}{100}, \quad (3.46)$$

де С – маса олії соняшникової.

$$G_{о.с.}^{доб} = \frac{5756,9 \cdot 2,0}{100} = 115,14 \text{ кг/доб}$$

Добова витрата глофа-екстракту $G_{г.ек.}^{доб}$, кг/доб, розраховуємо за формулою:

$$G_{г.ек.}^{доб} = \frac{G_6^{доб} \cdot C}{100}, \quad (3.47)$$

$$G_{г.ек.}^{доб} = \frac{5756,9 \cdot 1,5}{100} = 86,35 \text{ кг/доб}$$

Добові витрати кухонної солі за формулами 3.44 та 3.45, кг.

$$C_c^T = \frac{1,5 \cdot 100}{(100 - 0) \frac{100 - 0,85}{100} - 0,6 \cdot 0,85} = 1,52 \text{ кг.}$$

$$G_c^{доб} = \frac{5756,9 \cdot 1,52}{100} = 87,5 \text{ кг.}$$

Таблиця 3.16 – Зведена таблиця добових витрат сировини на підприємстві

Назва сировини	Витрати сировини для виробів				Разом, добові втррати сировини, кг
	«Білий з борошна вищого сорту»		«Оригінальний з борошном латаття»		
	Втрати до маси борошна, G,%	Добові втррати G _{доб} , кг	Втрати до маси борошна, G,%	Добові втррати G _{доб} , кг	
Борошно пшеничне вищого сорту	100,0	4151,5	95,0	5469,05	9620,55
Борошно латаття	-	-	5,0	287,85	287,85
Цукор білий	1,0	41,51	3,0	172,7	214,21
Сіль кухонна	1,3	63,1	1,5	87,5	150,6
Глофа-екстракт	-	-	1,5	86,35	86,35
Дріжджі хлібопекарські	2,0	83,03	2,0	115,14	198,17
Олія соняшникова	-	-	2,0	115,14	115,14

Таблиця 3.17 – Запас сировини для виробництва

Сировина	Добові витрати сировини, кг	Спосіб зберігання	Нормативний термін зберігання, діб	Запас, діб	Необхідний запас сировини, т
Борошно пшеничне вищого сорту	9620,55	Склад БЗБ	6-8 місяців	3	28,86
Борошно латаття	287,85	У мішках	6-8 місяців	15	4,32
Цукор білий	214,21	У мішках	12 місяців	15	3,21
Сіль кухонна	150,6	«Мокре» зберігання	12 місяців	15	2,26
Глофа-екстракт	86,35	У бочках	6-8 місяців	15	1,3
Дріжджі хлібопекарські	198,17	В ящиках	12 діб	3	0,6
Олія соняшникова	115,14	У бочках	12 місяців	15	1,73

На хлібопекарських підприємствах основні обсяги борошна зберігаються безтарним способом у силосах, однак технологічними вимогами передбачено обов'язкову наявність складських площ для тарного зберігання борошна в обсязі, що відповідає не менше ніж тридобовій потребі виробництва. У межах даного проекту для тарного зберігання пшеничного борошна вищого сорту прийнято запас у кількості 28,86 т.

Допоміжна сировина, зокрема хлібопекарські дріжджі, соняшникова олія та глофа-екстракт, зберігається у тарі – ящиках або бочках, відповідно до фізико-хімічних властивостей кожного інгредієнта. Кухонну сіль на підприємстві використовують у вигляді насиченого сольового розчину, який готують і зберігають у спеціальних ємностях. Борошно з кореню латаття та цукор надходять у мішках і зберігаються у сухих, вентильованих приміщеннях з дотриманням санітарно-гігієнічних вимог.

Площу, необхідну для тарного зберігання тридобового запасу борошна, визначають розрахунковим методом за відповідною формулою:

$$F_{т.з}^б = \frac{G_c^{доб.т}}{q} \cdot \mu, \quad (3.48)$$

$$F_{Т.3}^6 = \frac{9620,55 \times 3}{650} \times 1,85 = 82,1 \text{ м}^2$$

Розраховуємо площу для тарного зберігання цукру:

$$F_{Т.3}^ц = \frac{3,21}{0,8} = 4,0 \text{ м}^2$$

Розраховуємо площу для тарного зберігання глофа-екстракту:

$$F_{Т.3}^{г.е} = \frac{1,3 \cdot}{0,54} = 2,4 \text{ м}^2$$

Розраховуємо площу для тарного зберігання борошна латаття:

$$F_{Т.3}^{т.б.} = \frac{4,32 \cdot}{0,65} = 6,65 \text{ м}^2$$

Розраховуємо площу для тарного зберігання олії соняшникової рафінованої:

$$F_{Т.3}^o = \frac{1,73 \cdot}{0,66} = 2,62 \text{ м}^2$$

Загальна площа складу становитиме:

$$F_{заг} = 4,0 + 2,4 + 6,65 + 2,62 = 15,67 \text{ м}^2$$

Розраховуємо площу камери холодильної для зберігання дріжджів:

$$F_{х.к.}^{др.} = \frac{0,6 \cdot}{0,54} = 1,1 \text{ м}^2$$

3.3.2 Розрахунок і вибір технологічного обладнання

Кількість силосів для безтарного зберігання борошна N_c , шт., розраховуємо за формулою:

$$N_c = \frac{G_6^{доб} \cdot \tau_3}{V_6}, \quad (3.50)$$

$$N_c = \frac{9,6 \times 3}{30} = 0,96 \text{ приймаємо 1 силос}$$

Згідно нормативних документів один силос встановлюємо додатково:

Об'єм ємкості для зберігання розчину солі:

$$V_c = \frac{G_c^{доб} \cdot \tau_3 \cdot 100K}{c \cdot \rho}, \quad (3.51)$$

$$V_c = \frac{150,6 \cdot 15 \cdot 100 \cdot 1,2}{25 \cdot 1,2} = 9036 \text{ дм}^3 = 9,1 \text{ м}^3$$

Розрахунок продуктивності тістомісильних машин

Тісто готуємо у тістомісильній машині безперервної дії.

Продуктивність місильної машини безперервної дії:

$$P_m = g_{\text{нф}} \times K_3, \quad (3.52)$$

де $g_{\text{нф}}$ – маса напівфабрикату (опари, закваски чи тіста), що замішується протягом 1 хв, кг;

K_3 – коефіцієнт, який враховує можливі зупинки машини для регулювання та очищення ($K_3 = 1,06-1,08$).

Хліб «Білий з борошна вищого сорту»:

Опара:

$$P_m = 2,423 \times 1,08 = 2,62 \text{ кг/хв}$$

Тісто:

$$P_m = 4,703 \times 1,08 = 5,08 \text{ кг/хв}$$

Хліб «Оригінальний з борошном латаття»:

Тісто:

$$P_m = 6,984 \times 1,08 = 7,54 \text{ кг/хв}$$

Кількість тістомісильних машин $N_{\text{т.м}}$, шт., обчислюють за формулою :

$$N_{\text{т.м}} = \frac{P_m}{P}, \quad (3.53)$$

де P – продуктивність тістомісильної машини згідно технологічних характеристики, кг/хв. ($P = 11 \text{ кг/хв}$)

Хліб «Білий з борошна вищого сорту»:

Для опари:

$$N_{\text{т.м}} = \frac{2,62}{11} = 0,3, \text{ приймаю } 1 \text{ шт.}$$

Для тіста:

$$N_{\text{т.м}} = \frac{5,08}{11} = 0,5, \text{ приймаю } 1 \text{ шт.}$$

Хліб «Оригінальний з борошном латаття»:

Для тіста:

$$N_{\text{т.м}} = \frac{7,54}{11} = 0,7, \text{ приймаю } 1 \text{ шт.}$$

Для приготування опари та замішування тіста при виробництві хліба «Білий з борошна вищого сорту» і приготування тіста хліба «Оригінальний з борошном латаття» у виробничому відділенні передбачено встановлення

тістомісильних машин марки Х-26А. Для кожного виду хліба заплановано використання двох одиниць обладнання: одна тістомісильна машина призначена для замішування опари, інша – безпосередньо для приготування тіста.

Об'єм місткостей для бродіння опари V_0 і тіста V_T , дм^3 , вираховую за формулами:

$$V_0 = \frac{G_6^0 \cdot \tau_0 \cdot 100}{q}; \quad (3.54)$$

$$V_T = \frac{G_6^T \cdot \tau_T \cdot 100}{q}, \quad (3.55)$$

Хліб «Білий з борошна вищого сорту»:

$$V_0 = \frac{1,5 \cdot 210 \cdot 100}{30} = 1050 \text{ дм}^3, \text{ приймаємо } 1,0 \text{ м}^3$$

$$V_T = \frac{1,5 \cdot 60 \cdot 100}{35} = 257 \text{ дм}^3 \text{ приймаємо } 0,3 \text{ м}^3$$

Хліба «Оригінальний з борошном латаття» об'єм місткостей розраховуємо тільки для тіста:

$$V_T = \frac{3,99 \cdot 80 \cdot 100}{35} = 912 \text{ дм}^3 \text{ приймаємо } 0,9 \text{ м}^3$$

Тістоподільники

Розраховуємо необхідну кількість тістових заготовок $N_{\text{т.з}}$, шт./хв, за формулою:

$$N_{\text{т.з}} = \frac{P_{\text{год}}}{60 \cdot g_B}, \quad (3.56)$$

Хліб «Білий з борошна вищого сорту»:

$$N_{\text{т.з}} = \frac{240,0}{60 \cdot 1,0} = 4 \text{ шт/хв}$$

Хліб «Оригінальний з борошном латаття»:

$$N_{\text{т.з}} = \frac{342,9}{60 \cdot 1,0} = 6 \text{ шт/хв}$$

Кількість тістоподільних машин N , шт., розраховуємо за формулою :

$$N = \frac{N_{\text{т.з}} \cdot K}{P}, \quad (3.57)$$

Хліб «Білий з борошна вищого сорту»:

$$N = \frac{4 \cdot 1,04}{60} = 0,07, \text{ приймаємо } 1 \text{ шт.}$$

Хліб «Оригінальний з борошном латаття»:

$$N = \frac{6 \cdot 1,04}{60} = 0,1, \text{ приймаємо } 1 \text{ шт.}$$

Для виготовлення виробів хліб «Білий з борошна вищого сорту» та хліба «Оригінальний з борошном латаття» встановлюємо тістоподільник А2 – ХТН, 2 шт., для поділу кожного виду тіста.

Округлювач та закатувальну машину не розраховуємо, а приймаємо згідно практичних та літературних рекомендацій.

Розрахунок вистійних шаф

Кількість тістових заготовок у шафі для остаточного вистоювання $N_{Т.З}^{0.В}$, шт., розраховуємо за формулою:

$$N_{Т.З}^{0.В} = \frac{P_{год} \cdot \tau_{0.В}}{g \cdot 60}, \quad (3.58)$$

Необхідну кількість робочих колик для остаточного вистоювання $N_{КОЛ}^{0.В}$, шт., знаходимо за формулою:

$$N_{КОЛ}^{0.В} = \frac{N_{Т.З}^{0.В}}{n_{КОЛ}}, \quad (3.59)$$

Хліб «Білий з борошна вищого сорту»:

$$N_{Т.З}^{0.В} = \frac{240 \cdot 30}{1,0 \cdot 60} = 120 \text{ шт.}$$

$$N_{КОЛ}^{0.В} = \frac{120}{8} = 15 \text{ шт.}$$

Хліб «Оригінальний з борошном латаття»:

$$N_{Т.З}^{0.В} = \frac{342,9 \cdot 30}{1,0 \cdot 60} = 172 \text{ шт.}$$

$$N_{КОЛ}^{0.В} = \frac{172}{8} = 21 \text{ шт.}$$

Для виробів встановлюємо шафи вистійні моделі Т1-ХР-2А-48.

Розраховуємо кількість лотків за годину для зберігання виробів, $N_{Л}^{год}$, шт., за формулою:

$$N_{Л}^{год} = \frac{P_{год}}{n \cdot g}, \quad (3.60)$$

Хліб «Білий з борошна вищого сорту»:

$$N_{Л}^{год} = \frac{240,0}{8 \cdot 1,0} = 30 \text{ шт.}$$

Хліб «Оригінальний з борошном латаття»:

$$N_{\text{л}}^{\text{год}} = \frac{342,9}{8 \cdot 1,0} = 43 \text{ шт.}$$

Кількість контейнерів для зберігання одного виду виробів протягом години $N_{\text{к}}^{\text{год}}$, шт., розраховуємо за формулою:

$$N_{\text{к}}^{\text{год}} = \frac{N_{\text{л}}^{\text{год}}}{N_{\text{л}}^{\text{к}}}, \quad (3.61)$$

Хліб «Білий з борошна вищого сорту»:

$$N_{\text{к}}^{\text{год}} = \frac{30}{8} = 3,75, \text{ приймаємо } 4 \text{ шт.}$$

Хліб «Оригінальний з борошном латаття»:

$$N_{\text{к}}^{\text{год}} = \frac{43}{8} = 5,4, \text{ приймаю } 5 \text{ шт.}$$

Ритм заповнення контейнерів r , хв знаходимо за формулою:

$$r = \frac{60}{N_{\text{к}}^{\text{год}}}. \quad (3.62)$$

Хліб «Білий з борошна вищого сорту»:

$$r = \frac{60}{4} = 15 \text{ хв.}$$

Хліб «Оригінальний з борошном латаття»:

$$r = \frac{60}{5} = 12 \text{ хв.}$$

Кількість контейнерів, необхідних впродовж терміну зберігання кожного виду виробів $N_{\text{к}}^{\text{зб}}$, шт., обчислюємо за формулою:

$$N_{\text{к}}^{\text{зб}} = N_{\text{к}}^{\text{год}} \times \tau_{\text{зб}}, \quad (3.63)$$

Хліб «Білий з борошна вищого сорту»:

$$N_{\text{к}}^{\text{зб}} = 4 \times 8 = 32 \text{ шт.}$$

Хліб «Оригінальний з борошном латаття»:

$$N_{\text{к}}^{\text{зб}} = 5 \times 8 = 40 \text{ шт.}$$

Кількість контейнерів марки А2-ХМТ-25 для зберігання:

$$N_{\text{к}}^{\text{заг}} = 32 + 40 + (32 + 40) \times 30 \% = 94 \text{ шт.}$$

Площу хлібосховища для одного виду виробів $S_{\text{х}}^{\text{сх}}$, м², обчислюємо за формулою:

$$S_{\text{х}}^{\text{сх}} = \frac{P_{\text{год}} \cdot \tau_{\text{зб}} \cdot 30}{1000}, \quad (3.64)$$

Хліб «Білий з борошна вищого сорту»:

$$S_x^{cx} = \frac{240 \cdot 8 \cdot 30}{1000} = 57,6 \text{ м}^2$$

Хліб «Оригінальний з борошном латаття»:

$$S_x^{cx} = \frac{342,9 \cdot 8 \cdot 30}{1000} = 82,3 \text{ м}^2$$

Розраховуємо площу експедиції:

$$S_{\text{експ}} = 0,2 \times S_{\text{хл}} \quad (3.65)$$

Хліб «Білий з борошна вищого сорту»:

$$S_{\text{експ}} = 0,2 \times 57,6 = 11,5 \text{ м}^2$$

Хліб «Оригінальний з борошном латаття»:

$$S_{\text{експ}} = 0,2 \times 82,3 = 16,5 \text{ м}^2$$

Загальна площа експедиції:

$$S_{\text{експ}} = 11,5 + 16,5 = 28 \text{ м}^2$$

Таблиця 3.18 – Специфікація основного технологічного обладнання

№ з/п	Назва обладнання	К-сть, шт	Марка	Технічна характеристика	Потужність двигуна, кВт	Загальна потужність, кВт	Маса одиниці, кг
1	Приймальний щиток	1	ХЩП-2	Робочий тиск в трубах-мПа-0,15 Габаритні розміри,мм: 1500*1260*2980	-	1,5	-
2	Розвантажувальний рукав	3	М-127	Робочий тиск, мПа – 0,8 Діаметр рукава -100 мм	-	-	40
3	Перемикач двоходовий	3	М-126	-	-	0,11	-
4	Силос	3	ХЕ-160А	Місткість, т 30. Внутрішній обсяг,м3: - 52,9. Габаритні розміри, мм.: діаметр – 2652; висота -2900.	-	-	2900
5	Фільтр повітряний	3	М-102	-	-	-	0,8
6	Фільтр	3	М-104	-	-	-	-
7	Роторний живильник	2	М-122	Продуктивність – 1,5 – 7 т/год. Робочий тиск – 0,25 мПа. Частота обертання ротора – 0,166 – 0,7 з-1	-	1,1	-

Продовження табл. 3.18

8	Сопло аеродинамічне	1	М-133	-	-	-	-
9	Просіювач борошна	1	П2П-	Площа ситової поверхні-0,78м ² Продуктивність – 1250 кг/год. Ємкість бункера- 120 кг. Габаритні розміри, мм - 1140/740/1960.	-	1,1	300
10	Живильник шнековий	1	ПШМ-2А	Габаритні розміри, мм - 2020/492/660. Продуктивність – 7 т/год	2,8-20	5,5	332
11	Силос виробничий	1	ХЕ-112	Місткість – 1т	-	-	-
12	Бак гарчої води	1	-	-	-	-	-
13	Бак холодної води	1	-	-	-	-	-
14	Виробничий бункер	4	ХЕ – 63В	Геометричний об'єм V = 1 м ³	-	-	-
15	Місткість для сольового розчину	1	Т1-ХСБ	-	-	-	-
16	Автоматичні ваги	2	ВБМ-5	Габаритні розміри, мм- 800/650/1400	-	-	100
17	Дозатор неперервної дії (рідких компонентів)	4	ВНИИХ П-0-6	-	0,18	-	-
18	Дозатор твердих компонентів	4	Ш2-ХДА	Габаритні розміри 1540/8701/930 мм. Межі дозування 20-100 кг, клас точності 1.	-	0,3	365
19	Дозатор поршневий для в'язких продуктів	3	Hualian WGD 2500	Об'єм бункера-30 л Дозування – 300-2500мл	-	-	-
20	Дозатор для сипких продуктів	2	Hualian NPF-50	Діапазон дозування: 5-50 гр Похибка дози ; до 1% Напруга: 220 Габарити: 280x530x400 мм.	-	-	10

Продовження табл. 3.18

21	Машина тістомісильна	2	X-26A	Продуктивність – 660 кг/год Однокамерна з двома паралельними місильними валами	-	-	-
22	Тістоприготувальний агрегат	2	I8-XAG-6	Продуктивність – 0,6 т/год. Об'єм бункера : для опари – 6 м3; для тіста – 1 м3.	-	-	-
23	Бункер для бродіння	2	-	Бункер конічної форми, розділений перегородками на шість секцій	-	-	-
24	Тістоподільник	2	A2 – XTH	Маса заготовки – 0,2 – 1,2 кг	-	-	-
25	Тістоокруглювач	2	T1-XTH	Маса заготовки – 0,2 – 1,2 кг	-	-	-
26	Транспортер стрічковий	4	AgroHelix	B - 400мм., L - 4 м., стрічка Макс.кут роботи -45 °	-	1,5кВт	-
27	Шафа вистійна	2	T1-XP-2A-48	Робоча довжина колиски – 2040 мм. Кількість колисок: загальна – 50шт.; робочих- 48 шт. Площа поду – 16 м2. Ширина поду – 1,9- 2,1 м.	-	-	-
28	Хлібопекарська піч	2	-	Піч ротаційна електрична. Діапазон температур : 120-300 С°.	-	33	1300
29	Вагонетки	6	-	-	-	-	-
30	Контейнери	94	-	Габаритні розміри , мм: 900/836/1737	-	-	-
31	Мішкоперекидач	2	-	-	-	-	-

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Охорона праці

Роботодавець зобов'язаний забезпечити використання на підприємстві такого виробничого обладнання, яке відповідає характеру виконуваних робіт, є технічно справним і безпечним для працівників, а також не створює загрози їх життю та здоров'ю. Під час вибору обладнання необхідно враховувати умови виробничого середовища, можливі ризики для безпеки й здоров'я персоналу, рівень професійної підготовки працівників, а також додаткові небезпеки, пов'язані з експлуатацією конкретних машин і механізмів.

Усе виробниче обладнання, що використовується працівниками, повинно відповідати вимогам чинних технічних регламентів і перебувати у справному технічному стані протягом усього строку експлуатації. З цією метою роботодавець має організувати своєчасне технічне обслуговування, ремонт і контроль стану обладнання відповідно до вимог нормативно-правових актів з охорони праці [57].

Машини, механізми та устаткування підвищеної небезпеки, що перебувають в експлуатації, підлягають періодичному технічному огляду у строки та за процедурами, визначеними технічною документацією виробника або чинними нормативними документами з охорони та гігієни праці. Роботодавець зобов'язаний забезпечити працівників усією необхідною технічною документацією, інструкціями з експлуатації та нормативно-правовими актами з охорони праці. Письмові інструкції з безпеки мають містити інформацію щодо умов нормальної експлуатації обладнання, можливих відхилень від штатного режиму та дій персоналу у разі виникнення нештатних ситуацій [57].

Для забезпечення належних умов праці за потреби передбачається місцеве освітлення окремих виробничих ділянок. Освітлювальні прилади для робочих зон машин і механізмів установлюють з урахуванням категорії приміщення за

вибухо- та пожежною безпекою, що забезпечує можливість ефективного візуального контролю технологічного процесу. Конструкція та експлуатаційні режими обладнання мають гарантувати, що рівні шуму й вібрації не перевищують установлених нормативів. Рухомі частини машин, які є потенційним джерелом небезпеки, підлягають обов'язковому огороженню.

Формування безпечних умов праці також передбачає врахування медичних протипоказань для залучення працівників до окремих технологічних операцій, а також проведення систематичного навчання, інструктажів і перевірки знань з безпечних методів виконання робіт. До осіб, допущених до виробничого процесу, висуваються вимоги щодо відповідності їх фізичних, психофізіологічних, а в окремих випадках і антропометричних характеристик характеру виконуваних робіт. Контроль стану здоров'я працівників здійснюється як перед допуском до роботи, так і періодично у процесі трудової діяльності відповідно до чинних нормативів. Працівники повинні мати належну професійну підготовку, зокрема з питань охорони праці, що відповідає специфіці виконуваних робіт [57].

Основним напрямом підвищення рівня безпеки праці на підприємстві є впровадження комплексної механізації та автоматизації виробничих процесів, що створює передумови для суттєвого покращення умов праці, зростання продуктивності праці та підвищення якості готової продукції.

4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Надзвичайна ситуація розглядається як сукупність обставин, що виникають на певній території, об'єкті господарювання або водному об'єкті та супроводжуються порушенням нормальних умов життєдіяльності населення. Такі обставини можуть бути спричинені аваріями, катастрофами, пожежами, стихійними лихами, епідеміями, застосуванням засобів ураження або іншими небезпечними подіями, які призводять або можуть призвести до загрози життю та здоров'ю людей, значних людських втрат, матеріальних збитків, а також

унеможливлення проживання населення чи здійснення господарської діяльності на відповідній території або об'єкті [58].

Надзвичайний стан визначається як особливий тимчасовий правовий режим, що може запроваджуватися на всій території України або в окремих її місцевостях у разі виникнення надзвичайних ситуацій техногенного чи природного характеру загальнодержавного рівня. Підставою для його введення є наявність загрози життю і здоров'ю громадян, значних матеріальних втрат або спроб насильницької зміни конституційного ладу чи захоплення державної влади. Запровадження надзвичайного стану передбачає надання органам державної влади, військовому командуванню та органам місцевого самоврядування додаткових повноважень, необхідних для усунення загроз і забезпечення безпеки населення, а також допускає тимчасове обмеження окремих конституційних прав і свобод громадян та прав юридичних осіб із визначенням строку дії таких обмежень [58].

За характером походження надзвичайні ситуації класифікують на техногенні, природні, соціальні та воєнні. У зв'язку з повномасштабною збройною агресією російської федерації проти України, що розпочалася 24 лютого 2022 року, на території держави було запроваджено воєнний стан.

Воєнний стан є особливим правовим режимом, який вводиться в Україні або в окремих її регіонах у разі збройної агресії чи загрози нападу, що створює небезпеку для державної незалежності та територіальної цілісності країни. Він передбачає надання відповідним органам державної влади, військовому командуванню, військовим адміністраціям і органам місцевого самоврядування повноважень, необхідних для відсічі збройної агресії, забезпечення національної безпеки та захисту держави, а також допускає тимчасове обмеження прав і свобод громадян та законних інтересів юридичних осіб із визначенням строків таких обмежень [58].

В умовах надзвичайних ситуацій та воєнного стану керівництво підприємства зобов'язане забезпечити реалізацію заходів цивільного захисту. До таких заходів належать забезпечення працівників засобами індивідуального та

колективного захисту, організація евакуації персоналу і матеріальних цінностей, створення сил і засобів для ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, підтримання готовності до практичних дій, функціонування диспетчерських служб, а також виконання інших передбачених законодавством заходів цивільного захисту з відповідним фінансовим та матеріальним забезпеченням.

Начальник цивільного захисту об'єкта підпорядковується начальнику відповідного органу управління, а в оперативному аспекті – начальнику цивільного захисту міста або району. Наказом начальника цивільного захисту об'єкта призначаються заступники з питань евакуації та розосередження, інженерно-технічного забезпечення і матеріально-технічного постачання. Йому також підпорядковуються штаб цивільного захисту, евакуаційна комісія та комісія з питань надзвичайних ситуацій, які формуються з числа штатних працівників і посадових осіб без звільнення їх від основної діяльності [58].

Основним органом управління цивільним захистом на об'єкті є штаб цивільного захисту, який очолює начальник штабу – перший заступник начальника цивільного захисту об'єкта [57]. Штаб забезпечує безперервне управління заходами цивільного захисту, координацію дій підрозділів та взаємодію з відповідними службами. Для реалізації спеціальних заходів на підприємстві створюються служби цивільного захисту на базі структурних підрозділів – цехів, відділів, управлінь і лабораторій [57].

Враховуючи, що на сьогодні на всій території України діє режим воєнного стану, належна організація системи цивільного захисту на виробничих об'єктах є вкрай важливою умовою забезпечення безпеки працівників, стабільності виробничої діяльності та зменшення можливих негативних наслідків надзвичайних ситуацій.

ВИСНОВКИ

На основі аналізу сучасних літературних джерел і патентних матеріалів встановлено, що проблема зниження харчової та біологічної цінності хліба з пшеничного борошна вищого сорту є актуальною, а використання інноваційної рослинної сировини є перспективним напрямом її вирішення. При цьому борошно з кореня латаття практично не представлено в технологіях вітчизняного хлібопекарського виробництва, що підтверджує наукову новизну та доцільність проведеного дослідження.

Дослідження хімічного складу борошна з кореня латаття показало, що воно характеризується підвищеним вмістом харчових волокон, мінеральних речовин та біологічно активних сполук порівняно з пшеничним борошном вищого сорту. Це обґрунтовує можливість його використання як функціонального інгредієнта для збагачення хлібобулочних виробів.

У результаті експериментальних досліджень встановлено, що часткова заміна пшеничного борошна вищого сорту борошном з кореня латаття є технологічно можливою. Оптимальним рівнем заміни визначено 5 %, за якого досягається підвищення харчової та біологічної цінності хліба без негативного впливу на перебіг технологічного процесу.

Введення борошна з кореня латаття у кількості 5 % не призводить до погіршення реологічних властивостей тіста. Процеси замішування, бродіння, формування та випікання відбуваються стабільно, а отримане тісто зберігає достатню пластичність і газотримувальну здатність.

Оцінювання якості готових хлібобулочних виробів показало, що хліб із додаванням 5 % борошна латаття має відмінні фізико-хімічні показники, рівномірну пористу структуру м'якушу, приємний колір, м'який смак та характерний легкий рослинний відтінок аромату.

За результатами органолептичної оцінки вироби набрали більше встановленого рівня балів контрольного зразка, що підтверджує їх придатність до споживання та реалізації.

Встановлено, що використання борошна латаття сприяє підвищенню вмісту харчових волокон і мінеральних речовин у готовому хлібі, що дозволяє віднести його до продуктів із підвищеною харчовою цінністю та функціональною спрямованістю.

Отримані результати розширюють наукові уявлення про можливість використання водних рослин як джерела функціональних інгредієнтів у хлібопекарській промисловості та створюють наукове підґрунтя для розроблення нових рецептур хлібобулочних виробів оздоровчого призначення.

Таким чином, застосування борошна латаття у кількості 5 % у складі хліба з пшеничного борошна вищого сорту є науково обґрунтованим, технологічно доцільним і перспективним для впровадження у виробництво з метою розширення асортименту хлібобулочних виробів підвищеної харчової та біологічної цінності.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Slavin J. L. Whole grains and human health // Nutrition Research Reviews. 2004. Vol. 17, № 1. P. 99 - 110.
2. Wheat and wheat products in human nutrition / FAO. Rome : FAO, 1999. 192 p.
3. Pomeranz Y. Wheat: Chemistry and Technology. 3rd ed. St. Paul : AACC, 1988. 486 p.
4. U.S. Department of Agriculture URL: <https://fdc.nal.usda.gov> (дата звернення: 11.11.2025).
5. McCance R. A., Widdowson E. M. McCance and Widdowson's The Composition of Foods. 7th ed. Cambridge : Royal Society of Chemistry, 2015. 560 p.
6. Jenkins D. J. A., Wolever T. M. S., Taylor R. H. et al. Glycemic index of foods: A physiological basis for carbohydrate exchange // American Journal of Clinical Nutrition. 1981. Vol. 34, № 3. P. 362 - 366.
7. Foster-Powell K., Holt S. H. A., Brand-Miller J. C. International table of glycemic index and glycemic load values // American Journal of Clinical Nutrition. 2002. Vol. 76, № 1. P. 5 - 56.
8. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases : report of a WHO study group. - Geneva : WHO, 2003. 149 p.
9. Shewry P. R., Halford N. G. Cereal seed storage proteins: structures, properties and role in grain utilization // Journal of Experimental Botany. 2002. Vol. 53, № 370. P. 947 - 958.
10. Protein quality evaluation : report of the Joint FAO/WHO Expert Consultation. Rome : FAO, 1991. 66 p.
11. Fasano A., Catassi C. Celiac disease // New England Journal of Medicine. 2012. Vol. 367, № 25. P. 2419 - 2426.
12. Hidalgo A., Brandolini A. Lipid composition of wheat germ and wheat bran // Journal of Cereal Science. 2014. Vol. 59, № 3. P. 394 - 400.

13. Adom K. K., Liu R. H. Antioxidant activity of grains // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2002. Vol. 50, № 21. P. 6182 - 6187.
14. Bender D. A. Nutritional Biochemistry of the Vitamins. 2nd ed. Cambridge : Cambridge University Press, 2003. 488 p.
15. Welch R. M., Graham R. D. Breeding for micronutrients in staple food crops // Journal of Agricultural Science. 2002. Vol. 139, № 1. P. 1 - 12.
16. Dietary fiber content of bread products URL: <https://www.usda.gov> (дата звернення: 17.11.2025).
17. Gibson G. R., Roberfroid M. B. Dietary modulation of the human colonic microbiota // Journal of Nutrition. 1995. Vol. 125, № 6. P. 1401 - 1412.
18. Codex Alimentarius Commission. Guidelines on nutrition labelling (CAC/GL 2–1985, Rev. 2009). Rome : FAO/WHO, 2009. 16 p.
19. Anderson J. W., Baird P., Davis R. H. et al. Health benefits of dietary fiber // Nutrition Reviews. 2009. Vol. 67, № 4. P. 188 - 205.
20. World Health Organization. Global dietary fiber intake. Geneva : WHO, 2019. 32 p.
21. Makki K., Deehan E. C., Walter J., Bäckhed F. The impact of dietary fiber on gut microbiota // Cell Host & Microbe. 2018. Vol. 23, № 6. P. 705 - 715.
22. Cauvain S. P. Breadmaking: Improving Quality. 2nd ed. Cambridge : Woodhead Publishing, 2015. 460 p.
23. Seal C. J., Brownlee I. A. Whole-grain foods and chronic disease // British Journal of Nutrition. 2015. Vol. 113, № S2. P. S4 - S20.
24. Дослідження використання нетрадиційної рослинної сировини у хлібопеченні // Харчова наука і технологія. 2020. № 3. С. 45 - 52.
25. Pomeranz Y. Wheat: Chemistry and Technology. St. Paul : AACC, 1988. 486 p.
26. FAO. Wheat and wheat products in human nutrition. Rome : FAO, 1999. 192 p.
27. EFSA. Scientific opinion on dietary reference values for carbohydrates and dietary fibre // EFSA Journal. 2010. Vol. 8, № 3. P. 1462.

28. Gibson G. R., Roberfroid M. B. Dietary modulation of the human colonic microbiota // *Journal of Nutrition*. 1995. Vol. 125, № 6. P. 1401 - 1412.
29. Slavin J. L. Whole grains and human health // *Nutrition Research Reviews*. 2004. Vol. 17, № 1. P. 99 - 110.
30. FAO/WHO. Protein and micronutrient requirements in human nutrition. Geneva : WHO, 2003. 303 p.
31. Kent N. L., Evers A. D. *Technology of Cereals*. Oxford : Pergamon Press, 1994. 334 p.
32. Adom K. K., Liu R. H. Antioxidant activity of grains // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2002. Vol. 50, № 21. P. 6182 - 6187.
33. Dendy D. A. V., Dobraszczyk B. J. *Cereal and Cereal Products*. Gaithersburg : Aspen Publishers, 2001. 428 p.
34. Review of aquatic plant starches and flours for food URL: <https://www.sciencedirect.com> (дата звернення: 19.11.2025).
35. Abelti A. L., Desta D. T., Gebre M. S. Review on edible water lilies and lotus: nutrition, bioactive compounds and health benefits // *Cleaner Engineering and Technology*. 2023. Vol. 13. Article 100670.
36. Li X., Guo Y., Chen L. et al. Texture and bio-functional characteristics of steamed bread with lotus root powder partially replacing wheat flour // *Scientific Reports*. 2021. Vol. 11. Article 16457.
37. Anderson J. W., Baird P., Davis R. H. et al. Health benefits of dietary fiber // *Nutrition Reviews*. 2009. Vol. 67, № 4. P. 188 - 205.
38. Спеціальна інформаційна система УКРНОІВІ (CIC). Простий та розширений пошук об'єктів промислової власності України. URL: <https://sis.nipo.gov.ua> (дата звернення: 17.11.2025).
39. УКРНОІВІ. Опис інформаційно-довідкових систем та державних реєстрів об'єктів промислової власності. URL: <https://nipo.gov.ua> (дата звернення: 17.11.2025)
40. Укрпатент. Бази даних патентної інформації України. URL: <https://ukrpatent.org> (дата звернення: 18.11.2025)

41. СОУ 15.8-37-00389676-559:2007. Хліб і хлібобулочні вироби. Технічні умови. Київ, 2007.
42. ДСТУ ISO 6564:2005 Дослідження сенсорне. Методологія. Методи створювання спектра флейвору (ISO 6564:1985, IDT). Чинний від 2005 - 05 - 25. К.: Держспоживстандарт України, 2006. 9 с.
43. Огляд ринку хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів в Україні. URL: <https://pro-consulting.ua/ua/pressroom/obzor-rynkahlebobulochnyh-i-muchnyh-konditerskih-izdelij-v-ukraine> (дата звернення 22.11.2025)
44. Хлібопекарська промисловість : традиції та інновації. Вітчизняний та світовий досвід [Електронний ресурс] : наук.-допом. бібліогр. покажч. / [упоряд. : О. В. Олабоді, В. С. Каленська] ; Нац. ун-т харч. технол., Наук.-техн. б-ка. Київ, 2018. 252 с.
45. ДСТУ 46.004-99 Борошно пшеничне. Технічні умови. Чинний від 20- 07-1999. К.: Галузевий стандарт України, 1999. 13 с.
46. ДСТУ 4812:2007 Дріжджі хлібопекарські пресовані. Технічні умови. Чинний від 30-07-2007. К.: Держспоживстандарт України, 2007. 13 с.
47. ДСТУ 4623:2023 Цукор. Технічні умови. Чинний від 01-11-2023. К.: Держспоживстандарт України, 2018. 20 с. (Національний стандарт України).
48. ДСТУ 3583:2015. Сіль кухонна. Загальні технічні умови. К: Держспоживстандарт України, 2015. 18 с. (Національний стандарт України).
49. ДСТУ 4492:2017. Олія соняшникова. Технічні умови. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2017. 16 с. (Український науково-дослідний інститут олій та жирів).
50. ТУ У 15.8-32671885-001:2011. Глофа-екстракт. Технічні умови. – К.: Галузевий стандарт України, 2011.
51. Дробот В. І. Технологія хлібопекарського виробництва: Підруч. для студентів вищих навчальних закладів. / В. І. Дробот. 2-ге вид., доповнене та перероблене Київ: ПрофКнига, 2024. 516 с.

52. Дробот В. І. Технологічні розрахунки у хлібопекарському виробництві: Навчально-методичний посібник. / В. І. Дробот. Київ. Кондор, 2010. 440 с.

53. Дробот В. І. Довідник інженера-технолога хлібопекарного виробництва./ В. І. Дробот Київ: Урожай, 2019. 580 с

54. Дробот В. І. Технохімічний контроль сировини та хлібобулочних і макаронних виробів. / .В. І. Дробот. Київ. Кондор, 2015. 958 с.

55. Технологічне обладнання хлібопекарських і макаронних виробництв./ Лісовенко О. Київ. Наукова думка, 2010. 287 с.

56. Технологічне устаткування хлібопекарського, макаронного і кондитерського виробництв / В.Ф.Петько, О.І.Гапонюк, Є.В.Петько, А.В.Ульяницький; За ред. О.І.Гапонюка. Київ: ЦУЛ, 2017. 432 с.

57. Про правовий режим надзвичайного стану: Закон України від 31.03.2023[Електронний ресурс] //Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2000, № 23, ст.176/ URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/389-19#Text> (дата звернення 11.12.2025)

58. Про охорону праці: Закон України від 14.10.92 [Електронний ресурс]// Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1992, № 49, ст.668/ URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12> (дата звернення 11.12.2025)

59. Стручок, В. С. (2022). Безпека в надзвичайних ситуаціях. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання.

60. Кафедра охорони праці, промислової та цивільної безпеки / Офіційний сайт. URL: http://opcb.kpi.ua/wp-content/uploads/2014/09/Лекц_я-4.pdf (дата звернення: 12.12.2025).

ДОДАТКИ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ ХАРЧОВОЇ НАУКИ ТА ПРОМИСЛОВОСТІ

Збірник тез доповідей
VIII Міжнародної науково-технічної конференції
присвяченої 30-річчю заснування кафедри харчової
біотехнології і хімії ТНТУ імені Івана Пулюя
25 - 26 вересня 2025 року



Тернопіль
2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА
ПУЛЮЯ
(Україна)
УНІВЕРСИТЕТ МАУНТ-СЕНТ-ВІНСЕНТ
(Канада)
КАУНАСЬКИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(Литва)
УНІВЕРСИТЕТ АГРАРНИХ НАУК
ТА ВЕТЕРИНАРНОЇ МЕДИЦИНИ В КЛЮЙ-НАПОКА
(Румунія)
ІНСТИТУТ ПРОДОВОЛЬЧИХ РЕСУРСІВ НААН УКРАЇНИ
(Україна)
ПАП «АГРОПРОДСЕРВІС»
(Україна)
ПРАТ «ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ МОЛОКОЗАВОД»
(Україна)

VIII Міжнародна науково-технічна конференція
Стан і перспективи харчової науки та
промисловості

присвячена 30-річчю заснування
кафедри харчової біотехнології і хімії
ІНТУ імені Івана Пулюя

Тези доповідей

25 – 26 вересня 2025 р.

Тернопіль

ФУНКЦІОНАЛЬНІ ХЛІБОБУЛОЧНІ ВИРОБИ НА ОСНОВІ НЕТРАДИЦІЙНОЇ СИРОВИНИ

A. T. Lialyk, Ph.D., Associate Professor; M.-D. P. Patsula, student

FUNCTIONAL BAKERY PRODUCTS BASED ON NON-TRADITIONAL RAW MATERIALS

Повноцінне та якісне харчування населення є не лише основою нормального розвитку і формування людського організму, а й важливим чинником зміцнення продовольчої безпеки. Для населення є характерним явищем «прихованого голоду», що зумовлене недостатнім надтодженням у щоденному раціоні цінних речовин. У зв'язку з цим актуальною є розробка технологій харчових продуктів функціонального призначення.

Крім того, профілактика харчових захворювань за допомогою функціональних продуктів залишається актуальною.

Хліб є одним із основних продуктів у раціоні людини, становлячи близько 30–35 % від добового споживання харчових продуктів. Саме тому питання підвищення його якості постійно перебуває у центрі уваги науковців та фахівців хлібопекарської галузі. Розширення асортименту хлібних виробів потребує впровадження нетрадиційних видів рослинної сировини, здатних підвищити їх харчову та біологічну цінність. Корінь латаття вирізняється високим вмістом крохмалю, білкових сполук, харчових волокон, вітамінів (особливо групи В та С), а також мінералів: калій, магній, залізо та інші, що робить його перспективним інгредієнтом у технології хлібопечення. Згідно даних досліджень додавання переробленої сировини з латаття до пшеничного тіста сприяє оптимізації процесів бродіння, покращує структуру та аромат виробів, а також збагачує їх функціональними компонентами [1, 2].

Тому, використання нетрадиційної рослинної сировини у технології хліба та хлібобулочних виробів є одним із актуальних напрямів харчової промисловості. Введення борошна з корня латаття до рецептури пшеничних виробів сприятиме покращенню процесів дозрівання тіста, підвищенню харчової та біологічної цінності готових виробів, а також формуванню оригінальності органолептичних властивостей. Це дозволить розширити асортимент функціональних хлібобулочних виробів.

Література

1. Proximate and Functional Properties of Water Lily (*Nymphaea Lotus*), Coconut (*Cocos Nicifera*) and Wheat (*Triticum Aestivum*) Flour Blends
URL: <https://article.scholarena.com/Proximate-and-Functional-Properties.pdf> (дата звернення 16.09.2025).
2. Review on edible water lilies and lotus: Future food, nutrition and their health benefits URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772502223000033> (дата звернення 16.09.2025)

