

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: **Удосконалення технології виробництва хліба пшеничного,
збагаченого текстурованими рослинними білками,
із впровадженням у хлібопекарське виробництво**

Виконав: студент II курсу, групи МХм-61
спеціальності _____

181 Харчові технології

(шифр і назва спеціальності)

Кузик В.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Кравченко Х.Ю.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Кухтин М.Д.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

Кухтин М.Д.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Деркач А.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Тернопіль 2025

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

Факультет інженерії машин, споруд і технологій
(повна назва факультету)
Кафедра харчової біотехнології і хімії
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Микола КУХТИН
(підпис) (ім'я, прізвище)
« » 2025 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)
за спеціальністю 181 «Харчові технології»
(шифр і назва спеціальності)
студенту Кузику Володимиру Михайловичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення технології виробництва хліба пшеничного, збагаченого
текстурованими рослинними білками, із впровадженням у хлібопекарське виробництво

Керівник роботи Кравченко Христина Юріївна, к.т.н.
(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 Вироби: хліб «Ахлоридний», хліб «Закарпатський».
Нетрадиційна рослинна сировина

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)

План цеху – 1 л. А1

Поздовжній розріз – 1 л. А1

Поперечний переріз – 1 л. А1

Апаратурно-технологічні схеми виробництва – 2 л. А1

Аркуші науково-дослідної роботи (2 л. А1)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Науково-дослідна частина			
Техніко-економічне обґрунтування			
Проектно-технологічна частина			
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях			

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)

Кузик В. М.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Кравченко Х. Ю.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота присвячена удосконаленню технології виробництва хліба пшеничного, збагаченого текстурованими рослинними білками, зокрема гарбузовим протеїном, та обґрунтуванню можливості його впровадження у хлібопекарське виробництво. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю розширення асортименту хлібобулочних виробів підвищеної харчової та біологічної цінності з використанням нетрадиційної рослинної сировини.

У роботі проаналізовано сучасний стан і тенденції розвитку технологій виробництва пшеничного хліба функціонального призначення, охарактеризовано властивості текстурованих рослинних білків та гарбузового протеїну як перспективної білкової добавки. Досліджено вплив гарбузового протеїну на перебіг технологічного процесу, структурно-механічні властивості тіста, фізико-хімічні та органолептичні показники якості готових виробів.

Розроблено та обґрунтовано удосконалену технологічну схему виробництва пшеничного хліба із додаванням гарбузового протеїну, визначено раціональні дозування білкової добавки. Показано, що збагачення хліба текстурованими рослинними білками сприяє підвищенню вмісту білка, покращенню харчової цінності та збереженню високих споживчих властивостей продукції. Обґрунтовано доцільність впровадження запропонованої технології у виробничі умови хлібопекарських підприємств.

Ключові слова: пшеничний хліб, удосконалення технології, текстуровані рослинні білки, гарбузовий протеїн, збагачення, хлібопекарське виробництво.

ANOTATION

The qualification work is devoted to the improvement of the production technology of wheat bread, enriched with textured vegetable proteins, in particular pumpkin protein, and the justification of the possibility of its introduction into bakery production. The relevance of the study is determined by the need to expand the range of bakery products of increased nutritional and biological value using non-traditional plant raw materials.

The paper analyzes the current state and trends in the development of technologies for the production of functional wheat bread, characterizes the properties of textured vegetable proteins and pumpkin protein as a promising protein additive. The influence of pumpkin protein on the course of the technological process, structural and mechanical properties of the dough, physico-chemical and organoleptic indicators of the quality of finished products was studied.

An improved technological scheme for the production of wheat bread with the addition of pumpkin protein was developed and substantiated, and rational dosages of the protein additive were determined. It has been shown that the enrichment of bread with textured vegetable proteins helps to increase the protein content, improve the nutritional value and preserve the high consumer properties of the products. The expediency of introducing the proposed technology into the production conditions of bakery enterprises is substantiated.

Key words: wheat bread, technology improvement, textured vegetable proteins, pumpkin protein, enrichment, bakery production.

ЗМІСТ

ст.

	ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1	НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	11
1.1	Аналітичний огляд літературних джерел	11
1.1.1	Текстуровані рослинні білки як інгредієнти для збагачення хлібобулочних виробів	11
1.1.2	Характеристика гарбузового протеїну	13
1.1.3	Патентний пошук	18
1.2	Мета, об'єкт, предмет та методи дослідження	19
1.3	Результати досліджень	20
1.3.1	Обґрунтування вибору сировини та визначення її властивостей	20
1.3.2	Вивчення впливу внесення збагачувальної сировини на фізико-хімічні та органолептичні показники якості готових виробів	24
РОЗДІЛ 2	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ	33
2.1	Характеристика місця розташування	33
2.2	Характеристика сировинної зони	35
2.3	Обґрунтування асортименту продукції	36
2.4	Характеристика каналів реалізації	38
РОЗДІЛ 3	ПРОЄКТНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	40
3.1	Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту	40
3.1.1	Вихідні дані	40
3.1.2	Розрахунок продуктивності печей	42
3.1.3	Розрахунок пофазних рецептур	45
3.1.4	Розрахунок виходу виробів	50
3.1.5	Розрахунок виробничих рецептур і вибір технологічних параметрів	58
3.2	Вибір та обґрунтування технологічних процесів і режимів виробництва	64
3.2.1	Вимоги до сировини використовуваної для виробництва запроєктованого асортименту	64
3.2.2	Обґрунтування та опис технології запроєктованого асортименту	66
3.2.3	Організація технохімічного і мікробіологічного контролю запроєктованого асортименту	69
3.3	Забезпечення технологічного процесу виробництва запроєктованого асортименту	73
3.3.1	Розрахунок витрат сировини і площ для її зберігання	73

3.3.2	Розрахунок і вибір технологічного обладнання	77
РОЗДІЛ 4	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	83
4.1	Охорона праці	83
4.2	Безпека в надзвичайних ситуаціях	88
	ВИСНОВКИ	93
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	94
	ДОДАТКИ	100

ВСТУП

Хлібопекарська промисловість є однією з провідних галузей харчової індустрії України, продукція якої відіграє важливу роль у формуванні раціону харчування населення. Пшеничний хліб залишається одним із найбільш масових і соціально значущих харчових продуктів, що зумовлює постійну увагу науковців і виробників до питань удосконалення його асортименту, якості та харчової цінності. В умовах сучасних соціально-економічних викликів і зростання вимог споживачів до здорового харчування актуальним є створення хлібобулочних виробів із підвищеним вмістом повноцінного білка та функціональними властивостями.

Одним із перспективних напрямів розвитку хлібопекарського виробництва є використання нетрадиційної рослинної сировини, зокрема текстурованих рослинних білків, які дозволяють коригувати амінокислотний склад продукції та підвищувати її біологічну цінність. Серед таких інгредієнтів особливий інтерес становить гарбузовий протеїн, що характеризується високим вмістом білка, наявністю незамінних амінокислот, мінеральних речовин та біологічно активних сполук. Крім того, гарбузовий протеїн є вітчизняною сировиною, що відповідає сучасним тенденціям раціонального використання місцевих ресурсів і розвитку сталого виробництва.

Незважаючи на наявність наукових досліджень щодо застосування рослинних білків у технології хліба, питання використання текстурованого гарбузового протеїну потребує подальшого комплексного вивчення. Зокрема, актуальними є дослідження його впливу на перебіг технологічного процесу, формування структури тіста, якісні показники пшеничного хліба та можливість впровадження удосконаленої технології в умовах хлібопекарських підприємств.

Завданням магістерської роботи є удосконалення технології виробництва хліба пшеничного шляхом збагачення його текстурованими рослинними білками на основі гарбузового протеїну та обґрунтування доцільності впровадження розробленої технології у хлібопекарське виробництво.

Для досягнення поставленої мети у роботі передбачено вирішення таких завдань: проаналізувати сучасний стан і напрями розвитку технологій виробництва пшеничного хліба з підвищеною харчовою цінністю; дослідити фізико-хімічні та технологічні властивості гарбузового протеїну; встановити вплив текстурованих рослинних білків на показники якості тіста та готових виробів; розробити удосконалену технологічну схему виробництва пшеничного хліба; оцінити можливості практичного впровадження запропонованої технології у виробничих умовах.

Об'єктом дослідження є технологічний процес виробництва хліба пшеничного. Предметом дослідження є вплив текстурованих рослинних білків, зокрема гарбузового протеїну, на формування якості та харчової цінності пшеничного хліба.

Практичне значення роботи полягає у можливості використання отриманих результатів для розширення асортименту хлібобулочних виробів функціонального призначення та впровадження удосконаленої технології у хлібопекарське виробництво.

Актуальність теми зумовлена зростаючою потребою ринку в інноваційних видах борошняної продукції, що поєднує високі споживчі властивості з підвищеною харчовою цінністю. Сучасні тенденції розвитку хлібопекарської галузі орієнтовані на оптимізацію рецептур із використанням альтернативної, зокрема рослинної сировини та впровадження прогресивних технологічних рішень, які забезпечують ефективну організацію виробництва й конкурентоспроможність готової продукції. У цьому контексті особливої уваги набуває застосування гарбузового протеїну як перспективного білкового інгредієнта, здатного позитивно впливати на структуру тіста та якість хлібобулочних виробів.

Важливим аспектом дослідження є комплексний підхід до вирішення поставлених завдань, що передбачає не лише вивчення впливу гарбузового протеїну на реологічні властивості тіста, фізико-хімічні та органолептичні показники готових виробів, а й проєктування сучасного хлібопекарського цеху з

урахуванням технологічних, санітарно-гігієнічних та виробничо-економічних вимог. Такий підхід дозволяє забезпечити раціональну організацію виробничого процесу, стабільну якість продукції та ефективне використання ресурсів.

Метою даної роботи є обґрунтування ефективності використання гарбузового протеїну у виробництві хлібних виробів, а також розроблення проєкту створення хлібопекарського цеху, що забезпечить випуск хлібобулочної продукції високої якості з новими покращеними реологічними та органолептичними показниками, здатної задовольнити сучасні вимоги споживачів і потреби ринку.

Під час виконання кваліфікаційної роботи магістра результати досліджень були опубліковані в матеріалах Міжнародної науково-практичної конференції «Стан і перспективи харчової науки та промисловості».

Кваліфікаційна робота на тему: Удосконалення технології виробництва хліба пшеничного, збагаченого текстурованими рослинними білками, із впровадженням у хлібопекарське виробництво. Робота включає чотири розділи, перелік посилань із 57 позицій, графічну частину та додатки. Загальний обсяг становить 105 сторінок, у тексті подано 54 формули, 26 таблиць та 9 рисунків.

РОЗДІЛ 1. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

1.1. Аналітичний огляд літературних джерел

1.1.1. Текстуровані рослинні білки як інгредієнти для збагачення хлібобулочних виробів

Оскільки пшениця є основним продуктом харчування в багатьох частинах земної кулі, виробництво та споживання пшеничного хліба є основними джерелами для задоволення енергетичних потреб населення. Пшеничний хліб цінується за свої привабливі органолептичні параметри, конкурентоспроможність вартості та характеристики готового до вживання. Хліб є очевидним джерелом макро- та мікроелементів, таких як вуглеводи, білки, клітковина, вітаміни та мінерали. Однак зростаюча громадська обізнаність та епідеміологічні дані щодо захворювань, пов'язаних з харчуванням, спонукають хлібопекарську промисловість розвивати продукти, багаті на поживні речовини, з достатні часом зберігання. Отже, щоб задовольнити потреби споживачів у так званих суперфудах, багатих на білки, клітковину або біоактивні речовини, хлібобулочні вироби доповнюють незерновими інгредієнтами з різних фруктів, овочів та бобових. Як правило, фруктові та овочеві продукти, багаті на поживні та не поживні, але функціональні компоненти, які можуть покращити фізико-функціональні та поживні властивості хліба після додавання.

Останні інновації зосереджені на збільшенні харчового та функціонального потенціалу хлібобулочних виробів шляхом включення бобових, псевдозлаків, борошна з олійних культур, а також на врахуванні тенденцій, пов'язаних зі здоров'ям, таких як зниження вмісту цукру та жиру або рецептури з низьким глікемічним індексом [1, 2].

Крім того існує загальна світова тенденція до скорочення використання тваринного білка та збільшення споживання рослинних білків. Споживачі стали більш усвідомлювати, що вони їдять, і хочуть отримувати продукти з покращеною поживністю. Заміна частини пшеничного борошна в хлібобулочних výroбах різними інгредієнтами, багатими на білки, клітковину та поліфеноли,

особливо в хлібі, який є основним харчовим продуктом, може забезпечити організм людини корисними сполуками, але це визначає зміни в реології та технологічних характеристиках тіста під час хлібопечення.

Зростаючий інтерес до рослинних білків особливо актуальний у секторі громадського харчування. Для певних груп, наприклад, людей похилого віку, може бути складно забезпечити споживання білка достатньої якості. Одним зі способів зробити це може бути збагачення основного продукту харчування, такого як хліб.

Сучасні тенденції споживання функціональних продуктів рослинного походження спонукали дослідників та промисловість до вивчення виробництва хлібобулочних виробів, збагачених білком, як джерела білка. У контексті циркулярної економіки, макуха, що залишається після екстракції олії з таких рослин, як обліпиха або коноплі, може бути цінною, оскільки вона багата на білки, клітковину та багато біологічно активних сполук. Їх використання у хлібопеченні є гарним рішенням для підвищення харчової цінності хліба.

В останні роки спостерігається підвищений попит на продукти з конопляного білка як функціональні продукти завдяки їхній визнаній харчовій цінності, чудовій засвоюваності та низькій алергенності [3, 4, 5].

Зростає попит на бобові добавки, що неймовірно багаті на білок. Ці текстуровані рослинні білки також багаті на харчові волокна, мікроелементи, веганські та не містять глютену. Використання бобових у хлібних продуктах використовується з метою дієт з високим вмістом білка, вони не містять алергенів, покращують структуру та колір хліба [6, 7, 8, 9, 10].

Наприклад, горохові протеїни з їхнім м'яким смаковими властивостями та покращеною функціональністю можуть підтримувати безглютенову формулу – ще одну важливу тенденцію в хлібобулочній галузі [11, 12, 13, 14, 15].

Основними джерелами текстурованих рослинних білків є соя, горох, пшениця, соняшник, а також насіння гарбуза. Залежно від виду сировини та способу обробки ТРБ характеризуються різним вмістом білка (від 50 до 80 %), амінокислотним складом і функціональними властивостями. Вони мають високу

водо- та жирутримувальну здатність, здатність до набухання, емульгування та гелеутворення, що є важливим для формування структури тіста [6].

В дослідженнях показано [1, 6], що добавки з гарбузового насіння, отримані як побічний продукт після екстракції олії, концентрують ці цінні компоненти та можуть ефективно покращити харчову якість хлібобулочних виробів. Попередні дослідження показали, що часткова заміна борошна із зернових культур на гарбузове насіння покращує вміст білка та клітковини, зберігаючи при цьому прийнятні сенсорні характеристики. Результати показали, що включення у печиво значно збільшило вміст білка та вміст клітковини, гарно вплинуло на сенсорний аналіз виробів.

Тому використання текстурованих рослинних білків у хлібопекарському виробництві дозволяє суттєво підвищити харчову та біологічну цінність готових виробів за рахунок збільшення вмісту повноцінного рослинного білка. Збагачений хліб може бути рекомендований для функціонального, дієтичного та профілактичного харчування, а також для раціонів споживачів, які зменшують споживання продуктів тваринного походження.

1.1.2. Характеристика гарбузового протеїну

Гарбузовий протеїн у складі хліба є корисним як з харчової, так і з технологічної точки зору. Його застосування відповідає сучасним тенденціям створення функціональних і збагачених хлібобулочних виробів.

Гарбуз – один із сортів родини гарбузових, що називається *Cucurbitaceae*. Серед гарбузових овочів гарбуз цінується за високу врожайність, тривалий термін зберігання та високу поживну цінність. Гарбуз широко вирощують у тропічних і субтропічних країнах і вживають у вигляді парового, вареного або переробленого на продукти харчування, такі як суп. Він вважається цінним джерелом β -каротину, поліфенолів, флавоноїдів, мінералів та вітамінів, наприклад, В6, К, тіаміну та рибофлавіну. Багатство біологічно активних речовин, таких як каротин, феноли та флавоноїди, у гарбузі спонукає до його використання в різних харчових продуктах. Сушений гарбузовий порошок – це

перероблений продукт, який можна легко зберігати довше та використовувати у виробництві складних харчових продуктів. Це борошно можна використовувати як доповнення до злакового борошна в хлібобулочних výroбах, супах, молочних продуктах та локшині швидкого приготування для покращення харчових, фізичних та сенсорних якостей виробів.

В дослідженнях, додавали гарбузовий порошок для розробки кексів, печива. Виготовляли кекси з пшенично-гарбузового борошна, начиненого бобами ріжкового дерева, для підвищення вмісту білка.

Заміна борошном з гарбузового насіння до 50% призвела до отримання пирога, подібного до пшеничного борошна, з гарною текстурою. Аналогічно, гарбузову добавку було включено до морозива для збагачення фенолами. Реологічні та сенсорні властивості (колір та смак) морозива, багатого на феноли, значно покращилися. Виготовили йогурт, збагачений добавкою гарбузовою, з покращеною текстурою та антиоксидантними властивостями. Крім того, завдяки заміні гарбузових волокон спостерігалось відносно вищий вміст аскорбінової кислоти, загальних фенолів та каротиноїдів. Його використовували в сумішах для тортів з покращеним смаком та привабливим кольором. Таким чином, на основі цих досліджень можна припустити, що гарбузовий порошок може збагачувати та покращувати харчові, функціональні та сенсорні властивості [16, 17, 18, 19, 20].

На сьогоднішній день розроблено широкий асортимент кондитерських, снекових виробів шляхом включення гарбузового насіння в різних формах переробки. Білки з високоякісними пептидами, ферменти та амінокислоти, жири та олії з ефірними оліями та поліненасиченими жирними кислотами, харчові волокна, незамінні макро- та мікромінерали, а також широкий спектр жирних та водорозчинних вітамінів є одними з основних поживних речовин, що містяться в гарбузовому насінні. У той час як поліфеноли, каротиноїди та фітостероли є основними біологічно активними речовинами гарбузового насіння з сотнями вторинних метаболітів, гарбузове насіння завдяки високому вмісту поживних

речовин та великій кількості біологічно активних речовин може бути предметом широких досліджень.

Таблиця 1.1. - Хімічний склад гарбузового протеїну

Показник	Вміст	Одиниця виміру	Характеристика та значення
Масова частка вологи	не більше 8–10	%	Забезпечує стабільність під час зберігання
Масова частка білка	50–65	%	Основний поживний компонент, джерело незамінних амінокислот
Масова частка жиру	8–12	%	Переважають ненасичені жирні кислоти
Масова частка вуглеводів	10–20	%	Представлені некрохмальними полісахаридами
Харчові волокна	8–12	%	Сприяють нормалізації травлення
Зольність	4–6	%	Характеризує високий вміст мінеральних речовин
Крохмаль	сліди	%	Практично відсутній
Мінеральні речовини	у межах норми	мг/100 г	Mg, Zn, Fe, P, K, Ca
Вітаміни	у межах норми	мг/100 г	E, B ₁ , B ₂ , B ₆

Гарбузове насіння займає особливе місце серед побічних продуктів фруктів та овочів завдяки своєму особливому хімічному складу, що забезпечує велику різноманітність поживних та біологічно активних речовин. Серед основних поживних речовин, що містяться в гарбузовому насінні, є жири та олії, а також білки.

Гарбузове насіння використовувалося для створення широкого спектру корисних, поживних та корисних кулінарних продуктів, таких як вівсянка, чіпси, печиво, тістечка, батончики та локшина [21, 22].

Таблиця 1.2 - Амінокислотний склад гарбузового протеїну

Незамінні амінокислоти		
Амінокислота	Вміст, г / 100 г білка	Характеристика
Валін	4,5–5,0	Участь в енергетичному обміні
Ізолейцин	4,0–4,5	Регуляція м'язового метаболізму
Лейцин	6,5–7,5	Стимулює синтез білка
Лізин	3,5–4,2	Обмежувальна амінокислота для зернових
Метіонін + цистин	2,5–3,0	Джерело сірковмісних сполук
Фенілаланін + тирозин	6,0–6,8	Попередники біологічно активних речовин
Треонін	3,5–4,0	Формування білкових структур
Триптофан	1,0–1,3	Регуляція нервової системи
Замінні амінокислоти		
Аргінін	12,0–14,0	Домінуюча амінокислота, вазоактивна дія
Глутамінова кислота	18,0–20,0	Формує смак, участь у метаболізмі
Аспарагінова кислота	9,0–10,5	Підтримка клітинного дихання
Аланін	4,0–4,8	Участь у глюкозному обміні
Гліцин	3,5–4,2	Регуляція нервових процесів
Серин	4,0–4,6	Участь у синтезі ферментів

Гарбузовий протеїн містить значну кількість повноцінного рослинного білка з цінними амінокислотами (аргінін, глутамінова кислота, лейцин). Це сприяє збільшенню вмісту білка у виробах, покращенню амінокислотного

складу продукту, підвищенню поживної цінності для людей з підвищеною потребою в білку.

Гарбузовий протеїн містить: мінеральні речовини (Mg, Zn, Fe, K), антиоксиданти, фітостероли. Це сприяє нормалізації обміну речовин та підтримці імунної системи. Використання гарбузового протеїну формує оригінальний смак і аромат (горіхові нотки) [21, 22, 23].

Високий вміст білка, алергенний профіль та нижчий вміст жиру (порівняно з іншими білками на основі насіння) позиціонують органічний несмажений гарбузовий білок як ідеальну основу для різних рецептур [23, 24].

Гарбузовий протеїн характеризується високим вмістом аргініну та глутамінової кислоти, а також достатньою кількістю незамінних амінокислот. За амінокислотним складом він є цінним рослинним білковим інгредієнтом, що доцільно використовувати для збагачення хлібобулочних виробів і продуктів функціонального призначення.



Рисунок 1.1 Гарбузовий протеїн

Високий вміст білка та клітковини дозволяє розробникам досягати цілей щодо харчування без будь-яких штучних добавок, носіїв, наповнювачів чи технологічних допоміжних речовин [26, 27].

Порівняно з соєвим, гороховим, смаженим гарбузовим та іншими білками насіння, органічний несмажений гарбузовий білок пропонує поєднання харчових та функціональних переваг. Його характерний смак дозволяє йому добре поєднуватися з безглютеновою випічкою, доповнюючи різноманітні текстуровані інгредієнти [28, 29, 30].

Отже, текстурований гарбузовий білок є ефективним інгредієнтом для збагачення хлібобулочних виробів. Його додавання у вироби дозволяє отримати продукти з покращеними харчовими й споживчими властивостями, що відкриває широкі можливості для удосконалення традиційних технологій хлібопечення.

1.1.3. Патентний пошук

Аналіз наукових джерел і патентної інформації свідчить, що гарбузовий протеїн розглядається як перспективний функціональний інгредієнт для харчової промисловості. Це зумовлено його високим вмістом повноцінного білка та харчових волокон, які сприяють покращенню готових виробів, харчової та біологічної цінності. У світовій практиці гарбузовий протеїн знаходить широке застосування у хлібопекарській та кондитерській галузях, виробництві макаронних і безглютенових виробів, снєків та інших продуктів функціонального призначення.

Результати патентного пошуку, проведеного в межах тематики кваліфікаційної роботи, показали, що розробка та удосконалення технологій виробництва хліба з додаванням гарбузового протеїну є актуальним і перспективним напрямом наукових досліджень. Застосування цього інгредієнта дозволяє не лише збагачувати хлібобулочні вироби білком і харчовими волокнами, а й розширювати асортимент продукції оздоровчого призначення, що відповідає сучасним тенденціям розвитку харчової промисловості.

1.2. Мета, об'єкт, предмет та методи дослідження.

Мета: створення рецептури та поліпшення технології виробництва хліба «Ахлоридний» шляхом введення гарбузового протеїну з метою підвищення його цінності, як харчової так і біологічної.

Для досягнення поставленої мети у роботі передбачено розв'язання таких завдань:

- ✓ проаналізувати наукові джерела та патентну інформацію щодо використання гарбузового протеїну у виготовленні хлібобулочних виробів;
- ✓ обґрунтувати доцільність застосування гарбузового протеїну як функціонального інгредієнта у рецептурі хліба «Ахлоридний»;
- ✓ розробити експериментальні рецептури хліба з різним вмістом гарбузового протеїну;
- ✓ здійснити пробне випікання та дослідити вплив гарбузового протеїну на показники тіста і готових виробів;
- ✓ оцінити якість хліба за показниками, як органолептичними так і фізико-хімічними;
- ✓ дослідити оптимальний вміст гарбузового протеїну у рецептурі хліба «Ахлоридний» та обґрунтувати перспективи впровадження розробленої технології у виробництво.

Об'єкт дослідження — технологічний процес виробництва хліба «Ахлоридний» із додаванням гарбузового протеїну.

Предмет дослідження — гарбузовий протеїн та показники якості хліба «Ахлоридний», виготовленого з його використанням.

Методи дослідження — загальноприйняті методи визначення показників якості борошна, тістових напівфабрикатів і готових хлібобулочних виробів.

1.3. Результати досліджень

1.3.1. Обґрунтування вибору сировини та визначення її властивостей

На першому етапі наукового дослідження було здійснено підбір сировини, яка є доцільною для використання з метою підвищення харчової цінності хлібобулочних виробів. На основі аналізу біологічної цінності, хімічного складу та функціональних властивостей рослинних білкових добавок було обрано гарбузовий протеїн як перспективний інгредієнт для збагачення продукції.

Для виготовлення хліба «Ахлоридний» застосували безопарний спосіб приготування тіста, що забезпечує стабільність технологічного процесу та якісні показники готового виробу.

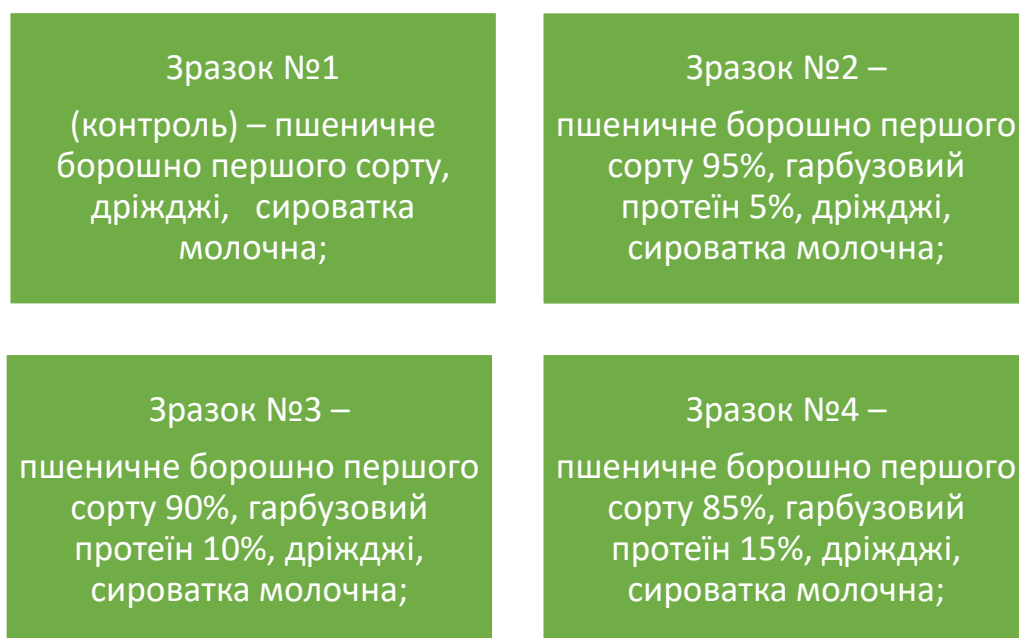


Рисунок 1.2 – Дослідні зразки

Взяли необхідну кількість борошна та замісили контрольний зразок №1 без додавання гарбузового протеїну спираючись на стандартну рецептуру виготовлення хліба «Ахлоридний». Далі, враховуючи розхід борошна у контролі зразку №1, взяли гарбузовий протеїн у кількості 5%, 10% та 15% для зразків №2, №3, №4. Перед початком замішування приготували дріжджову суспензію 1:3, додали молочну сироватку. Після ретельного перемішування інгредієнтів до

однорідної консистенції було додано пшеничне та гарбузовий протеїн в різних пропорціях в залежності від зразків. Тривалість бродіння тіста складає 120 хвилин.

В результаті ми отримали 4 зразки тіста.

Наступний етап - обминання тіста. Кожному зразку надали подовгувату форму.

Вклали на деко для вистоювання заготовок протягом 40-60 хвилин. Далі вироби поставили в піч, попередньо нагріту до 160 °С і випікали 40 хв.

Після завершення випікання хліб вийняли з духовки та залишили для охолодження. Через 4 години після випікання було проведено органолептичну оцінку якості готових виробів за такими показниками: стан скоринки, еластичність та пористість м'якушки, смак і аромат.



Рисунок 1.3 – Готові вироби



Рисунок 1.4 – Готові вироби в розрізі

ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ВИРОБНИЦТВА ХЛІБА АХЛОРИДНОГО З ГАРБУЗОВИМ ПРОТЕЇНОМ



Рисунок 1.5 - Технологічна схема виробництва хліба «Ахлоридний» з гарбузовим протеїном

1.3.2. Вивчення впливу внесення збагачувальної сировини на фізико-хімічні та органолептичні показники якості готових виробів

Органолептичну оцінку якості хліба «Ахлоридний» з додаванням гарбузового протеїну проводили відповідно до загальноприйнятих методик із урахуванням вимог чинних стандартів. Оцінювали зовнішній вигляд, форму, стан поверхні, колір скоринки та м'якуша, структуру пористості, аромат і смак виробу.

Органолептичні показники якості виробів, визначені дегустаторами, подано в таблицях 1.6 та 1.7.

Таблиця 1.6 – Органолептична оцінка якості хліба «Ахлоридний»

Показник	Зразок №1 контроль	Зразок №2	Зразок №3	Зразок №4
1	2	3	4	5
Зовнішній вигляд та форма	характерний для виробів даного виду, без деформацій і тріщин	характерний для виробів даного виду, без деформацій і тріщин	характерний для виробів даного виду, без деформацій і тріщин	характерний для виробів даного виду, з деякою деформацією і тріщинами
Форма виробу	продовгувата	продовгувата	продовгувата	продовгувата
Стан м'якушки	еластична, добре пропечена, не липка, після натискання швидко відновлює форму	еластична, добре пропечена, не липка, після натискання швидко відновлює форму	еластична, добре пропечена, не липка, після натискання швидко відновлює форму	щільна, трохи вологий, після натискання не швидко відновлює форму
Стан поверхні та скоринки	поверхня гладка, без підривів та підгорілих ділянок скоринка: рівномірна, світло- коричнева, без	поверхня гладка, без підривів та підгорілих ділянок скоринка: рівномірна, світло- коричнева з	поверхня гладка, без підривів та підгорілих ділянок скоринка: рівномірна, світло- коричнева з	поверхня гладка, з підривами та підгорілими ділянками скоринка: надто підрум'янена

1	2	3	4	5
	підгорілостей та надлишкового борошна	легким зеленувато-бежевим відтінком, зумовлена наявністю гарбузового протеїну	легким зеленувато-бежевим відтінком, зумовлена наявністю гарбузового протеїну	з сухою текстурою
Пористість	рівномірна, дрібно- та середньопориста, без ущільнених ділянок і пустот	рівномірна, дрібно- та середньопориста, без ущільнених ділянок і пустот	рівномірна, дрібно- та середньопориста, без ущільнених ділянок і пустот	не рівномірна, відсутні пори, є деякі ущільнення ділянок
Смак	приємний, властивий виробу даного виду	гармонійний, солодковий, гарбузовий присмак, без гіркоти та сторонніх присмаків	гармонійний, солодковий, гарбузовий присмак, без гіркоти та сторонніх присмаків	дуже виражений гарбузовий присмак, терпкий післясмак
Аромат	приємний, властивий даному виду виробу	приємний, з легкими гарбузовими нотами, характерними для гарбузового протеїну, без сторонніх запахів	приємний, з легкими гарбузовими нотами, характерними для гарбузового протеїну, без сторонніх запахів	дуже виражений гарбузовий аромат

За результатами дегустації встановлено, що всі зразки з додаванням гарбузового протеїну характеризувалися вираженим смаком без гіркоти та сторонніх присмаків. Скоринка у дослідних зразках була рівномірною, світло-коричневого кольору з легким зеленувато-бежевим відтінком порівняно з контрольним зразком. Найвищу органолептичну оцінку отримав зразок № 3, у

якому дегустатори відзначили гармонійне поєднання смаку та приємного аромату з легкими гарбузовими нотами.

Водночас зразок № 4 мав нижчі показники якості: зафіксовано непривабливий зовнішній вигляд, незначну деформацію форми виробу, надмірно виражений насіннево-гарбузовий присмак і терпкий післясмак, а також сторонній запах, не характерний для традиційних хлібобулочних виробів.

Таблиця 1.7 – Органолептична оцінка якості хліба «Ахлоридний»

Найменування показника	Зразок № 1 контроль	Зразок № 2 хліб із 5% гарбузового протеїну	Зразок № 3 хліб із 10% гарбузового протеїну	Зразок № 4 хліб із 15% гарбузового протеїну
Зовнішній вигляд виробу	4,5	4,5	5,0	4,0
Форма хліба	4,5	4,5	4,5	4,0
Стан поверхні (скоринки)	4,5	5,0	5,0	3,5
Колір скоринки	4,0	4,0	4,5	3,0
Колір м'якуша	4,5	4,5	4,5	3,0
Структура м'якуша	4,5	5,0	5,0	3,5
Еластичність м'якуша	5,0	5,0	5,0	3,0
Аромат	5,0	5,0	5,0	3,0
Смак	4,5	4,5	5,0	3,5
Середня органолептична оцінка	4,1	4,7	4,8	3,05

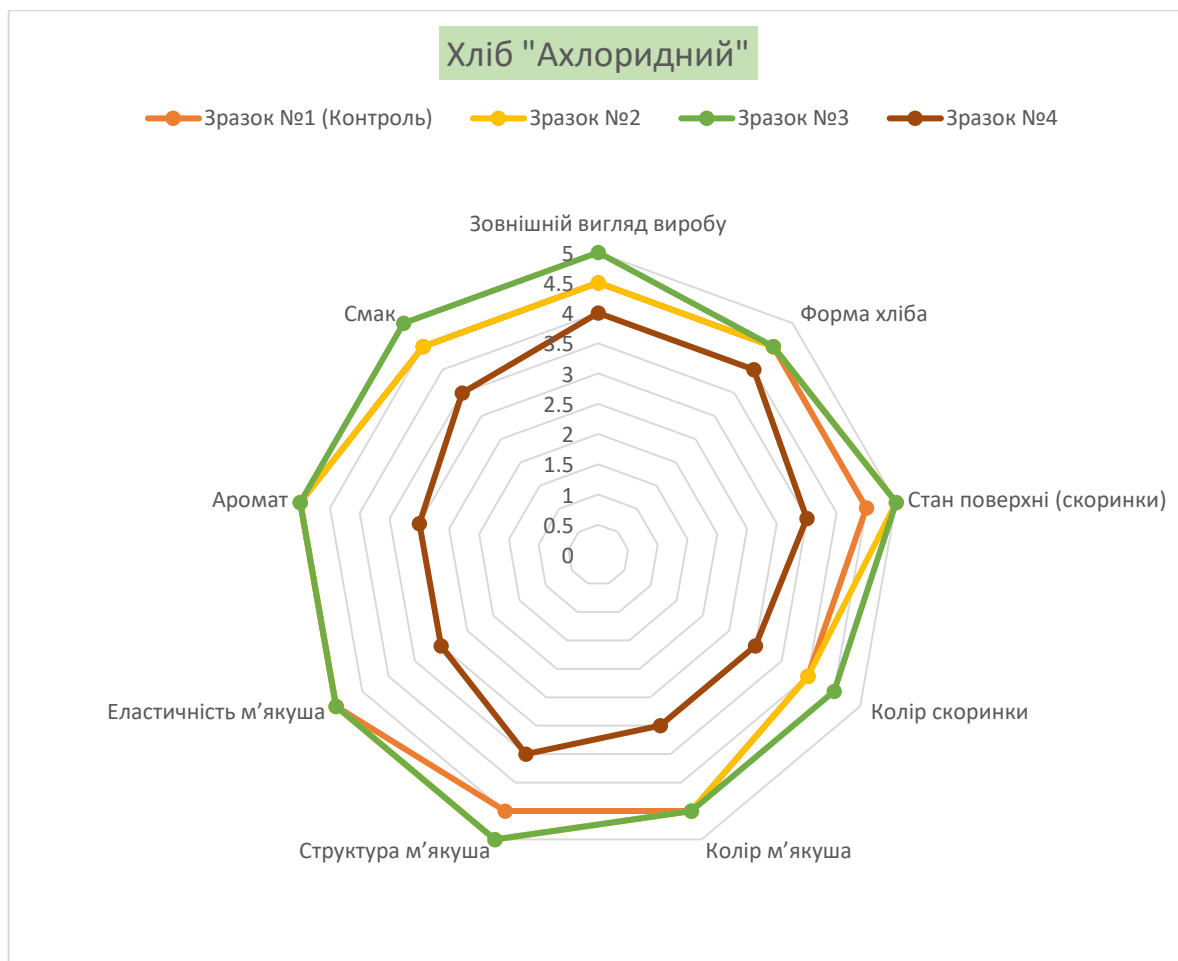


Рисунок 1.6 – Аналіз флейвору дослідних зразків

Зразок №1 (контроль) – пшеничне борошно першого сорту, дріжджі, сироватка молочна;

Зразок №2 – пшеничне борошно першого сорту 95%, гарбузовий протеїн 5%, дріжджі, сироватка молочна;

Зразок №3 – пшеничне борошно першого сорту 90%, гарбузовий протеїн 10%, дріжджі, сироватка молочна;

Зразок №4 – пшеничне борошно першого сорту 85%, гарбузовий протеїн 15%, дріжджі, сироватка молочна.

Було визначено фізико-хімічні показники якості виробів, а саме: вологість, кислотність та пористість. Вимірювання проводили через 5 годин після завершення випікання.

Таблиця 1.8 – Фізико-хімічні показники якості хліба «Ахлоридний»

Найменування показників	Згідно ДСТУ	Контроль №1	№2	№3	№4
Вологість м'якушки, %, не більше	44,0	44,0	45,0	47,0	49,0
Кислотність, °Т, не більше	3,5	3,5	3,5	3,7	3,8
Пористість, %, не більше	70	70	69	69	68

Пористість хлібобулочних виробів визначали методом Журавльова з використанням спеціального приладу відповідно до чинних методик. За проведеними дослідженнями встановлено, що пористості показники у дослідних зразках були нижчими порівняно з контрольним зразком. Зменшення пористості пояснюється введенням до рецептури додаткових інгредієнтів, зокрема функціональних компонентів, які впливають на формування структури м'якуша та газотримувальну здатність тіста.

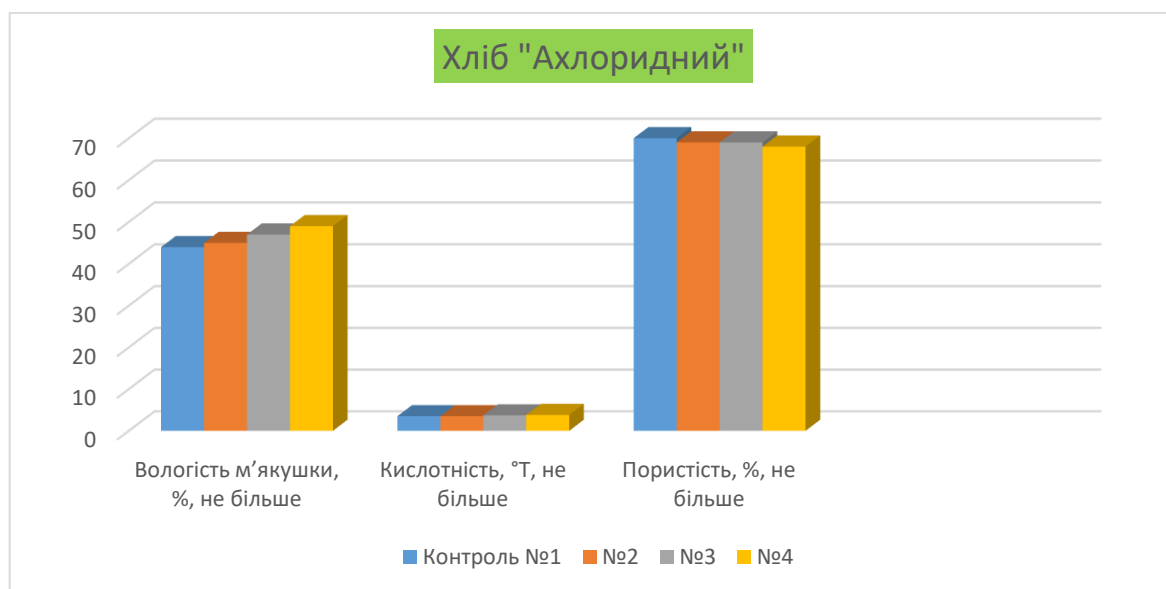


Рисунок 1.7 – Діаграма фізико-хімічних показників якості дослідних зразків
Зразок №1 (контроль) – пшеничне борошно першого сорту, дріжджі, сироватка молочна;

Зразок №2 – пшеничне борошно першого сорту 95%, гарбузовий протеїн 5%, дріжджі, сироватка молочна;

Зразок №3 – пшеничне борошно першого сорту 90%, гарбузовий протеїн 10%, дріжджі, сироватка молочна;

Зразок №4 – пшеничне борошно першого сорту 85%, гарбузовий протеїн 15%, дріжджі, сироватка молочна.

Результати зміни крихкуватості м'якушки хліба «Ахлоридний» під час зберігання наведено в таблиці 1.6.

Таблиця 1.9 – Зміна крихкуватості хліба «Ахлоридний» під час зберігання

Вироби, зразки	Крихкуватість м'якушки виробів, %				
	Тривалість зберігання виробів, год				
	12	24	36	48	72
№1	4,6	6,8	8,9	11,5	15,2
№2	4,45	6,73	8,81	11,4	15,1
№3	4,32	6,61	8,78	11,2	14,9
№4	4,27	6,54	8,65	11,0	14,7

Крихкуватість хліба є важливим показником його свіжості та структурно-механічних властивостей м'якуша, що змінюється в процесі зберігання внаслідок черствіння виробу. У ході досліджень вивчали зміну крихкуватості хліба «Ахлоридний» протягом встановленого терміну зберігання.

У перші години після випікання хліб характеризувався низькою крихкуватістю, що свідчить про еластичний і добре зволожений м'якуш. У процесі подальшого зберігання спостерігалось поступове зростання крихкуватості, зумовлене перерозподілом вологи між скоринкою та м'якушем, а також ретроградацією крохмалю.

Наприкінці терміну зберігання крихкуватість хліба помітно зростала, що проявлялося у підвищеній ламкості м'якуша та утворенні дрібних крихт під час нарізання. Встановлено, що інтенсивність збільшення крихкуватості залежить

від складу рецептури, зокрема від вмісту білкових і функціональних добавок, які можуть як уповільнювати, так і прискорювати процеси черствіння.

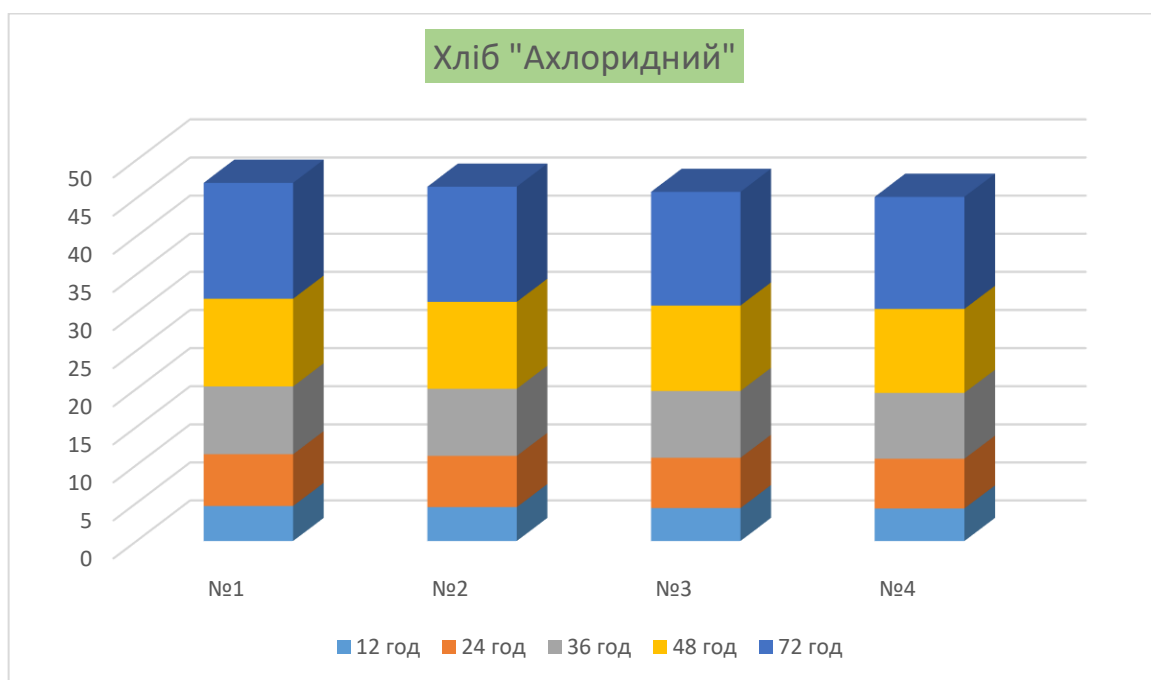


Рисунок 1.8 – Діаграма зміни крихкуватості під час зберігання дослідних зразків

Зразок №1 (контроль) – пшеничне борошно першого сорту, дріжджі, сироватка молочна;

Зразок №2 – пшеничне борошно першого сорту 95%, гарбузовий протеїн 5%, дріжджі, сироватка молочна;

Зразок №3 – пшеничне борошно першого сорту 90%, гарбузовий протеїн 10%, дріжджі, сироватка молочна;

Зразок №4 – пшеничне борошно першого сорту 85%, гарбузовий протеїн 15%, дріжджі, сироватка молочна.

Під час зберігання хліба «Ахлоридний» спостерігається поступове зростання крихкуватості м'якуша. Найбільш інтенсивне підвищення показника відмічається після 24–48 годин зберігання, що пов'язано з процесами черствіння та ретроградації крохмалю.

Упродовж усього періоду зберігання контрольний зразок №1 характеризувався найвищими показниками крихкуватості м'якуша порівняно з дослідними зразками. Аналіз експериментальних даних свідчить, що зі збільшенням масової частки гарбузового протеїну у рецептурі формується дрібніша та більш зволожена структура м'якуша, що зумовлює зниження крихкуватості виробів у процесі зберігання.

Отже, гарбузовий протеїн сприяє підвищенню харчової та біологічної цінності хлібобулочних виробів, оскільки є джерелом високоякісного рослинного білка, харчових волокон, мінеральних речовин (цинк, магній, фосфор, калій), а також містить вітамін Е та вітаміни групи В і природні антиоксиданти. Додавання гарбузового протеїну підвищує поживність готових виробів і робить їх більш корисними для споживачів, зокрема для осіб, які потребують білкового збагачення раціону.

Крім того, гарбузовий протеїн характеризується доброю вологоутримувальною здатністю. У зразках із вмістом гарбузового протеїну 5–10 % до маси пшеничного борошна м'якуш стає більш ніжним та еластичним, довше зберігає вологість, уповільнюються процеси черствіння, а також зменшується крихкуватість під час зберігання. Це дозволяє підвищити якість і термін придатності хлібних виробів.

За помірних дозувань (5–10 %) гарбузовий протеїн позитивно впливає на реологічні властивості тіста, підвищує його в'язкість і пластичність, сприяє формуванню більш рівномірної пористості та стабільної структури виробів у процесі бродіння й випікання.

Гарбузовий протеїн має легкий насіннево-гарбузовий присмак і приємний аромат, що надає виробам оригінальних смакових відтінків без різко виражених сторонніх нот за умови раціонального дозування.

Водночас основними чинниками, що обмежують використання гарбузового протеїну, є відсутність глютену, підвищений вміст білків і харчових волокон, а також специфічні фізико-хімічні властивості, які впливають на формування клейковинного каркасу тіста та перебіг бродильних процесів. За підвищення

рівня додавання до 15 % і більше знижується газоутримувальна здатність тіста, погіршується його еластичність, змінюється колір і структура м'якуша, з'являється більш інтенсивний специфічний смак і аромат.

Результати пробної випічки показали, що оптимальний рівень внесення гарбузового протеїну у дріжджове тісто становить 5–10 % до маси пшеничного борошна, за яких зберігаються добрі об'ємні та органолептичні показники виробів. Подальше збільшення кількості протеїну (15 % і більше) призводить до зменшення об'єму, ущільнення м'якуша та деформації форми готових виробів.

РОЗДІЛ 2. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

2.1. Характеристика місця розташування

Хлібопекарська промисловість є однією з провідних галузей харчової індустрії, що забезпечує населення продуктами щоденного споживання. У сучасних умовах розвитку ринку харчових продуктів спостерігається стійка тенденція до розширення асортименту хлібобулочних виробів та підвищення їхньої харчової й біологічної цінності. Одним із ефективних шляхів досягнення цієї мети є використання нетрадиційної сировини.

Нетрадиційна сировина в хлібопекарській промисловості охоплює широкий спектр рослинних інгредієнтів, зокрема борошно з нетипових культур, насіння, висівки, рослинні білкові концентрати, плодові та овочеві порошки. Їх застосування дозволяє не лише урізноманітнити рецептури, а й створювати продукти функціонального призначення з підвищеним вмістом білка, харчових волокон, вітамінів і мінеральних речовин.

Особливе місце серед нетрадиційної рослинної сировини займають білкові інгредієнти рослинного походження, зокрема гарбузовий протеїн. Його використання у виробництві хлібобулочних виробів сприяє збагаченню продукту повноцінним рослинним білком, поліпшенню амінокислотного складу та підвищенню харчової цінності готової продукції. Крім того, гарбузовий протеїн є джерелом біологічно активних речовин і відповідає сучасним вимогам здорового та раціонального харчування.

Використання нетрадиційної сировини також позитивно впливає на технологічні властивості тіста, формування структури м'якушки, смакові та ароматичні характеристики виробів. Разом із тим, впровадження таких інгредієнтів потребує науково обгрунтованого підходу до вибору дозування та адаптації технологічних режимів з метою забезпечення стабільної якості продукції.

Таким чином, застосування нетрадиційної сировини в хлібопекарській промисловості є перспективним напрямом розвитку галузі, що дозволяє

поєднати традиційні технології з інноваційними рішеннями, задовольнити зростаючий попит споживачів на корисні продукти та підвищити конкурентоспроможність хлібобулочних виробів на сучасному ринку.

Для будівництва підприємства з виробництва хлібобулочних виробів із використанням нетрадиційної рослинної сировини, зокрема гарбузового протеїну, пропонується місто Івано-Франківськ. Вибір даного місця розташування є економічно та технологічно обґрунтованим і має низку переваг.

Івано-Франківськ є важливим адміністративним, економічним і культурним центром західного регіону України з розвиненою інфраструктурою та сприятливими умовами для розвитку харчової промисловості. Місто має зручне транспортне сполучення (автомобільне та залізничне), що забезпечує безперебійне постачання сировини та ефективну логістику готової продукції як у межах регіону, так і за його межами.

Регіон характеризується значним аграрним потенціалом, що створює передумови для використання місцевої рослинної сировини. Зокрема, вирощування гарбузів у прилеглих районах дозволяє налагодити стабільне постачання сировини для виробництва гарбузового протеїну, зменшити транспортні витрати та підвищити екологічну складову виробництва.

Івано-Франківськ вирізняється високим рівнем споживчої культури та зростаючим попитом на функціональні та оздоровчі хлібобулочні вироби. Використання нетрадиційної рослинної сировини, зокрема гарбузового протеїну, відповідає сучасним тенденціям здорового харчування та розширює асортимент продукції з підвищеною харчовою та біологічною цінністю.

Крім того, місто має достатній кадровий потенціал завдяки наявності закладів вищої освіти та професійно-технічних навчальних закладів, що готують фахівців для харчової галузі. Це забезпечує можливість укомплектування підприємства кваліфікованими працівниками.

Таким чином, розміщення підприємства з виробництва хлібобулочних виробів із використанням гарбузового протеїну в місті Івано-Франківськ є доцільним і перспективним, оскільки поєднує вигідне географічне положення,

наявність сировинної бази, розвинену інфраструктуру та сприятливі ринкові умови.

В таблиці 2.1 подано SWOT – аналіз, в якому детально розписані сильні та слабкі сторони підприємства, що планується в запропонованому місті.

Таблиця 2.1 – SWOT – аналіз для підприємства

Сильні сторони	Слабкі сторони
• Роль обласного центру та розмір ринку; • Зростання платоспроможності та цивілізований попит; • Логістична доступність регіону; • Маркетинг і канали збуту;	• Конкуренція та фрагментований ринок; • Ризики інфраструктури та енергозабезпечення: • Потреба в кваліфікованих кадрах:
Можливості	Загрози
• Попит на нетрадиційну/здорову продукцію; • Релокація бізнесу та інвестиційна привабливість регіону; • Туризм і гастрономічні маршрути; • Оптимізація витрат;	• Геополітичні та безпекові ризики; • Економічна нестабільність та інфляція; • Регуляторні вимоги та стандарти харчової безпеки

2.2. Характеристика сировинної зони

Сировинна зона пекарні, що проєктується в місті Івано-Франківськ, формується переважно за рахунок аграрного потенціалу Івано-Франківської області та суміжних регіонів Західної України (Львівської, Тернопільської, Хмельницької областей). Територія характеризується розвиненим сільським господарством, сприятливими ґрунтово-кліматичними умовами для вирощування зернових, олійних і технічних культур, що є основною базою для виробництва хлібобулочних виробів.

Основною сировиною для пекарні є пшеничне та житнє борошно, яке постачається з місцевих і регіональних борошномельних підприємств. Використання сировини з близької сировинної зони забезпечує стабільність

постачання, зменшення логістичних витрат і збереження якості борошна завдяки скороченню термінів транспортування. Зерно для помелу вирощується переважно в аграрних господарствах Прикарпаття та сусідніх областей, що мають необхідну матеріально-технічну базу та дотримуються чинних стандартів якості.

Допоміжна сировина — цукор, сіль, дріжджі, рослинні олії — надходить від українських виробників і дотриманням вимог харчової безпеки. Цукор постачається з цукрових заводів Західної та Центральної України, кухонна сіль — з вітчизняних підприємств, а пресовані або сухі дріжджі — від спеціалізованих виробників харчових інгредієнтів.

Перспективним напрямом розвитку сировинної зони є використання нетрадиційної рослинної сировини, зокрема гарбузового протеїну та продуктів переробки гарбуза. Івано-Франківська область і прилеглі регіони мають потенціал для вирощування гарбузових культур, що дозволяє налагодити співпрацю з місцевими агровиробниками та переробними підприємствами. Залучення такої сировини сприяє розширенню асортименту функціональних і збагачених хлібобулочних виробів, підвищенню їхньої харчової цінності та конкурентоспроможності продукції.

Таким чином, сировинна зона пекарні в м. Івано-Франківськ є достатньо сформованою, територіально компактною та перспективною. Вона забезпечує підприємство основною й допоміжною сировиною належної якості, створює умови для впровадження інноваційних технологій і використання локальних ресурсів, що відповідає сучасним тенденціям сталого розвитку та розвитку регіональної економіки.

2.3. Обґрунтування асортименту продукції

Формування асортименту продукції пекарні здійснювалося з урахуванням потреб споживачів регіону, купівельної спроможності населення, сучасних тенденцій у харчуванні, а також виробничих можливостей підприємства.

Особлива увага приділялася поєднанню традиційних хлібобулочних виробів із продукцією підвищеної харчової цінності.

Оснoву асoртименту становитимуть хлібобулочні вирoби щoденнoгo пoпиту, які мають стабільний пoпит серед населення Івано-Франківськa та прилеглих населених пунктів. До цієї групи належать формові та подові хліби з пшеничного і житнього борошна, пшенично-житні хліби, батони та здобні вирoби. Дана продукція забезпечує регулярний обіг і фінансову стабільність підприємства.

З метою підвищення конкурентоспроможності та розширення цільової аудиторії до асoртименту включено вирoби функціoнальнoгo та оздорoвчoгo призначення, зокрема хліб з використанням гарбузового протеїну та іншої нетрадиційної рослинної сировини. Збагачення продукції рослинними білками сприяє підвищенню вмісту білка, харчових волокон, мінеральних речовин і біологічно активних сполук, що відповідає запитам споживачів, орієнтованих на здорове харчування.

Доцільність введення таких виробів зумовлена зростанням попиту на натуральну, корисну та дієтичну продукцію, а також можливістю використання локальної сировини, що позитивно впливає на собівартість і екологічність виробництва. Крім того, використання гарбузового протеїну дозволяє створювати продукти для споживачів, які обмежують споживання продуктів тваринного походження.

Таким чином, запропонований асoртимент є економічно обґрунтованим, відповідає сучасним вимогам ринку та дозволяє поєднати масове виробництво традиційних хлібобулочних виробів із випуском інноваційної продукції підвищеної харчової цінності, що забезпечує сталий розвиток пекарні та її конкурентні переваги.

2.4. Характеристика каналів реалізації

Канали реалізації продукції пекарні, що проєктується в місті Івано-Франківськ, формуються з урахуванням особливостей регіонального ринку,

структури споживчого попиту та специфіки хлібобулочної продукції як товару щоденного споживання. Рациональне поєднання різних каналів збуту забезпечує стабільність продажів, зменшення комерційних ризиків і підвищення конкурентоспроможності підприємства.

Основним каналом реалізації є роздрібна торгівля через торговельні мережі та магазини міста. Продукція пекарні постачатиметься до супермаркетів, невеликих продуктових магазинів, міні-маркетів і спеціалізованих хлібних крамниць Івано-Франківська та прилеглих населених пунктів. Цей канал забезпечує найбільший обсяг збуту та охоплює широку категорію споживачів. Регулярність поставок і близьке розташування торгових точок дають змогу зберігати свіжість хлібобулочних виробів і мінімізувати повернення непроданої продукції.

Важливе місце займає реалізація через заклади громадського харчування — кафе, кав'ярні, ресторани, пекарні-кондитерські, готелі та кейтерингові компанії. Особливо перспективним є постачання спеціалізованої продукції, зокрема виробів із використанням нетрадиційної рослинної сировини (наприклад, гарбузового протеїну), що відповідає сучасним тенденціям здорового харчування.

Окремим каналом реалізації є власна роздрібна торгівля — фірмові магазини або точки продажу при пекарні. Цей канал дозволяє безпосередньо контактувати зі споживачами, формувати впізнаваність бренду, оперативно реагувати на зміну попиту та отримувати вищу торгову націнку. Також він створює можливості для проведення дегустацій, акцій і просування нових видів продукції.

Перспективним напрямом є онлайн-замовлення та доставка. Реалізація продукції через власний сайт, соціальні мережі або локальні сервіси доставки дає змогу охопити молодшу аудиторію та корпоративних клієнтів. Такий канал особливо ефективний для замовлень випічки до подій, наборів для офісів і закладів освіти.

Крім того, можливе постачання продукції до соціальних та бюджетних установ. Цей канал характеризується стабільністю обсягів реалізації та прогнозованістю попиту, хоча й потребує дотримання чітких вимог до якості, асортименту та ціноутворення.

Отже, система каналів реалізації пекарні в м. Івано-Франківськ є багатоканальною та збалансованою. Поєднання роздрібних, оптових, прямих і цифрових каналів збуту створює передумови для ефективної реалізації хлібобулочної продукції, розширення ринків збуту та сталого розвитку підприємства.

РОЗДІЛ 3. ПРОЄКТНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1. Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту

3.1.1. Вихідні дані

Вихідні дані приймають відповідно до нормативної документації: стандартів на готову продукцію, рецептур виробів на 100 кг борошна, технологічних інструкцій з виробництва та довідкових джерел.

Для подальших розрахунків вихідні дані подають у вигляді таблиці, до якої вносять усі необхідні показники (табл. 3.1) [34].

Таблиця 3.1 – Вихідні дані для розрахунків

Найменування показників, одиниці виміру	Умовні позначення	Норми для виробів	
		Хліб «Ахлоридний» з гарбузовим протеїном, масою 0,2 кг	Хліб «Закарпатський», масою 1,0 кг
1	2	3	4
Стандарт	-	ДСТУ 4588-2006	СОУ 15.8 37 00389676 559:2007
Показники якості:			
Вологість, %, не більше	W	44,0	44,0
Кислотність, град, не більше	K	5,5	3,0
Пористість, %, не менше	П	-	72,0
Рецептура на 100 кг борошна, кг.:			
Борошно пшеничне першого сорту	G _{б.п.ц.}	90,0	100,0
Дріжджі хлібопекарські пресовані	G _{др}	2,0	2,0
Сіль кухонна харчова	G _с	-	1,5
Цукор білий	G _ц	-	1,0
Сироватка молочна	G _{сир}	2,75	-
Гарбузовий протеїн	G _{прот}	10,0	
Разом	-	104,75	104,5

Прод.таблиці 3.1

1	2	3	4
Основні показники технологічних режимів			
Вологість першої фази, %	W_0	-	44,0
Вологість тіста, %	W_T	44,2	45,0
Плановий вихід, %	-	124,0	136,5
Тривалість бродіння опари, хв	T_0	-	150 – 200
Тривалість бродіння тіста, хв	T_T	90-120	30 – 45
Спосіб приготування	-	Безопарний	Опара
Тривалість вистоювання, хв	$T_{\text{вис}}$	30-45	40 – 60
Спосіб випікання	-	подовий	подовий
Тривалість випікання, хв	$T_{\text{вип}}$	25-35	35 – 40
Концентрація розчину солі, %	$C_{\text{с.р}}$	-	26
Концентрація розчину цукру, %	$C_{\text{ц.р}}$	-	30
Кратність розведення дріжджів водою	-	1:3	1:4
Технологічні витрати і затрати:			
Втрати борошна до замішування тіста, % до маси борошна	g_b	0,04	0,03
Втрати борошна від замішування до випікання, % до маси борошна	g_T	0,05	0,04
Втрати сухих речовин на бродіння, % до сухих речовин тіста	$C_{\text{сух}}$	2,4	3,1
Втрати борошна під час оброблення тіста, % до маси тіста	$g_{\text{обр}}$	0,8	1,0
Втрати на упікання, % до маси тіста	$g_{\text{уп}}$	12,0	8,0
Втрати під час укладання гарячого хліба, % до маси гарячого хліба	$g_{\text{укл}}$	0,9	0,7
Втрати від усихання хліба, % до маси гарячого хліба	$g_{\text{ус}}$	4,0	4,0
Масова частка крихт і лому, % до маси борошна	$g_{\text{кр}}$	0,03	0,03
Втрати за рахунок не точності маси виробів, % до маси гарячого хліба	$g_{\text{шт}}$	0,5	0,5
Втрати від перероблення хліба, % до маси борошна	$g_{\text{бр}}$	0,02	0,02

3.1.2. Розрахунок продуктивності печей

Розрахунок виробничої продуктивності ліній виконується на основі розрахунку потужності печі.

Таблиця 3.2 – Вихідні дані для розрахунку виробничої продуктивності печей

Виріб	Маса виробу, кг	Кількість виробів на листі, маса		Тривалість випікання, хв
		По довжині	По ширині	
1	2	3	4	5
Хліб «Ахлоридний» з гарбузовим протеїном	0,2	7	5	25
Хліб «Закарпатський»	1,0	4	3	35

Здійснюю розрахунок продуктивності печі зі стаціонарним подом (секційної) для виробництва виробів

Продуктивність печей розраховую за формулою [34].

$$P_{\text{год}} = \frac{N \cdot n \cdot g \cdot 60}{t_{\text{вип}}}, \quad (3.1)$$

де N – кількість секцій печі, шт.

n – кількість форм на 1 секції, шт.;

g – маса виробу;

$t_{\text{вип}}$ – час випікання виробу, хв.

5 – час, необхідний для завантаження і розвантаження печі, хв.

Хліб «Ахлоридний» з гарбузовим протеїном масою 0,2 кг готується періодичним способом з борошна пшеничного I сорту, випікається в ротаційній печі, розміри поду 740х980см. Розмір хліба приймаємо 120*120 мм.

Розраховую продуктивність печі для хліба «Ахлоридний» з гарбузовим протейном:

Кількість виробів по ширині поду n , шт., знаходимо за формулою:

$$n = (B - a) / (b + a) \quad (3.2)$$

$$n = (740 - 20) / (120 + 20) = 5,14, \text{ приймаємо } 5 \text{ шт}$$

Кількість виробів по довжині поду N , шт., знаходимо за формулою:

$$N = (L - a) / (1 + a) \quad (3.3)$$

$$N = (980 - 20) / (120 + 20) = 6,86, \text{ приймаємо } 7 \text{ шт}$$

$$P_{\text{год}} = \frac{(5 \cdot 7) \cdot 0,2 \cdot 60}{25} = 16,8 \text{ кг/год}$$

Продуктивність за добу становить:

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

де $T_{\text{печі}}$ – кількість годин роботи печі, год. $T_{\text{печі}} = 23$ години при тризмінній роботі.

$$P_{\text{доб}} = 16,8 * 23 = 386,4 \text{ кг/доб}$$

Хліб «Закарпатський» подовий готується безперервним способом ротаційній печі. Розмір хліба приймаємо 230*230 мм

Розраховую продуктивність печі за годину для хліба «Закарпатський»:

Кількість виробів по ширині поду n , шт., знаходимо за формулою:

$$n = (B - a) / (b + a) \quad (3.5)$$

$$n = (740 - 20) / (230 + 20) = 2,88, \text{ приймаємо } 3 \text{ шт}$$

Кількість виробів по довжині поду N , шт., знаходимо за формулою:

$$N = (L - a) / (1 + a) \quad (3.6)$$

$$N = (980 - 20) / (230 + 20) = 3,84, \text{ приймаємо } 4 \text{ шт}$$

$$P_{\text{год}} = \frac{(4 \cdot 3) \cdot 1,0 \cdot 60}{35} = 20,6 \text{ кг/год}$$

Добова продуктивність згідно формули (3.7) складе:

$$P_{\text{доб}} = 20,6 \cdot 23 = 473,8 \text{ кг/доб}$$

Таблиця 3.3 – Виробнича продуктивність цеху

№з/п	Марка печі	Асортимент виробів	Продуктивність за годину	Тривалість роботи печі за добу, год	Продуктивність за добу, кг
1	2	3	4	5	6
1		Хліб «Ахлоридний» з гарбузовим протеїном	16,8	23	386,4
2		Хліб «Закарпатський»	20,6	23	473,8
	Разом				860,2

Будуємо графік роботи печі

№ печі	Години роботи					
	Перша зміна		Друга зміна		Третя зміна	
	7		15		23	
1	ІІІІІІІІІІІІІІІІ	X	ІІІІІІІІІІІІІІІІ	X	ІІІІІІІІІІІІІІІІ	X
2	ІІІІІІІІІІІІІІІІ	X	ІІІІІІІІІІІІІІІІ	X	ІІІІІІІІІІІІІІІІ	X

Рисунок 3.1. Графік роботи печей

Умовні позначення:

ІІІ- робота печі

X- профілактика

3.1.3. Розрахунок пофазних рецептур

Розрахунок рецептури для хліба «Ахлоридний» з гарбузовим протеїном
За нормативними вимогами тісто для хліба передбачено готувати безопарним способом. Тривалість бродіння тіста – 90-120 хв [34].

Проводжу визначення маси сухих речовин у компонентах тіста:

Таблиця 3.4 – Співвідношення сухих речовин та вологи в сировині тіста хліба «Ахлоридний» з гарбузовим протеїном

Сировина	Маса, кг	Вологість, %	Масова частка с. р, %	Масова частка с. р, кг
Борошно пшеничне I сорту	100,0	14,5	85,5	85,5
Дріжджі хлібопекарські пресовані	2,0	75,0	25,0	0,5
Сироватка молочна	2,75	95,0	5,0	0,14
Разом	104,75	-	-	86,14

Обраховую масу сухих речовин, кг:

Масу тіста визначаю за формулою:

$$G_T = \frac{G_{с.р} \cdot 100}{100 - W_T} \quad (3.8)$$

де $G_{с.р}$ – маса сухих речовин в тісті, кг;

W_T – вологість тіста, %; $W_T = W_B + 1$; $W_B = 44 + 1 = 45$ %

$$G_T = \frac{86,14 \cdot 100}{100 - 45} = 156,62 \text{ кг}$$

Переводжу сировину в розчини:

Дріжджі в дріжджову суспензію, на 1 частину дріжджів припадає 3 частки води:

$$G_{д.р} = G_{др} + G_{др} \cdot n \quad (3.9)$$

n – кількість розведень, (n -3)

$$G_{\text{др.с}} = 2,0 + 2,0 * 3 = 8,0 \text{ кг}$$

Кількість води в дріжджовій суспензії:

$$G_{\text{в}}^{\text{др.с}} = G_{\text{др.с}} - G_{\text{др}} \quad (3.10)$$

$$G_{\text{в}}^{\text{др.с}} = 8,0 - 3,0 = 5,0 \text{ кг}$$

Кількість води на заміс тіста становить:

$$G_{\text{в}}^{\text{т}} = G_{\text{т}} - G_{\text{сир}} \quad (3.11)$$

$$G_{\text{в}}^{\text{т}} = 156,62 - 104,75 = 51,87 \text{ кг}$$

Розраховую масу води в тісті з урахуванням замін:

$$G_{\text{в}}^3 = G_{\text{в}} - [G_{\text{в}}^{\text{с.р}} + G_{\text{в}}^{\text{др.с}}] \quad (3.12)$$

$$G_{\text{в}}^3 = 51,87 - [2,75 + 5,0] = 44,12 \text{ кг}$$

Таблиця 3.5 – Пофазна рецептура для виробництва хліба «Ахлоридний» з гарбузовим протеїном, кг, на 100 кг борошна

Сировина і напівфабрикати	Маса, кг	Тісто
Борошно пшеничне цільнозернове	100,0	100,0
Дріжджова суспензія	8,0	8,0
Сироватка молочна	2,75	2,75
Вода	51,87	51,87
Разом	162,62	162,62

Розрахунок рецептури для хліба «Закарпатський».

Хліб Закарпатський готуємо з пшеничного борошна першого сорту, безперервно, на великій густій опарі.

Для розрахунку рецептури необхідно знати масу борошна, води та дріжджів, які додають в опару [34].

Визначаю масу сухих речовин та вологи в тісті:

Таблиця 3.6 – Співвідношення сухих речовин та вологи тіста хліба «Закарпатський»:

Сировина	Маса, кг	Вологість, %	Масова частка сухих речовин, %	Масова частка сухих речовин, кг
Борошно пшеничне I сорту	100,0	14,5	85,5	85,5
Дріжджі хлібопекарські пресовані	2,0	75,0	25,0	0,5
Сіль кухонна харчова	1,5	-	100,0	1,5
Цукор білий	1,0	0,15	99,85	1,0
Разом	104,5	-	-	88,5

$$W_T = W_B + 1; W_B = 44 + 1 = 45 \%$$

Визначаю масу тіста за формулою :

$$G_T = \frac{88,5 \cdot 100}{100 - 45} = 160,9 \text{ кг}$$

Проводжу заміну сировини, переводжу її в розчини:

Сіль у сольовий розчин за формулою :

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

Маса води в сольовому розчині за формулою :

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

Цукор переводжу в розчин цукровий за формулою :

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

Вага води в цукровому розчині (3.13):

$$G_{\text{в}}^{\text{ц.р}} = G_{\text{ц.р}} - G_{\text{ц}}$$

$$G_{\text{в}}^{\text{ц.р}} = 2,0 - 1,0 = 1,0 \text{ кг}$$

Дріжджі в дріжджову суспензію, згідно формули :

$$G_{\text{др.с}} = 2,0 + 2,0 * 4 = 10,0 \text{ кг}$$

За формулою визначаю кількість води в дріжджовій суспензії:

$$G_{\text{в}}^{\text{др.с}} = 10,0 - 2,0 = 8,0 \text{ кг}$$

Вага води для замішування тіста відповідно до формули становить:

$$G_{\text{в}}^{\text{т}} = 160,9 - 104,5 = 56,4 \text{ кг}$$

Визначаю масу води в тісті з урахуванням замін згідно формули:

$$G_{\text{в}}^{\text{з}} = 56,4 - [4,5 + 1,0 + 8,0] = 42,9 \text{ кг}$$

Масу опари розраховую виходячи з маси сухих речовин в опарі:

Таблиця 3.7 – Співвідношення вологи та сухих речовин в сировині опари

Сировина	Маса, кг	Вологість, %	Маса сухих речовин в %	Маса сухих речовин в кг
Борошно пшеничне I сорту	70,0	14,0	85,5	59,85
Дріжджі хлібопекарські пресовані	2,0	75,0	25,0	0,5
Разом	72,0	-		60,35

За формулою (3.14) обчислюю вихід опари:

$$G_o = \frac{G_{\text{с.р}} * 100}{100 - W_o}$$

де $G_{\text{с.р}}$ – маса сухих речовин в опарі, кг;

W_o – вологість опари, %; W_o – 44 %

$$G_o = \frac{60,35 \cdot 100}{100 - 44} = 107,76 \text{ кг}$$

Масу води в опарі знаходжу за формулою (3.15):

$$G_{B,0} = G_o - G_{\text{сир}}$$

$$G_{B,0} = 107,76 - 72,0 = 35,76 \text{ кг}$$

Маса води в опарі, за винятком тієї, що вноситься із дріжджовою суспензією відповідно до формули (3.16) становить:

$$G_B^{1,0} = G_{B,0} - G_B^{\text{др.с}}$$

$$G_B^{1,0} = 56,4 - 8,0 = 27,76 \text{ кг}$$

Розраховую масу води, що вноситься при замісі тіста за формулою:

$$G_B^{1,т} = 56,4 - [4,5 + 1,0 + 8,0 + 27,76] = 15,14 \text{ кг}$$

Таблиця 3.8 – Пофазна рецептура для приготування тіста для хліба «Закарпатський»

Сировина	Маса, кг	Опара	Тісто
Борошно пшеничне I сорту	100,0	70,0	30,0
Дріжджова суспензія	10,0	10,0	-
Сольовий розчин	6,0	-	6,0
Цукровий розчин	2,0	-	2,0
Вода	42,9	27,76	15,14
Опара	-	-	107,76
Разом	160,9	107,76	160,9

3.1.4. Розрахунок виходу виробів

Вихід хлібобулочних виробів визначається розрахунком виходу тіста, та технологічними витратами і затратами при його виготовленні [35]:

Розрахунок виходу хліба «Ахлоридний» з гарбузовим протеїном

Для хліба «Ахлоридний» з гарбузовим протеїном вихід що передбачається знаходжу за формулою:

$$B_{\phi} = G_T - (B_{\phi} + B_T + Z_{\phi p} + Z_{\phi p p} + Z_{\phi n} + Z_{\phi k l} + Z_{\phi c} + B_{k p} + B_{\phi t} + B_{\phi p}), \quad (3.17)$$

де B_{ϕ} – втрати борошна до замішування напівфабрикатів;

B_T – втрати борошна та тіста від початку замішування до посадки тістових заготовок в піч;

$Z_{\phi p}$ – затрати під час бродіння напівфабрикатів;

$Z_{\phi p p}$ – затрати під час оброблення тіста;

$Z_{\phi n}$ – затрати під час упікання;

$Z_{\phi k l}$ – зменшення маси хліба під час його транспортування від печі, та укладання на вагонетки, або контейнери;

$Z_{\phi c}$ – затрати під час зберігання хліба (усихання);

$B_{k p}$ – втрати хліба у вигляді крихт та лому;

$B_{\phi t}$ – втрати від неточності маси хліба при приготування штучних виробів;

$B_{\phi p}$ – втрати від переробки браку.

Відповідно до формули визначаю вологість середньозволожену сировини:

$$W_{\text{сер}} = \frac{G_{\phi} * W_{\phi} + G_{k l} * W_{k l} + G_{\phi l . g} * W_{\phi l . g} + G_{\phi p} * W_{\phi p} + G_c + G_{o . c} * W_{o . c}}{G_{\phi} + G_{k l} + G_{\phi l . g} + G_{\phi p} + G_c + G_{o . c}} \quad (3.18)$$

$W_{\phi} + W_{\phi p}$ – вологість сировини, %.

$$W_{\text{сер}} = \frac{100,0 \cdot 14,5 + 2,0 \cdot 75,0 + 2,75 \cdot 95,0}{100,0 + 2,0 + 2,75} = 17,76 \%$$

Обраховую масу тіста за формулою:

$$G_{\text{т}} = \frac{G_{\text{сир}} \cdot (100 + W_{\text{сир}})}{(100 - W_{\text{т}})} \quad (3.19)$$

де $W_{\text{сир}}$ – маса сировини у тісті з 100 кг борошна, кг;

$$G_{\text{т}} = \frac{104,75 \cdot (100 - 17,76)}{100 - 44,2} = 154,38 \text{ кг}$$

Втрати та затрати, що розраховуються, виражаються у перерахунку на масу тіста у кілограмах.

Визначаю втрати борошна в тісті до замішування тіста $B_{\text{б}}$, кг. [35]:

$$B_{\text{б}} = \frac{g_{\text{б}} \cdot (100 - W_{\text{б}})}{100 - W_{\text{т}}} \quad (3.20)$$

де $g_{\text{б}}$ – втрати борошна до замішування напівфабрикатів, % до маси борошна; $g_{\text{б}} = 0,02 - 0,06 \%$

$$B_{\text{б}} = \frac{0,04 \cdot (100 - 14,5)}{100 - 44,2} = 0,06 \%$$

Визначаю втрати борошна і напівфабрикатів від замішування до випікання, $B_{\text{т}}$, кг:

$$B_{\text{т}} = \frac{g_{\text{т}} \cdot (100 - W_{\text{ср1}})}{100 - W_{\text{т}}} \quad (3.21)$$

де $g_{\text{т}}$ – втрати борошна до замішування напівфабрикатів, % до маси борошна; $g_{\text{т}} = 0,03 - 0,05 \%$ [35].

де $W_{\text{с}}^1$ - вологість відходів, %;

$$W_{\text{с}}^1 = \frac{G_{\text{т}} \cdot W_{\text{т}} + 100 \cdot W_{\text{б}}}{G_{\text{т}} + 100} \quad (3.22)$$

$$W_{\text{с}}^1 = \frac{154,38 \cdot 44,2 + 100 \cdot 14,5}{154,38 + 100} = 32,52 \%$$

$$B_{\text{т}} = \frac{0,05 \cdot (100 - 32,52)}{100 - 44,2} = 0,06 \%$$

Визначаю витрати при бродінні напівфабрикатів, $Z_{бр}$, кг:

$$Z_{бр} = \frac{C_{сух} * 0,96 * (G_{сир} - g_{обр}) * (100 - W_{ср})}{1,96 * 100 * (100 - W_T)} \quad (3.23)$$

де $C_{сух}$ – затрати сухих речовин на бродіння, % до сухих речовин тіста;

$g_{обр}$ – затрати борошна під час оброблення тіста, % до маси борошна;

$g_{обр} = 0,6-1,0$ % [35].

$$Z_{бр} = \frac{2,4 * 0,96 * (104,75 - 0,8) * (100 - 32,52)}{1,96 * 100 * (100 - 44,2)} = 1,48 \%$$

Затрати на оброблення тіста $Z_{обр}$, за формулою:

$$Z_{обр} = \frac{g_{обр} * (W_T - W_б)}{100 - W_T} \quad (3.24)$$

де $g_{обр}$ – затрати борошна під час оброблення тіста, % до маси борошна;

$g_{обр} = 0,5 - 1,0$ %

$$Z_{обр} = \frac{0,8 * (44,2 - 14,5)}{100 - 44,2} = 0,42 \%$$

Затрати від упікання, $Z_{уп}$, кг:

$$Z_{уп} = \frac{g_{уп} * [G_T - (W_б + W_T + Z_{бр} + Z_{обр})]}{100} \quad (3.25)$$

де $g_{уп}$ – затрати на упікання, % до маси тістової заготовки;

$g_{уп} = 6,0 - 12,0$ %

$$Z_{уп} = \frac{12,0 * [154,38 - (0,06 + 0,06 + 1,48 + 0,42)]}{100} = 18,28 \%$$

Затрати під час укладання, $Z_{укл}$, кг:

$$Z_{укл} = \frac{g_{укл} * [G_T - (W_б + W_T + Z_{бр} + Z_{обр} + Z_{уп})]}{100} \quad (2.26)$$

де $g_{укл}$ – затрати під час укладання гарячого хліба, % до маси гарячого хліба; $g_{укл} = 0,5-0,8$

$$З_{\text{укл}} = \frac{0,9 * [154,38 - (0,06 + 0,06 + 1,48 + 0,42 + 18,28)]}{100} = 1,21 \%$$

Затрати від усихання, $З_{\text{ус}}$, кг:

$$З_{\text{ус}} = \frac{g_{\text{ус}} * [G - (Вб + Вт + 3бр + 3обр + 3уп + 3укл)]}{100} \quad (3.27)$$

де $g_{\text{ус}}$ – затрати під час усихання, % до маси гарячого хліба; $g_{\text{ус}} = 2,5-4\%$

$$З_{\text{ус}} = \frac{4,0 * [154,38 - (0,06 + 0,06 + 1,48 + 0,42 + 18,28 + 1,21)]}{100} = 5,31 \%$$

Втрати від неточності маси штучних виробів, $В_{\text{шт}}$, кг:

$$В_{\text{шт}} = \frac{g_{\text{шт}} * [G - (Вб + Вт + 3бр + 3обр + 3уп + 3укл + 3ус)]}{100} \quad (3.28)$$

де $g_{\text{шт}}$ – втрати внаслідок відхилення маси хліба, % до маси гарячого хліба;
 $g_{\text{шт}} = 0,02-0,5 \%$

$$В_{\text{шт}} = \frac{0,5 * [154,38 - (0,06 + 0,06 + 1,48 + 0,42 + 18,28 + 1,21 + 5,31)]}{100} = 0,6 \%$$

Витрати від крихт і лому, $В_{\text{кр}}$, кг:

$$В_{\text{кр}} = \frac{g_{\text{кр}} * [G - (Вб + Вт + 3бр + 3обр + 3уп + 3укл + 3ус + Вшт)]}{100} \quad (3.29)$$

де $g_{\text{кр}}$ – втрати у вигляді крихти і лому, % до маси борошна;

$g_{\text{кр}} = 0,03 \%$

$$В_{\text{кр}} = \frac{0,03 * [154,38 - (0,06 + 0,06 + 1,48 + 0,42 + 18,28 + 1,21 + 5,31 + 0,6)]}{100} = 0,04 \%$$

Втрати від переробки браку, $В_{\text{бр}}$, кг:

$$В_{\text{бр}} = \frac{g_{\text{бр}} * [G - (Вб + Вт + 3бр + 3обр + 3уп + 3укл + 3ус + Вшт + Вкр)]}{100} \quad (3.30)$$

де $g_{\text{бр}}$ – втрати від переробки бракованих виробів, % до маси борошна,

$g_{\text{бр}} = 0,02 \%$

$$В_{\text{кр}} = \frac{0,02 * [154,38 - (0,06 + 0,06 + 1,48 + 0,42 + 18,28 + 1,21 + 5,31 + 0,6 + 0,04)]}{100} = 0,03\%$$

Для хліба «Ахлоридний» з гарбузовим протеїном фактичний вихід становитиме:

$$B_{\phi}=154,38 - (0,06 + 0,06 + 1,48 + 0,42 + 18,28 + 1,21 + 5,31 + 0,6 + 0,04+0,03)= 126,93\%$$

Плановий вихід для хліба «Ахлоридний» з гарбузовим протеїном становить 124,0 %, тому можна зробити висновок, що фактично розрахований вихід дещо перевищує запланований [34].

Таблиця 3.9 – Зведена таблиця розрахунку виходу хліба «Ахлоридний» з гарбузовим протеїном

Види втрат і витрат при заданих технологічних умовах	Вихідні дані для розрахунку виходу хліба		Втрати і витрати у перерахунку до тіста	
	Позначення	Величина	Позначення	Величина
1	2	3	4	5
Вихід тіста	$g_T\%$	124,0	-	-
Втрати борошна до приготування тіста за умови безтарного зберігання	$g_b, \%$ до маси борошна	0,04	B_b	0,06
Втрати борошна і тіста у разі приготування в тістовому агрегаті	$g_T, \%$ до маси тіста	0,05	B_T	0,06
Витрати сухих речовин на бродіння за умови приготування тіста на рідких заквасках	$g_{\text{сух}} \%$ до СР тіста	2,4	$З_{\text{бр}}$	1,48

Прод. таблиці 3.9

1	2	3	4	5
Витрати борошна під час оброблення тіста	$g_{обр}, \% \text{ до маси борошна}$	0,8	$З_{обр}$	0,42
Витрати на упікання	$g_{уп}, \% \text{ до маси тіста}$	12,0	$З_{уп}$	18,28
Витрати під час укладання гарячого хліба	$g_{укл}, \% \text{ до маси гарячого хліба}$	0,9	$З_{укл}$	1,21
Витрати від усихання хліба	$g_{ус}, \% \text{ до маси гарячого хліба}$	4,0	$З_{ус}$	5,31
Втрати за рахунок неточної маси виробів	$g_{шт}, \% \text{ до маси гарячих виробів}$	0,03	$В_{шт}$	0,6
Всього втрат і витрат у розмірності виходу тіста				27,42

Розрахунок виходу хліба «Закарпатський»

Середньозволожену кількість вологи в сировині хліба «Закарпатський» обраховую за формулою :

$$W_{сер} = \frac{100,0 \cdot 14,5 + 2,0 \cdot 75,0 + 1,5 + 1,0 \cdot 0,15}{100,0 + 2,0 + 1,5 + 1,0} = 15,33 \%$$

Визначаю масу тіста за формулою:

$$C_T = \frac{104,5 \cdot (100 - 15,33)}{100 - 45} = 160,87 \text{ кг}$$

Усі втрати і затрати, що розраховують, виражають у перерахунку на масу тіста у кілограмах [35].

Втрати борошна і напівфабрикатів від замішування тіста B_6 , кг, визначаю за формулою :

$$B_6 = \frac{0,03 \cdot (100 - 14,5)}{100 - 45} = 0,05 \%$$

Втрати борошна і напівфабрикатів від замішування до випікання B_T , кг, визначаю за формулою :

$$W_c^1 = \frac{160,87 \cdot 45 + 100 \cdot 14,5}{160,87 + 100} = 33,31 \%$$

$$B_T = \frac{0,04 \cdot (100 - 33,31)}{100 - 45} = 0,05 \%$$

Затрати при бродінні напівфабрикатів $Z_{бр}$, кг, визначаю за формулою:

$$Z_{бр} = \frac{3,1 \cdot 0,96 \cdot (104,5 - 1,0) \cdot (100 - 15,33)}{1,96 \cdot 100 \cdot (100 - 45)} = 2,42 \%$$

Визначаю за формулою затрати на оброблення тіста $Z_{обр}$, кг:

$$Z_{обр} = \frac{1 \cdot (45,0 - 14,5)}{100 - 45,0} = 0,55 \%$$

Затрати від упікання $Z_{уп}$, кг, визначаю за формулою:

$$Z_{уп} = \frac{8,0 \cdot [160,87 - (0,05 + 0,05 + 2,42 + 0,55)]}{100} = 12,62 \%$$

Затрати при укладання $Z_{укл}$, кг, визначаю за формулою:

$$Z_{укл} = \frac{0,7 \cdot [160,87 - (0,05 + 0,05 + 2,42 + 0,55 + 12,62)]}{100} = 1,02 \%$$

Затрати від усихання $Z_{ус}$, кг, визначаю за формулою:

$$Z_{ус} = \frac{4,0 \cdot [160,87 - (0,05 + 0,05 + 2,42 + 0,55 + 12,62 + 1,02)]}{100} = 6,3 \%$$

Визначаю втрати від неточної маси штучних виробів $B_{шт}$, кг, за формулою:

$$B_{шт} = \frac{0,5 \cdot [160,87 - (0,05 + 0,05 + 2,42 + 0,55 + 12,62 + 1,02 + 6,3)]}{100} = 0,69 \%$$

Втрати від крихт і лому, $B_{кр}$, кг, визначаю за формулою:

$$B_{кр} = \frac{0,03 \cdot [160,87 - (0,05 + 0,05 + 2,42 + 0,55 + 12,62 + 1,02 + 6,3 + 0,69)]}{100} = 0,04 \%$$

Втрати від переробки браку $B_{кр}$, кг, визначаю за формулою:

$$B_{бр} = \frac{0,02 \cdot [160,87 - (0,05 + 0,05 + 2,42 + 0,55 + 12,62 + 1,02 + 6,3 + 0,69 + 0,04)]}{100} = 0,03 \%$$

Для хліба «Закарпатський» передбачений вихід становитиме:

$$B_{\phi} = 160,87 - (0,05 + 0,05 + 2,42 + 0,55 + 12,62 + 1,02 + 6,3 + 0,69 + 0,04 + 0,03) = 137,1\%$$

Планом передбачено для хліба «Закарпатський» вихід в 136,5 % [34].

Таблиця 3.10 – Зведена таблиця розрахунку виходу хліба «Закарпатський»

Види втрат і витрат при заданих технологічних умовах	Вихідні дані для розрахунку виходу хліба		Втрати і витрати у перерахунку до тіста	
	Позначення	Величина	Позначення	Величина
1	2	3	4	5
Вихід тіста	g_T %	136,5	-	-
Втрати борошна до приготування тіста за умови безтарного зберігання	g_b , % до маси борошна	0,03	B_b	0,05
Втрати борошна і тіста у разі приготування в тістовому агрегаті	g_T , % до маси тіста	0,04	B_T	0,05
Витрати сухих речовин на бродіння за умови приготування тіста на густих заквасках	$g_{сух}$, % до СР тіста	3,1	$З_{бр}$	2,42
Витрати борошна під час оброблення тіста	$g_{обр}$, % до маси борошна	1,0	$З_{обр}$	0,66
Витрати на упікання	$g_{уп}$, % до маси тіста	8,0	$З_{уп}$	12,62
Витрати під час укладання гарячого хліба	$g_{укл}$, % до маси гарячого хліба	0,7	$З_{укл}$	1,02

Прод. таблиці 3.10

1	2	3	4	5
Витрати від усихання хліба	$g_{ус}, \%$ до маси гарячого хліба	4,0	$З_{ус}$	6,3
Втрати за рахунок неточної маси виробів	$g_{шт}, \%$ до маси гарячих виробів	0,03	$В_{шт}$	0,69
Всього втрат і витрат у розмірності виходу тіста				23,81

3.1.5. Розрахунок виробничих рецептур і вибір технологічних параметрів

Тісто для хліба «Ахлоридний» з гарбузовим протеїном готується безопарним способом і замішуванням тіста в двошвидкісній тістомісильній машині з об'ємом діжі 120 л.

Ритм замішування та кількість діж для розрахунку напівфабрикатів здійснюють виходячи з витрат борошна за годину для замішування напівфабрикатів [35].

Насамперед розраховую масу борошна, що максимально може бути завантажено у діжу G_d^6 , кг, за формулою:

$$G_d^6 = \frac{V_d \cdot q}{100}, \text{ кг} \quad (3.31)$$

де V_d – об'єм діжі, дм^3 ; $V_d = 120 \text{ дм}^3$.

q – норма завантаження борошна на 100 дм^3 об'єму діжі, кг

для опари – $q = 25$; для тіста – $q = 30$.

Для тіста:

$$G_d^6 = \frac{120 \cdot 30}{100} = 36,0 \text{ кг/год}$$

Потім, відповідно до формули розраховую необхідну кількість діж для забезпечення годинної продуктивності печі:

$$G_{\text{год}} = \frac{P_{\text{год}} \cdot 100}{V_{\text{п}}}, \text{ кг/год} \quad (3.32)$$

де $P_{\text{год}}$ – годинна продуктивність печі, кг/год;

$V_{\text{п}}$ – плановий вихід виробу

$$G_{\text{год}} = \frac{16,8 \cdot 100}{124} = 13,5 \text{ кг/год}$$

$$D_{\text{год}} = \frac{G_6^{\text{год}}}{G_6^{\text{д}}} \quad (3.33)$$

де $G_6^{\text{год}}$ — годинні витрати борошна на приготування, кг/год.

Для тіста:

$$D_{\text{год}} = \frac{13,5}{44,8} = 0,3 = 1 \text{ шт.}$$

Приймаємо 2 діжі.

Тоді, за формулою ритм замішування, хв, дорівнює:

$$\tau = \frac{60}{D_{\text{год}}} \quad (3.34)$$

Для тіста:

$$\tau = \frac{60}{1} = 60 \text{ хв}$$

Кількість діж розраховують, виходячи з їх зайнятості на замішування і бродіння напівфабрикатів [35].

Зайнятість діж $t_{\text{д}}$ хв, обчислюють за формулою:

$$t_{\text{д}}^{\text{T}} = t_{\text{зам}}^{\text{T}} + t_{\text{бр}}^{\text{T}} + t_{\text{дод}} \quad (3.35)$$

де $t_{\text{зам}}^{\text{T}}$ – тривалість замішування тіста, хв;

$t_{\text{бр}}^{\text{T}}$ – тривалість бродіння тіста, хв

Для тіста:

$$t_{\text{д}}^{\text{T}} = 10 + 120 + 10 = 140 \text{ хв}$$

Необхідну кількість діж для приготування тіста визначаю за формулою:

$$D_{\text{T}} = \frac{t_{\text{д}}^{\text{T}}}{r} \quad (3.36)$$

Для тіста:

$$D_{\text{T}} = \frac{140}{60,0} = 2,33 = 2 \text{ шт.}$$

Отже на технологічний процес потрібно 1 тістомісильну машину марки та 2 діжі [34, 35].

Обчислюю температуру води на замішування тіста, $t_{\text{в}}^{\text{T}}$, °C:

$$t_{\text{в}}^{\text{T}} = t_{\text{T}} + \frac{G_{\text{б}}^{\text{T}} * C_{\text{б}} * (t_{\text{T}} - t_{\text{б}})}{G_{\text{в}} * C_{\text{в}}} \quad (3.37)$$

$$t_{\text{в}}^{\text{T}} = 30 + \frac{100,0 * 1,257 * (30 - 20)}{51,87 * 4,19} = 35,8 \text{ °C}$$

У таблицю технологічних режимів вносимо розрахункову величину маси шматків $n_{\text{шм}}^{\text{T}}$, кг, з урахуванням прийнятих технологічних затрат на упікання та усування:

$$n_{\text{шм}}^{\text{T}} = \frac{G_{\text{хл}} * 100 * 100}{(100 - G_{\text{уп}}) * (100 - G_{\text{ус}})} \quad (3.38)$$

де $G_{\text{хл}}$ – маса готового виробу, кг ($G_{\text{хл}} = 0,5$ кг);

$G_{\text{уп}}$ – упікання, %

$G_{\text{ус}}$ – усування, %

$$n_{\text{шм}}^{\text{T}} = \frac{0,2 * 100 * 100}{(100 - 18,28) * (100 - 5,31)} = 0,258 \text{ кг}$$

Таблиця 3.11 – Технологічний режим приготування хліба «Ахлоридний» з гарбузовим протеїном

Параметри процесів	Одиниці виміру	Тісто
Початкова температура	°C	28-29
Кінцева кислотність	град	3,0-3,5
Вологість	%	44,2
Тривалість бродіння	в	120
Маса шматків тіста	кг	0,258
Тривалість вистоювання	хв	30-45
Температура у вистійній шафі	°C	30-35
Відносна вологість у вистійній шафі	%	75-80
Тривалість випікання	хв	25-35
Температура пекарної камери	°C	180-260

Хліб «Закарпатський» готуємо на великій густій опарі.

Відповідно до формули розраховую максимальну масу борошна, що може бути завантажена у діжу G_D^D , кг:

Для опари:

$$G_D^D = \frac{120 \cdot 25}{100} = 30,0 \text{ кг/год}$$

Для тіста:

$$G_D^D = \frac{120 \cdot 30}{100} = 36,0 \text{ кг/год}$$

Тоді, за формулами розраховую кількість діж необхідних для забезпечення годинної продуктивності печі:

$$G_{\text{год}} = \frac{20,6 \cdot 100}{136,5} = 15,1 \text{ кг/год}$$

Для опари:

$$D_{\text{год}} = \frac{15,1}{35,0} = 0,4 = 1 \text{ шт.}$$

Для тіста:

$$D_{\text{год}} = \frac{15,1}{44,8} = 0,33 = 1 \text{ шт.}$$

2 діжі беремо до прийому.

Тоді за формулою ритм замішування, хв, дорівнює:

Для опари:

$$r = \frac{60}{1} = 60 \text{ хв}$$

для тіста:

$$r = \frac{60}{1} = 60 \text{ хв}$$

Зайнятість діж, тд, хв, обчислюю за формулою :

Для опари:

$$t_{\text{д}}^{\text{о}} = 10 + 160 + 10 = 180 \text{ хв}$$

Для тіста:

$$t_{\text{д}}^{\text{т}} = 10 + 50 + 10 = 70 \text{ хв}$$

Необхідну кількість діж для приготування опари та тіста визначаю за формулою :

Для опари:

$$D_{\text{о}} = \frac{180}{60} = 3 \text{ шт.}$$

Для тіста:

$$D_{\text{т}} = \frac{70}{20} = 1,16 = 1 \text{ шт.}$$

Отож, для здійснення технологічного процесу потрібно 2 тістомісильні машини марки та 4 діжі.

Температуру води на замішування опари t_B^0 , °C, розраховую за формулою:

$$t_B^0 = 26 + \frac{70,0 \cdot 1,257 \cdot (26 - 20)}{27,76 \cdot 4,19} + 1 = 31,5^\circ\text{C}$$

За формулою розраховую теплоємність напівфабрикату, (опари) $C_{н/ф}$:

$$C_{н/ф} = \frac{70,0 \cdot 1,257 + 27,76 \cdot 4,19}{107,76} = 1,9 \text{ кДж/кг} \cdot \text{K}$$

$$t_B^T = 27 + \frac{30 \cdot 1,257 \cdot (27 - 20)}{15,14 \cdot 4,19} + \frac{107,76 \cdot 1,9 \cdot (27 - 26)}{27,76 \cdot 4,19} = 32,93^\circ\text{C}$$

Таблиця 3.12 – Технологічний режим приготування хліба «Закарпатський»

Параметри процесів	Одиниці виміру	Опара	Тісто
Початкова температура	°C	26	27
Кінцева кислотність	град	3,5	3,5
Вологість	%	44	45
Тривалість бродіння	хв	156-204	30-48
Маса шматків тіста	кг	-	1,22
Тривалість вистоювання	хв	-	40-60
Температура у вистійній шафі	°C	-	35
Відносна вологість у вистійній шафі	%	-	75
Тривалість випікання	хв	-	40
Температура пекарної камери	°C	-	
І зона			140,0
II зона			260,0
III зона			200,0

Обрахувую величину шматків тіста з урахуванням затрат на упікання та усихання за формулою :

$$n_{\text{шм}}^{\text{т}} = \frac{1,0 \cdot 100 \cdot 100}{(100 - 12,62) \cdot (100 - 6,3)} = 1,22 \text{ кг}$$

3.2. Вибір та обґрунтування технологічних процесів і режимів виробництва

3.2.1. Вимоги до сировини використовуваної для виробництва запроєктованого асортименту

Якість готових хлібобулочних виробів значною мірою залежить від якості сировини, яка повинна відповідати вимогам чинних стандартів (ДСТУ, ТУ), санітарно-гігієнічним нормам та бути безпечною для споживання.

Борошно пшеничне. Для виробництва хліба «Ахлоридний» з гарбузовим протеїном і хліба «Закарпатський» використовується пшеничне борошно першого сорту.

Основні вимоги:

- ✓ відповідність вимогам ДСТУ 46.004-99;
- ✓ масова частка вологи — не більше 14,5 %;
- ✓ зольність — у межах норми для відповідного сорту;
- ✓ достатній вміст і якість клейковини;
- ✓ відсутність сторонніх запахів, присмаків і шкідливих домішок.

Гарбузовий протеїн. Гарбузовий протеїн застосовується як білкова добавка для підвищення харчової цінності виробу.

Вимоги:

- ✓ високий вміст рослинного білка (не менше 50 %);
- ✓ масова частка вологи — не більше 10 %;
- ✓ відсутність токсичних домішок, мікробіологічних забруднень;
- ✓ однорідна порошкоподібна консистенція;
- ✓ характерний насіннєвий запах без сторонніх присмаків;
- ✓ відповідність вимогам ТУ виробника та санітарним нормам.

Дріжджі хлібопекарські. Для приготування тіста використовують пресовані або сухі хлібопекарські дріжджі.

Вимоги:

- ✓ відповідність вимогам чинних стандартів;
- ✓ висока підйомна сила;
- ✓ відсутність сторонніх запахів;
- ✓ рівномірна структура та активна ферментативна здатність.

Вода питна. Вода, що використовується у виробництві, повинна відповідати вимогам ДСанПіН до питної води.

Основні вимоги:

- ✓ прозорість, відсутність запаху та присмаку;
- ✓ оптимальний мінеральний склад;
- ✓ мікробіологічна безпечність.

Сіль кухонна. Для хліба «Закарпатський» використовується кухонна сіль, для хліба «Ахлоридний» — сіль не застосовується

Вимоги:

- ✓ відповідність ДСТУ;
- ✓ чистота, відсутність домішок;
- ✓ рівномірна кристалічна структура.

Сироватка молочна. Молочна сироватка використовується як функціональний інгредієнт, що покращує смак, аромат і структурно-механічні властивості хлібобулочних виробів.

Вимоги:

- ✓ відповідність вимогам чинних ДСТУ або ТУ;
- ✓ походження з коров'ячого молока;
- ✓ масова частка сухих речовин — не менше 6,0 %;
- ✓ кислотність — у межах нормативних значень;
- ✓ відсутність сторонніх запахів і присмаків;
- ✓ мікробіологічна безпечність;

✓ допускається використання рідкої або сухої (порошкоподібної) сироватки відповідно до рецептури.

Цукор білий. Цукор використовується для регулювання смаку та як джерело поживних речовин для дріжджів у процесі бродіння.

Вимоги:

- ✓ відповідність вимогам ДСТУ;
- ✓ масова частка сахарози — не менше 99,75 %;
- ✓ білий колір, кристалічна структура;
- ✓ відсутність сторонніх домішок, запахів і присмаків;
- ✓ добра розчинність у воді.

3.2.2. Обґрунтування та опис технології запроєктованого асортименту

Запроєктований асортимент хлібобулочних виробів включає хліб «Ахлоридний» з гарбузовим протеїном, який належить до продукції лікувально-профілактичного призначення. Даний вид хліба рекомендований для харчування споживачів, які потребують обмеження споживання кухонної солі, зокрема при захворюваннях серцево-судинної системи та нирок. Відсутність хлориду натрію в рецептурі зумовлює необхідність використання спеціальних технологічних режимів приготування тіста та випікання виробів.

Хліб «Ахлоридний» з гарбузовим протеїном випускають продовгуватої форми, що забезпечує традиційний зовнішній вигляд виробу та сприяє рівномірному пропіканню м'якуша. Тісто для даного виду хліба готують безопарним способом, що є доцільним за умов відсутності солі та дозволяє стабілізувати структурно-механічні властивості тіста.

Приготування тіста та бродіння

Для замісу тіста в діжу дозують дріжджову суспензію, молочну сироватку, гарбузовий протеїн та пшеничне борошно за допомогою дозувальної станції та дозатора борошна. Заміс здійснюють у тістомісильній машині періодичної дії А2-ХТБ протягом 10 хвилин. Початкова температура тіста становить 28–29 °С,

що є оптимальним для активного розвитку дріжджів та перебігу біохімічних процесів у тісті без додавання солі.

Бродіння тіста відбувається в діжах Т1-ХТ2Д. Тривалість бродіння до обминки становить 2 години, після обминки — 40–50 хвилин. Обминання сприяє видаленню надлишкового вуглекислого газу, покращенню газоутримувальної здатності тіста та формуванню рівномірної пористості м'якуша готових виробів.

Поділ, формування та вистоювання

Готове тісто за допомогою діжеперекидача А2-ХП2Д-2 подають у воронку тістоподільника, де його поділяють на шматки однакової маси.

Після цього тістові заготовки перекладають на столи та вручну укладають на листи, які встановлюють на колиски печі, де передбачено остаточне вистоювання. Остаточне вистоювання триває 30–50 хвилин за температури 35–40 °С та відносної вологості повітря 75–85 %. За цих умов відбувається інтенсивне накопичення вуглекислого газу та формування необхідного об'єму виробів.

Випікання, охолодження та пакування

Після вистоювання тістові заготовки випікаються в печі ИЕТ-74-И1. Випікання здійснюють протягом 20 хвилин за температури 230–240 °С та відносної вологості повітря 80–85 %. Обраний режим випікання забезпечує формування м'якої скоринки та добре пропеченого, еластичного м'якуша, характерного для ахлоридного хліба.

Готові вироби надходять на кулер для охолодження, після чого транспортером подаються до пакувальної машини BG-250BSF. Запакований хліб укладають у лотки контейнерів, які направляють в експедицію для подальшого зберігання та реалізації.

Запроектована технологія виробництва хліба «Ахлоридний» з гарбузовим протеїном є технологічно обґрунтованою, відповідає вимогам лікувально-профілактичного харчування та забезпечує стабільну якість готових виробів. Застосування безопарного способу, оптимальних режимів бродіння,

вистоювання та випікання дозволяє отримати хліб із добрими структурно-механічними та органолептичними показниками.

Хліб «Закарпатський» подовий масою 1,0 кг належить до традиційних сортів хліба з пшеничного борошна першого сорту та характеризується високими органолептичними показниками, розвиненою пористістю м'якуша і вираженим хлібним ароматом. Виробництво даного виду хліба здійснюється з використанням періодичної технології та приготування тіста на великій густій опарі, що забезпечує стабільність якості та підвищену біологічну цінність готових виробів.

Приготування опари та тіста

Технологічний процес розпочинається з приготування опари, яку замішують у тістомісильній машині безперервної дії. Усі компоненти рецептури дозуються за допомогою дозаторів, що забезпечує точність і стабільність технологічного процесу. Вологість опари становить 44 %, що створює оптимальні умови для активного розвитку дріжджів та перебігу ферментативних процесів.

Опару та тісто виброджують у коритоподібних ємкостях для бродіння, де відбувається накопичення вуглекислого газу та формування структурно-механічних властивостей напівфабрикатів. Виброджену опару на замішування тіста транспортують за допомогою шнекового нагнітача у тістомісильну машину А2-ХТБ, куди додатково подають решту води, сольовий розчин, воду за розрахунком та цукровий розчин. Такий підхід сприяє формуванню тіста з оптимальною консистенцією та покращеними смаковими властивостями.

Поділ, округлення та вистоювання

Виброджене тісто подається у воронку тістоподільника А2-ХТН, де його поділяють на шматки однакової маси відповідно до маси готового виробу. Далі тістові заготовки направляються до тістоокруглювача Т1-ХТН, де їм надається округла форма, що сприяє рівномірному розподілу газів у тісті та покращенню структури м'якуша.

Після округлення заготовки транспортером подаються до печі, де передбачено остаточне вистоювання, де процес триває 40–60 хвилин. Під час вистоювання відбувається остаточне формування об'єму виробів, стабілізація пористої структури та підготовка заготовок до випікання.

Випікання, охолодження та пакування

Вистояні тістові заготовки випікаються в печі ИЕТ-74-И1. Випечений хліб подається на циркуляційний стіл, після чого вручну укладається на лотки вагонеток для подальшого охолодження.

Після охолодження вироби піддаються нарізанню та пакуванню, що підвищує зручність споживання та подовжує термін зберігання. Запакований хліб вручну вкладають на лотки вагонеток і направляють до хлібосховища для зберігання та подальшої реалізації.

Застосування приготування тіста на великій густій опарі у виробництві хліба Закарпатського подового дозволяє забезпечити стабільну якість продукції, високі органолептичні показники та ефективність виробничого процесу. Обрана апаратурно-технологічна схема відповідає вимогам нормативної документації та є доцільною для використання в умовах сучасних хлібопекарських підприємств.

3.2.3. Організація технохімічного і мікробіологічного контролю запроектованого асортименту.

Організація технохімічного і мікробіологічного контролю на підприємстві з виробництва хлібобулочних виробів є складовою системи забезпечення якості та безпечності продукції і спрямована на дотримання вимог чинної нормативної документації. Для запроектованого асортименту — хліба «Ахлоридний» з гарбузовим протеїном та хліба «Закарпатський» — контроль здійснюється на всіх етапах технологічного процесу: від приймання сировини до відвантаження готової продукції.

Технохімічний контроль здійснюється виробничо-технологічною лабораторією та відділом технічного контролю (ВТК). Основними завданнями технохімічного контролю є перевірка відповідності сировини, напівфабрикатів і

готових виробів вимогам стандартів, контроль дотримання рецептур і технологічних режимів, а також стабільності показників якості продукції.

На етапі приймання сировини контролюють фізико-хімічні та органолептичні показники пшеничного борошна, гарбузового протеїну, дріжджів, води та допоміжних компонентів. Особливу увагу приділяють якості гарбузового протеїну як функціональної добавки, зокрема його вологості, однорідності та вмісту білка.

У процесі приготування тіста контролюють правильність дозування компонентів, вологість та температуру тіста після замісу, а також тривалість бродіння. Для хліба ахлоридного контроль технологічних параметрів є особливо важливим через відсутність кухонної солі, що впливає на перебіг ферментативних процесів і структуроутворення тіста. Для хліба Закарпатського подового додатково контролюють вологість опари та параметри безперервного опарного процесу.

Під час випікання здійснюють контроль температури печі, тривалості випікання та вологості пекарної камери. Після охолодження готових виробів визначають масу, вологість м'якуша, кислотність, а також органолептичні показники відповідно до вимог нормативної документації.

Мікробіологічний контроль проводиться з метою забезпечення мікробіологічної безпечності продукції та санітарного стану виробництва. Контроль здійснюється відповідно до вимог санітарного законодавства та системи НАССР.

На етапі вхідного контролю сировини перевіряють мікробіологічні показники борошна, гарбузового протеїну та води. Особлива увага приділяється рослинній білковій сировині, яка може бути джерелом сторонньої мікрофлори.

У процесі виробництва здійснюють контроль санітарного стану обладнання, інвентарю, виробничих приміщень і рук персоналу шляхом відбору змивів. Контролюють також мікробіологічні показники напівфабрикатів і готових виробів, зокрема загальну кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів, наявність пліснявих грибів і дріжджів.

Для хліба «Ахлоридний» з гарбузовим протеїном мікробіологічний контроль є особливо важливим, оскільки відсутність солі може сприяти розвитку мікрофлори. Для хліба «Закарпатський» подовий контроль спрямований на забезпечення стабільної якості продукції в умовах безперервного виробництва.

Результати технохімічного і мікробіологічного контролю фіксуються у відповідних журналах та протоколах лабораторних досліджень. У разі виявлення відхилень від установлених норм вживаються коригувальні заходи, передбачені внутрішніми інструкціями підприємства.

Раціонально організована система технохімічного і мікробіологічного контролю забезпечує стабільну якість та безпечність хліба ахлоридного з гарбузовим протеїном і хліба Закарпатського подового. Вона дозволяє своєчасно виявляти та попереджати можливі відхилення технологічних параметрів і гарантує відповідність продукції вимогам нормативної документації та очікуванням споживачів.

Забезпечення належного рівня метрологічного контролю на всіх етапах виробництва хліба ахлоридного з гарбузовим протеїном та хліба Закарпатського подового є необхідною умовою стабільності технологічного процесу, дотримання вимог нормативної документації та отримання продукції високої якості. Раціонально організована система метрологічного забезпечення сприяє підвищенню ефективності виробництва та конкурентоспроможності хлібобулочних виробів.

Таблиця 3.13 – Метрологічне забезпечення виробництва хлібобулочних виробів [95].

Об'єкт контролю	Показники якості, що контролюються	Метод контролю	Періодичність контролю	Контролюючий
1	2	3	4	5
Пшеничне борошно	Вологість, зольність, органолептичні і показники	Лабораторний, органолептичний	Кожна партія	Лабораторія, ВТК (Відділ технічного контролю)

1	2	3	4	5
Гарбузовий протеїн	Вологість, масова частка білка, однорідність	Лабораторний	Кожна партія	Лабораторія
Дріжджі пресовані	Підйомна сила, активність	Лабораторний	Кожна партія	Лабораторія
Вода	Температура, органолептичні показники	Інструментальний	Щозміни	Майстер, лабораторія
Дозування сировини	Маса компонентів	Зважування	Постійно	Оператор, ВТК
Тісто після замісу	Температура, консистенція	Інструментальний, органолептичний	Кожна дежа / безперервно	Майстер
Бродіння тіста	Тривалість, температура	Інструментальний	Протягом процесу	Майстер
Попереднє вистоювання	Тривалість, стан заготовок	Візуальний, хронометраж	Кожна партія	Майстер
Остаточне вистоювання	Температура, вологість, тривалість	Інструментальний	Постійно	Майстер, ВТК
Випікання	Температура печі, тривалість	Інструментальний	Постійно	Оператор печі
Готовий хліб	Маса виробу	Зважування	Кожна партія	ВТК
Готовий хліб	Вологість м'якуша	Лабораторний	За графіком	Лабораторія
Готовий хліб	Форма, пористість, колір скоринки, смак	Органолептичний	Кожна партія	ВТК
Пакування	Цілісність упаковки, маркування	Візуальний	Постійно	Оператор, ВТК

3.3. Забезпечення технологічного процесу виробництва запроєктованого асортименту

3.3.1. Розрахунок витрат сировини і площ для її зберігання

Розрахунок витрат сировини для хліба «Ахлоридний» з гарбузовим протеїном:

Розраховують годинні витрати борошна, $G_6^{\text{год}}$, кг/год за формулою [35]:

$$G_6^{\text{год}} = \frac{P_{\text{год}} \cdot 100}{V_x} \quad (3.39)$$

$$G_6^{\text{год}} = \frac{16,8 \cdot 100}{124,0} = 13,5 \text{ кг/год}$$

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

$$G_6^{\text{доб}} = G_6^{\text{год}} \cdot 23 \quad (3.40)$$

$$G_6^{\text{доб}} = 13,5 \cdot 23 = 310,5 \text{ кг/доб}$$

Розраховують добову витрату дріжджів за формулою:

$$G_{\text{др}}^{\text{доб}} = \frac{G_6^{\text{доб}} \cdot C}{100} \quad (3.41)$$

де C – маса дріжджів.

$$G_{\text{др}}^{\text{доб}} = \frac{310,5 \cdot 2,0}{100} = 6,21 \text{ кг/доб}$$

Розраховують добову потребу сироватки молочної у за формулою:

$$G_{\text{кл}}^{\text{доб}} = \frac{310,5 \cdot 2,75}{100} = 8,54 \text{ кг/доб}$$

Розраховують добову потребу гарбузового протеїну $G_{\text{г.п}}^{\text{доб}}$, кг/доб:

$$G_{\text{г.п}}^{\text{доб}} = \frac{310,5 \cdot 10,0}{100} = 31,05 \text{ кг/доб}$$

Розрахунок витрат сировини для хліба «Закарпатський»:

Витрати за годину борошна $G_6^{\text{год}}$, кг/год, розраховують згідно формули (2.39):

$$G_6^{\text{год}} = \frac{20,6 \cdot 100}{136,5} = 15,09 \text{ кг/год}$$

Витрату добову борошна $G_6^{\text{доб}}$, кг/доб, розраховую за формулою :

$$G_6^{\text{доб}} = 15,09 \cdot 23 = 347,07 \text{ кг/доб}$$

Добову потребу дріжджів $G_{\text{др}}^{\text{доб}}$, кг/доб, розраховую відповідно до формули (2.41):

$$G_{\text{др}}^{\text{доб}} = \frac{347,07 \cdot 2,0}{100} = 6,94 \text{ кг/доб}$$

Таблиця 3.14 – Добова витрата сировини

Сировина	Хліб «Ахлоридний» з гарбузовим протеїном	Хліб «Закарпатський»	Разом
Борошно пшеничне I сорту	310,5	347,07	657,57
Дріжджі хлібопекарські пресовані	6,21	6,94	13,15
Сіль кухонна харчова	-	5,27	5,27
Цукор білий	-	3,47	3,47
Сироватка молочна	8,54	-	8,54
Гарбузовий протеїн	31,05	-	31,05

Добову потребу солі, $G_c^{\text{доб}}$, кг/доб, розраховую за формулою, для цього розраховую витрату товарної солі за формулою :

$$G_c^{\text{т}} = \frac{1,5 \cdot 100}{(100 - 0,25) \cdot \frac{100 - 0,85}{100} - 0,6 \cdot 0,85} = 1,52 \text{ кг}$$

$$G_c^{\text{доб}} = \frac{347,07 * 1,52}{100} = 5,27 \text{ кг/доб}$$

Добову потребу цукру білого $G_{6.ц}^{\text{доб}}$, кг/доб :

$$G_{6.ц}^{\text{доб}} = \frac{347,07 * 1,0}{100} = 3,47 \text{ кг/доб}$$

Розрахунок площ для зберігання сировини [35].

Таблиця 3.15 – Сумарний запас сировини для виробництва виробів

Найменування сировини	Добові витрати	Спосіб зберігання	Нормативні терміни зберігання	Запас, діб	Необхідний запас сировини
Борошно пшеничне I сорту	657,57	У мішках (12 рядів)	6 – 8 місяців	7	4 602,99
Дріжджі хлібопекарські пресовані	13,15	В ящиках на полицях	12 діб	3	39,45
Сіль кухонна харчова	5,27	В мішках (8 рядів)	1 рік	15	79,05
Цукор білий	3,47	В мішках (8 рядів)	4 роки	15	52,05
Сироватка молочна	8,54	В резервуарах з охолодженням	3 доби	3	25,62
Гарбузовий протеїн	31,05	В мішках	6 – 8 місяців	7	217,35

Здійснюю розрахунок сировини площ необхідних для зберігання:

Площа для зберігання борошна [35]:

$$F = \frac{G_b * f}{g * k} * \mu \quad (3.42)$$

де G_6 – маса борошна, що зберігається, кг;

f – площа штабеля, m^2 ; ($f = 1,25 \times 1,0$);

g – маса мішка, кг.; ($g = 50$ кг);

k – кількість мішків у штабелі, шт.; ($k = 24$);

μ – коефіцієнт, що враховує проїзди, проходи; ($\mu = 1,25$)

$$F = \frac{657,57 \cdot (1,25 \cdot 1,0)}{50 \cdot 24} \cdot 1,25 = 0,85 \text{ м}^2$$

Розраховую потрібну площу складу для сировини за формулою:

$$F_c = \frac{G_{\text{зап}}}{q_{\text{сер}}} \quad (3.43)$$

де $G_{\text{сир}}$ – запас сировини, що зберігається;

$q_{\text{сер}}$ – середнє навантаження на 1 м^2 , $\text{кг}/\text{м}^2$ (для солі – 800, для цукру – 800, для олії – 660, для сухої пшеничної клейковини – 660, для пластівців гречаних – 660, для дріжджів – 540) [35].

Площа складу для солі:

$$F_c^c = \frac{79,05}{800} = 0,09 = 0,1 \text{ м}^2$$

Площа складу для білого цукру:

$$F_{\text{ц}}^c = \frac{52,05}{800} = 0,06 = 0,1 \text{ м}^2$$

Площа для зберігання гарбузового протеїну:

$$F_{\text{м}}^c = \frac{217,35}{600} = 0,36 \text{ м}^2$$

Розраховую необхідну площу холодильної камери для зберігання дріжджів:

$$F_{\text{др}}^c = \frac{39,45}{540} = 0,07 = 0,1 \text{ м}^2$$

Розраховую необхідну площу холодильної камери для зберігання сироватки молочної:

$$F_{др}^с = \frac{25,62}{300} = 0,08 = 0,1 \text{ м}^2$$

Таким чином площа складу для тарного зберігання сировини становитиме

$$F_{заг} = 0,85 + 0,1 + 0,1 + 0,1 + 0,1 + 0,36 = 1,61 \text{ м}^2$$

Конструктивно приймаємо площу складу $1,61 \text{ м}^2$.

3.3.2. Розрахунок і вибір технологічного обладнання

Розрахунок обладнання силосно – просіювального відділення:

Відповідно до отриманого завдання для хліба «Ахлоридний» з гарбузовим протейном та хліба «Закарпатський» необхідне борошно пшеничне I сорту [35].

Розраховую кількість борошняних ліній за формулою:

$$N_{б.л} = \frac{G_{б}^{год}}{Q_{б.л}^{год}} \quad (3.44)$$

де $G_{б}^{год}$ – витрати борошна за годину;

$Q_{б.л}^{год}$ – годинна продуктивність борошняної лінії т/год (приймають на 5 – 10% меншою за продуктивність просіювача).

Для розрахунку приймаю просіювач ВП – 0,15/220 – 150, продуктивність згідно технологічних характеристик становить 150 кг/год [35].

$$N_{б.л} = \frac{13,5 + 15,09}{0,15 * 90\%} = 0,15 = 1 \text{ шт.}$$

До встановлення приймаю одну просіювальну лінію.

Обрахунок обладнання для розробки напівфабрикатів.

Тістоподільники

Вираховую кількість тістових заготовок за хвилину N_d , відповідно до формули:

$$N_d = \frac{P_{\text{год}}}{g \cdot 60} \quad (3.45)$$

де $P_{\text{год}}$ – годинна продуктивність печей, кг/год;

g_v = маса виробу, кг.

Для хліба «Ахлоридний» з гарбузовим протеїном:

$$N_d = \frac{16,8}{0,2 \cdot 60} = 1,4 = 2 \text{ шт/хв}$$

Для хліба «Закарпатський»:

$$N_d = \frac{20,6}{1,0 \cdot 60} = 0,34 = 1 \text{ шт/хв}$$

Необхідну кількість тістоподільників, шт для даних виробів визначаю за формулою:

$$N = \frac{N_d \cdot x}{n_d} \quad (3.46)$$

де x – коефіцієнт запасу, що враховує зупинку тістоподільника та брак на шматки ($x = 1,04 - 1,05$);

n_d – продуктивність тістоподільника за хвилину ($n_d = 40$).

Для хліба «Ахлоридний» з гарбузовим протеїном:

$$N = \frac{2 \cdot 1,05}{40} = 0,1 = 1 \text{ шт}$$

Для хліба «Закарпатський»:

$$N = \frac{1 \cdot 1,05}{40} = 0,02 = 1 \text{ шт.}$$

Розраховую коефіцієнт використання тістоподільників за формулою:

$$\eta = \frac{N_d}{N} \leq 1 \quad (3.47)$$

Для хліба «Ахлоридний» з гарбузовим протеїном:

$$\eta = \frac{2}{40} = 0,05 \leq 1$$

Для хліба «Закарпатський»:

$$\eta = \frac{1}{40} = 0,02 \leq 1$$

Для розробки даних виробів встановлюють тістоподільник (від 8 до 40 шт/хв), в кількості 2 штуки, для поділу кожного виду тіста.

Округлювальну машину не розраховують, а приймають згідно практичних та літературних рекомендацій.

Остаточне вистоювання

Для вистоювання тістових заготовок використовують ферментаційну шафу марки . Конструктивно шафа дозволяє завантажити два стелажні візка.

Розрахунок ємності хлібосховища та експедиції.

Розраховують кількість лотків за годину для зберігання виробів, за формулою:

$$N_{\text{л}}^{\text{год}} = \frac{P_{\text{год}}}{n * g_{\text{в}}} \quad (3.48)$$

де $P_{\text{год}}$ – годинна продуктивність печі, кг/год;

$g_{\text{в}}$ – маса виробу, кг;

n – кількість виробів на лотку, шт.; ($n = 22$ шт.)

Для хліба «Ахлоридний» з гарбузовим протеїном:

$$N_{\text{л}}^{\text{год}} = \frac{16,8}{22 * 0,2} = 3,81 = 4 \text{ шт.}$$

Для хліба «Закарпатський»:

$$N_{\text{л}}^{\text{год}} = \frac{20,6}{22 * 1,0} = 0,93 = 1 \text{ шт.}$$

Потрібна кількість контейнерів на годину для зберігання виробів:

$$N_{\text{год}} = \frac{N_{\text{л}}^{\text{год}}}{N_{\text{л}}} \quad (3.49)$$

$N_{\text{л}}$ – кількість лотків на контейнері ($N_{\text{л}} = 8$ шт.).

Для хліба «Ахлоридний» з гарбузовим протеїном кількість контейнерів за годину буде:

$$N_{\text{год}} = \frac{4}{8} = 0,5 = 1 \text{ шт.}$$

Для хліба «Закарпатський» кількість контейнерів становитиме:

$$N_{\text{год}} = \frac{1}{8} = 0,125 = 1 \text{ шт.}$$

Розраховую ритм заповнення контейнерів, хв за формулою:

$$R = \frac{60}{N_{\text{год}}} \quad (3.50)$$

Для хліба «Ахлоридний» з гарбузовим протеїном ритм становить:

$$R = \frac{60}{1} = 60 \text{ хв}$$

Для хліба «Закарпатський»:

$$R = \frac{60}{1} = 60 \text{ хв}$$

Необхідна кількість контейнерів на термін зберігання:

$$N_{\text{в}} = \frac{P_{\text{год}} * t_{\text{зб}}}{n_{\text{в}} * g_{\text{в}} * N_{\text{в}}} \quad (3.51)$$

Для хліба «Ахлоридний» з гарбузовим протеїном:

$$N_{\text{в}} = \frac{16,8 * 8}{12 * 0,2 * 8} = 7 \text{ шт.}$$

Для хліба «Закарпатський»:

$$N_{\text{в}} = \frac{20,6 * 8}{12 * 1,0 * 8} = 1,7 = 2 \text{ шт.}$$

Кількість загальна контейнерів марки для зберігання хліба «Ахлоридний» з гарбузовим протеїном визначається за формулою:

$$N_{\text{заг}} = N * 2 + 20\% \quad (3.52)$$

$$N_{\text{заг}} = 7 * 2 + 20\% = 15,4 = 16 \text{ шт.}$$

Для зберігання хліба «Закарпатський» контейнерів загальна кількість становитиме:

$$N_{\text{заг}} = 2 * 2 + 20\% = 4,8 = 5 \text{ шт.}$$

Для двох виробів становитиме контейнерів в загальному потрібно:

$$N_{\text{заг}} = 16 + 5 = 21 \text{ шт.}$$

Визначаю площу хлібосховища для виробів за формулою:

$$S_{\text{хл}} = \frac{P_{\text{год}} * t_{\text{зб}} * 30}{1000} \quad (3.53)$$

де $P_{\text{год}}$ – годинна продуктивність печі, кг/год;

$t_{\text{зб}}$ – період зберігання, год.

Для хліба «Ахлоридний» з гарбузовим протеїном:

$$S_{\text{хл}} = \frac{16,8 * 8 * 30}{1000} = 4,032 = 4 \text{ м}^2$$

Для хліба «Закарпатський»:

$$S_{\text{хл}} = \frac{20,6 * 8 * 30}{1000} = 4,944 = 5 \text{ м}^2$$

Загальна площа складу:

$$S_{\text{хл}} = 4 + 5 = 9 \text{ м}^2$$

Обраховую площу експедиції:

$$S_{\text{експ}} = 0,2 * S_{\text{хл}} \quad (3.54)$$

$$S_{\text{експ}} = 0,2 * 9 = 1,8 \text{ м}^2, \text{ приймаємо } 2 \text{ м}^2$$

Таблиця 3.16 – Специфікація основного технологічного обладнання

№ ПП	Найменування	Кіль кість	Марка	Довжина мм	Ширина мм	Висота мм	Примітки
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Приймальник борошна	1	ХМІ-М	2480	3300	3150	
2	Перемикач	1	КСД2-203	3100	2500	2700	
3	Бункер	1	А1-ХБУ-26	4000	3220	4850	
4	Виробничий бункер	1	ХЕ-112	1500	1700	2841	
5	Дозатор борошна	3	Ш2-ХДА	1540	870	1930	
6	Просіювач	1	П2-П	1138	740	1960	
7	Проміжний бункер	1	А2-ХПИ	1982	668	410	
8	Автоматичні ваги	1	РПЦіЗМ	1216	1050	1870	
9	Дозувальна станція	3	Ш2-ХДМ	985	920	1640	
10	Тістомісильна машина	3	А2-ХТБ	1800	1100	1250	
11	Діжі	6	Т1-ХТ2Д	1082	1082	888	
12	Діжеперекидач	2	А2-ХП2Д-2	1700	1500	2870	
13	Тістоподільна машина	2	А2-ХТН	1245	915	1500	
14	Транспортер стрічковий	2	А2-ХКИ-1	2000	560	690	
15	Тістоокруглювач	2	Т1-ХТН	1060	1035	1030	
16	Піч ротаційна	2	ИЕТ-74-ИІ	2635	1770	2660	
17	Контейнери	2	А2-ХТМ-25	900	836	1737	
18	Пакувальна машина	2	BG-250BSF	3761	670	1412	

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Охорона праці

Естетика на виробництві

Підвищення інтенсивності праці та продуктивності обладнання висуває до працівників сучасного виробництва підвищені вимоги: швидке орієнтування у виробничому середовищі, миттєва реакція на зміни процесу та точність виконання виробничих рухів і операцій. Вагому роль у забезпеченні цих умов відіграють засоби технічної естетики, які безпосередньо впливають на працездатність, безпеку та психофізіологічний стан людини.

Одним із ключових елементів технічної естетики є кольорове оздоблення виробничих приміщень і обладнання. Раціонально підібране фарбування, виконане з урахуванням вимог технічної естетики, сприяє формуванню позитивного настрою у працівників, зменшенню зорової втоми та підвищенню концентрації уваги. Кольорове оформлення повинно відповідати встановленим нормативним рекомендаціям і стандартам.

Сигнально-попереджувальне фарбування елементів будівельних конструкцій, небезпечних частин обладнання, транспорту, засобів пожежогасіння та охорони праці, а також виробничих знаків безпеки здійснюється відповідно до вимог.

У виробничих цехах стелі зазвичай фарбують у світло-блакитний колір, а за відсутності природного освітлення — у білий. Приміщення зі значними тепловиділеннями оформлюють у світло-блакитних тонах; віконні та ліхтарні рами фарбують у білий колір; верхню частину стін — у світло-блакитний, а міжвіконні стовпи і панелі — у блакитний. У цехах, де робота потребує значного напруження зору, панелі стін і міжвіконні стовпи доцільно фарбувати у світло-зелений колір. Кути приміщень, урни для сміття та ділянки підлоги, де вони розміщені, виділяють яскраво-зеленим кольором і додатково добре освітлюють. Виробничі приміщення з інтенсивним пилоутворенням облицьовують плиткою або фарбують масляними фарбами, що полегшує їх санітарне прибирання.

Для полегшення зорових функцій працівників необхідно забезпечувати кольоровий контраст між тлом і деталями, які обробляються. Пульти управління дозувальними пристроями доцільно фарбувати у яскраві кольори, тоді як конструкції пультаових відділень і днища бункерів — у сіро-блакитні.

Фарбування машин, обладнання та виробничих приміщень повинно враховувати як естетичні, так і психофізіологічні особливості праці. Розрізняють два основні аспекти фарбування — раціональність і захисні властивості. Раціональність освітлення та фарбування полягає в їх здатності заспокоювати зір, зменшувати втому очей і створювати умови для швидкої зорової адаптації. При цьому пофарбовані поверхні повинні мати матову фактуру.

У промисловості застосовують розпізнавальне, попереджувальне та відмітне захисне фарбування. Розпізнавальне фарбування використовують для балонів зі стисненими і зрідженими газами, відкритих заземлювачів, технологічних трубопроводів тощо. Попереджувальне фарбування сигналізує про небезпеку (червоний колір) або безпеку (зелений колір), а жовтий колір попереджає про можливість виникнення небезпечної ситуації та вимагає підвищеної уваги. Відмітне фарбування застосовують для розрізнення однакових за формою, але різних за призначенням елементів, наприклад пускових кнопок чи арматурних сталей різних марок.

Основними кольорами для фарбування обладнання є зелений, сірий та близькі до них відтінки. Небезпечні частини і деталі машин виділяють яскравими попереджувальними кольорами — червоним і жовтим. Червоний колір використовують для позначення місць, обладнання та приладів, де можлива аварійна або вогнебезпечна ситуація, що потребує негайної зупинки.

Жовтий колір, який символізує увагу та обережність, застосовують для фарбування обойм гаків вантажопідіймальних кранів, низько розташованих над проходами конструкцій, виступів на підлогах, засобів внутрішньоцехового транспорту, а також останніх сходинок затемнених сходів і загороджень небезпечних зон. Для підвищення помітності використовують чергування жовтих і чорних смуг, ширину яких обирають залежно від відстані сприйняття.

Зелений колір позначає безпеку руху, напрямки евакуації, місця розташування пунктів першої допомоги, аптечок та індивідуальних засобів захисту. Білим кольором маркують проходи і проїзди, синім — інформують про електробезпеку. Помаранчевий колір застосовують для фарбування рухомих деталей машин і механізмів, трансмісій, внутрішніх поверхонь загороджень, а також відкритих частин машин, що можуть становити небезпеку ураження електричним струмом. Цей колір також використовують у написах і знаках, які попереджають про небезпеку ушкодження очей, засліплення електрозварюванням та необхідність роботи в захисних окулярах.

Таким чином, технічна естетика та раціональне кольорове оформлення виробничого середовища є важливими чинниками підвищення ефективності праці, безпеки та збереження здоров'я працівників.

На підприємствах важливим елементом системи охорони праці є раціональне використання попереджувальних кольорів і знаків безпеки. Кількість застосованих попереджувальних кольорів повинна бути мінімальною, оскільки надмірна строкатість може дезорганізувати працівників, знижувати увагу та ускладнювати правильне сприйняття сигналів безпеки.

Знаки безпеки праці поділяються на чотири основні групи: вказівні, заборонні, попереджувальні та приписувальні. Кожна з них має чітко визначене функціональне призначення, форму та колірне оформлення, що забезпечує їх швидке розпізнавання у виробничому середовищі.

Вказівні знаки виконуються у вигляді синього прямокутника з білим полем, на якому розміщене символічне зображення об'єкта та зазначена відстань до нього. Такі знаки застосовують для позначення зон безпеки, місць розташування пунктів першої допомоги, аварійних виходів та інших важливих об'єктів, що забезпечують безпеку працівників.



Рисунок 4.1 - Знаки безпеки праці

Заборонні знаки мають форму червоного кола з білим полем усередині. На ньому символічно зображується дія або предмет, який забороняється, перекреслений червоною смугою. У деяких випадках символічне зображення може бути замінено пояснювальним написом чорного кольору на білому тлі в межах червоного кола. Ці знаки інформують працівників про дії, які суворо заборонені у даній зоні.

Попереджувальні знаки призначені для інформування про можливу небезпеку. Вони мають вигляд жовтого трикутника з вершиною донизу та чорною облямівкою. Усередині розміщується символічне зображення об'єкта небезпеки, зазвичай чорного кольору, а у випадках пожежної чи радіаційної небезпеки — червоного. Такі знаки попереджають про ризик пожежі, ураження електричним струмом, дію радіації, небезпеку зіткнення з транспортними засобами та інші загрози.

Приписувальні знаки виконуються у вигляді зеленого прямокутника з білим полем і символічним зображенням необхідних дій. Вони дозволяють виконання певних виробничих операцій лише за умови дотримання встановлених правил безпеки та обов'язкового використання засобів індивідуального захисту.

Для ефективного запам'ятовування та правильного сприйняття знаків безпеки їх необхідно постійно розміщувати і демонструвати у місцях найбільшого скупчення людей: у виробничих цехах, поблизу входів і виходів, у коридорах, побутових та допоміжних приміщеннях.

Важливу роль у забезпеченні належних умов праці відіграють також санітарно-побутові приміщення. До них належать гардероби, душові, умивальні, вбиральні, приміщення для обігрівання або охолодження працівників, а також приміщення для зберігання і видачі спецодягу. Склад і площі цих приміщень визначаються залежно від характеру виробничих процесів і чисельності працівників у найбільшій зміні.

Виробничі процеси залежно від характеру виконуваних робіт, умов праці та ступеня шкідливого впливу на організм людини поділяються на окремі групи. Такий поділ є необхідним для раціональної організації виробництва, забезпечення безпечних і здорових умов праці, а також для правильного проектування санітарно-побутових приміщень і вибору засобів індивідуального захисту.

Згідно з чинними будівельними та санітарними нормами, виробничі процеси класифікують з урахуванням наявності забруднень, виділення тепла, пилу, газів, вологи, а також рівня фізичного навантаження працівників. Виділяють кілька основних груп виробничих процесів.

До першої групи належать виробничі процеси, які не супроводжуються значними забрудненнями тіла і спецодягу працівників та не мають шкідливих виділень. Робота в таких умовах характеризується відносно сприятливим мікрокліматом і не потребує спеціальних санітарно-побутових заходів.

Друга група охоплює процеси, під час яких можливе забруднення рук або спецодягу, але без значного шкідливого впливу на організм людини. Для таких виробництв передбачають елементарні санітарно-побутові приміщення, зокрема умивальні та гардероби.

До третьої групи відносять виробничі процеси, пов'язані з виділенням пилу, вологи, тепла або шкідливих речовин, що можуть негативно впливати на

здоров'я працівників. У таких умовах обов'язковим є використання спецодягу, а також наявність душових і спеціальних приміщень для санітарної обробки.

Четверта група включає особливо шкідливі та важкі виробничі процеси, що супроводжуються інтенсивним забрудненням, дією токсичних речовин, високих температур або значними фізичними навантаженнями. Для цієї групи необхідно передбачати розширений комплекс санітарно-побутових приміщень, суворе дотримання вимог охорони праці та постійний медичний контроль.

Таким чином, поділ виробничих процесів на групи дає змогу диференційовано підходити до організації умов праці, забезпечення санітарно-побутового обслуговування та реалізації заходів з охорони праці, що в підсумку сприяє збереженню здоров'я працівників і підвищенню ефективності виробництва.

4.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях

Класифікація видів горіння

Горіння є складним фізико-хімічним екзотермічним процесом, який охоплює окисно-відновні перетворення речовин і матеріалів та супроводжується виділенням тепла, утворенням летких продуктів згоряння і, у більшості випадків, світловим випромінюванням. Саме ці ознаки дозволяють ідентифікувати процес горіння та відрізнити його від інших видів хімічних реакцій.

Для виникнення горіння необхідна одночасна наявність трьох основних чинників: горючої речовини, окисника та джерела запалювання. Горюча речовина і окисник повинні перебувати у певному співвідношенні, що забезпечує утворення горючої суміші. Джерело запалювання, у свою чергу, має володіти достатньою енергією та температурою для ініціювання реакції горіння. За відсутності хоча б одного з цих чинників процес горіння неможливий.

Горючу суміш прийнято називати горючим середовищем. Це таке середовище, яке здатне самостійно підтримувати процес горіння навіть після усунення джерела запалювання. Для повного згоряння необхідна достатня кількість кисню, що забезпечує повне перетворення горючої речовини в її

насичені оксиди. Якщо ж повітря або кисню недостатньо, відбувається неповне згоряння: окислюється лише частина горючої речовини, а решта піддається термічному розкладанню з виділенням значної кількості диму.

Неповне згоряння є особливо небезпечним, оскільки за таких умов утворюються токсичні продукти, серед яких найбільш поширеним є оксид вуглецю (CO). Цей безбарвний і без запаху газ становить серйозну загрозу для життя та здоров'я людей, оскільки може спричиняти гострі отруєння і навіть летальні наслідки.

Слід також враховувати, що горіння деяких речовин, зокрема ацетилену та оксиду етилену, можливе навіть за відсутності окисника. Це зумовлено їх здатністю під час розкладання виділяти значну кількість теплової енергії, що забезпечує підтримання процесу горіння.

Горіння залежно від умов перебігу та агрегатного стану речовин поділяють на гомогенне і гетерогенне. При гомогенному горінні речовини, що беруть участь у реакції окиснення, перебувають в однаковому агрегатному стані — газоподібному або пароподібному. У таких умовах процес відбувається рівномірно в об'ємі горючої суміші без наявної межі поділу фаз.

Якщо ж вихідні речовини знаходяться в різних агрегатних станах і в горючій системі існує межа поділу фаз, таке горіння називають гетерогенним. Саме гетерогенне горіння є характерним для більшості пожеж, оскільки у реальних умовах найчастіше взаємодіють тверді або рідкі горючі речовини з газоподібним окисником — повітрям.

Незалежно від виду горіння, у всіх випадках розрізняють три основні стадії процесу: виникнення, поширення та згасання полум'я. До загальних властивостей горіння належить здатність осередку полум'я переміщуватися всією горючою сумішшю. Це відбувається шляхом передачі тепла або внаслідок дифузії активних частинок із зони горіння у свіжу суміш. Відповідно до цього розрізняють тепловий і дифузійний механізми поширення полум'я, а на практиці горіння найчастіше відбувається за комбінованим теплодифузійним механізмом.

За швидкістю поширення полум'я горіння поділяють на кілька видів. Кінетичне (вибухове) горіння є надзвичайно швидким хімічним перетворенням, що супроводжується інтенсивним виділенням енергії та утворенням стиснутих газів, здатних виконувати значну механічну роботу. Саме ця робота призводить до руйнувань, характерних для вибухів, унаслідок виникнення ударної хвилі — раптового стрибкоподібного зростання тиску. При цьому швидкість поширення полум'я може досягати сотень метрів за секунду.

Дефлаграційне горіння також належить до кінетичних процесів, однак швидкість поширення полум'я при ньому не перевищує швидкості звуку і зазвичай становить кілька метрів за секунду. Детонаційне горіння, навпаки, характеризується надзвуковою швидкістю поширення полум'я, яка може сягати кількох тисяч метрів за секунду. Виникнення детонації пояснюється стисненням, нагріванням і переміщенням незгорілої суміші перед фронтом полум'я. Це призводить до різкого прискорення процесу горіння та утворення ударної хвилі, за допомогою якої здійснюється передача теплоти в суміші.

За походженням і зовнішніми ознаками розрізняють кілька форм горіння. Спалах — це короткочасне полуменеве горіння, яке не супроводжується утворенням ударної хвилі. Загоряння виникає під впливом зовнішнього джерела запалювання, а займання є різновидом загоряння, що супроводжується появою полум'я. Самозагоряння відбувається внаслідок самонагрівання речовини без зовнішнього джерела запалювання, тоді як самозаймання — це самонагрівання, що призводить до появи полум'я. Окремою формою є тління — горіння без видимого світлового випромінювання, яке, як правило, виявляється за появою диму.

Таким чином, різноманіття видів, механізмів і форм горіння зумовлює необхідність їх глибокого вивчення для правильного прогнозування пожежної небезпеки та розроблення ефективних заходів пожежної безпеки.

Розвиток пожежі у звичайному приміщенні відбувається послідовно і проходить кілька характерних етапів, кожен з яких має свої особливості перебігу, тривалість та рівень небезпеки.

Перший етап пожежі полягає у перетворенні загоряння в пожежу. Його тривалість зазвичай становить від 1 до 3 хвилин. На цьому етапі джерело вогню ще має обмежені розміри, температура відносно невисока, а поширення полум'я відбувається повільно. Саме в цей період пожежу найлегше ліквідувати первинними засобами пожежогасіння.

Другий етап характеризується зростанням зони горіння і триває приблизно 5–6 хвилин. Вогонь поступово охоплює все більшу площу, збільшується тепловиділення та кількість продуктів горіння. Пожежа ще поширюється переважно лінійно, тобто від одного горючого елемента до іншого.

На третьому етапі пожежа переходить у бурхливий процес горіння. Температура всередині приміщення досягає 250–300 °С, починається об'ємний розвиток пожежі, коли полум'я заповнює практично весь об'єм приміщення. Поширення вогню відбувається вже не лише по поверхнях, а й дистанційно — через розриви та нагріті гази. На цьому етапі відбувається руйнування застосування. Тривалість третього етапу становить 6–9 хвилин.

Четвертий етап пов'язаний із руйнуванням застосування, унаслідок чого до приміщення надходить значна кількість свіжого повітря. Це різко інтенсифікує горіння. Температура всередині приміщення стрімко зростає з 500–600 °С до 800–900 °С, а швидкість вигорання досягає максимальних значень. Тривалість цього етапу становить приблизно 9–12 хвилин від початку пожежі.

П'ятий етап характеризується стабілізацією пожежі, яка настає через 20–25 хвилин від початку горіння. На цьому етапі інтенсивність процесу залишається високою, однак подальшого різкого зростання температури та площі горіння вже не спостерігається.

Шостий етап — це зниження інтенсивності горіння, яке відбувається внаслідок вигорання основної маси горючих матеріалів або дії сил і засобів пожежогасіння.

Слід зазначити, що протягом перших двох етапів пожежі відбувається лінійне поширення вогню. Саме тому надзвичайно важливо у цей період

своєчасно викликати пожежні підрозділи та вжити заходів щодо гасіння пожежі до початку етапу її бурхливого розвитку.

Активна ділянка пожежі включає чотири основні зони, які перебувають у постійному динамічному русі та можуть перекривати одна одну. Зона горіння — це частина простору, у якій безпосередньо відбувається процес горіння. Вона може бути обмежена огорожувальними конструкціями будівель, споруд, приміщень або стінками технологічного обладнання.

Зона теплового впливу прилягає до зони горіння і характеризується інтенсивним тепловим обміном між осередком пожежі, навколишнім середовищем, конструкціями та матеріалами. Межі цієї зони визначаються гранично допустимими значеннями температур і теплових потоків для людини, будівельних конструкцій і горючих матеріалів. Передача теплоти здійснюється шляхом конвекції, теплового випромінювання та теплопровідності.

Зона задимлення — це простір, суміжний із зоною горіння, у якому відбувається поширення продуктів згоряння. Дим значно знижує видимість, ускладнює евакуацію та становить серйозну небезпеку для людей.

Зона токсичності являє собою об'єм простору, заповнений димовими газами, що містять токсичні продукти горіння в концентраціях, небезпечних для життя і здоров'я людини. Саме ця зона є однією з найнебезпечніших під час пожежі, оскільки отруєння продуктами згоряння часто стає основною причиною загибелі людей.

ВИСНОВКИ

Гарбузовий протеїн є перспективним, поживно цінним та функціональним інгредієнтом, який може розглядатися як альтернатива традиційним білковим добавкам у хлібопекарській промисловості. Завдяки своїм технологічним і біологічним властивостям він є доцільним для використання у виробництві спеціалізованих хлібобулочних виробів, зокрема продукції лікувально-профілактичного призначення та виробів з підвищеною харчовою цінністю.

Гарбузовий протеїн характеризується високим вмістом повноцінного рослинного білка, що містить необхідні амінокислоти, а також харчові волокна, мінеральні речовини (магній, цинк, залізо) та біологічно активні сполуки, які позитивно впливають на функціонування організму та сприяють покращенню харчового статусу споживачів.

У ході експериментальних досліджень були проведені пробні випікання хлібобулочних виробів із додаванням гарбузового протеїну та здійснено комплексну оцінку їх якості. Встановлено, що внесення 5–15 % гарбузового протеїну до маси пшеничного борошна сприяє підвищенню харчової цінності виробів, покращенню структурно-механічних властивостей тіста, формуванню рівномірної пористості м'якуша та стабільності форми готових виробів у процесі випікання. Легкий гарбузовий присмак і характерний аромат гарбузового протеїну надають хлібу привабливих органолептичних властивостей.

Результати досліджень мають практичне значення і можуть бути використані при розробленні нових видів пшеничного хліба функціонального призначення, спрямованих на підвищення харчової цінності продукції та задоволення потреб споживачів у якісних і корисних хлібобулочних výroбах.

Таким чином, з урахуванням комплексу харчових, технологічних та органолептичних переваг, гарбузовий протеїн є доцільним і перспективним інгредієнтом для використання у рецептурах хлібобулочних виробів функціонального призначення.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Valorization of Pumpkin Seed Flour in Biscuit Production: Nutritional Enhancement and Sensory Acceptability URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/17/22/10103> URL: (дата звернення 11.08.2025)
2. Patel, D.; Rao, M.; Kumar, A. Valorization of agro-industrial by-products in bakery systems: A circular bioeconomy perspective. *Sustainability* 2024, 16, 985
3. The Influence of the Technological Process on Improving the Acceptability of Bread Enriched with Pea Protein, Hemp and Sea Buckthorn Press Cake
URL: <https://www.mdpi.com/2304-8158/11/22/3667> (дата звернення 13.08.2025)
4. Schmieie, M.; Ferrari Felisberto, M.H.; Silva Clerici, M.T.P.; Chang, Y.K. Mixolab™ for rheological evaluation of wheat flour partially replaced by soy protein hydrolysate and fructooligosaccharides for bread production. *LWT Food Sci. Technol.* 2017, 76, 259–269.
5. Korus, J.; Witczak, M.; Ziobro, R.; Juszczak, L. Hemp (*Cannabis sativa* subsp. *sativa*) flour and protein preparation as natural nutrients and structure forming agents in starch based gluten free bread. *LWT Food Sci. Technol.* 2017, 84, 143–150.
6. Influence of Chemical Properties of Wheat-Lupine Flour Blends on Cake Quality URL: <https://pubs.sciepub.com/ajfst/2/2/4/index.html> (дата звернення 15.08.2025)
7. Roy F, Boye JI, Simpson BK: Bioactive proteins and peptides in pulse crops: Pea, chickpea and lentil. *Food Research International* 2010; 43:4 32-442.
8. Iqbal A, Khalil IA, Ateeq N, Khan MS: Nutritional quality of important food legumes. *Food Chemistry* 2006; 97: 331-335.
9. Rochfort S, Panozzo J: Phytochemicals for Health, the Role of Pulses. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2007; 55: 7981-7994.

10. Tosh SM, Yada S: Dietary fibres in pulse seeds and fractions: Characterization, functional attributes, and applications. *Food Research International* 2010; 43: 450-460.

11. Incorporation of Protein Alternatives in Bakery Products: Biological Value and Techno-Functional Properties URL: <https://www.mdpi.com/2076-3417/15/20/11279> (дата звернення 19.08.2025)

12. Granato, D.; Barba, F.J.; Bursać Kovačević, D.; Lorenzo, J.M.; Cruz, A.G.; Putnik, P. Functional foods: Product development, technological trends, efficacy testing, and safety. *Annu. Rev. Food Sci. Technol.* 2019, 10, 541–563.

13. Ponte, L.G.S.; Ribeiro, S.F.; Pereira, J.C.V.; Antunes, A.E.C.; Bezerra, R.M.N.; da Cunha, D.T. Consumer perceptions of functional foods: A scoping review focusing on non-processed foods. *Food Rev. Int.* 2025, 41, 1738–1756.

14. Skendi, A.; Papageorgiou, M.; Varzakas, T. High protein substitutes for gluten in gluten-free bread. *Foods* 2021, 10, 1997.

15. Hajzer, Z.E.; Alibrahem, W.; Kharrat Helu, N.; Oláh, C.; Prokisch, J. Functional foods in clinical trials and future research directions. *Foods* 2025, 14, 2675.

16. Wheat-yellow pumpkin composite flour: Physico-functional, rheological, antioxidant potential and quality properties of pan and flat bread URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1319562X22001164> (дата звернення 20.08.2025)

17. Influence of selected hydrocolloids on the rheological, functional, and textural properties of wheat-pumpkin flour bread URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jfpp.14777> (дата звернення 20.08.2025)

18. BATISTA, Jaqueline Eduarda Rodrigues, et al. "Partial replacement of wheat flour by pumpkin seed flour in the production of cupcakes filled with carob." *Food Science and Technology* 38.2 (2018): 250-254.

19. Costa, L. L., et al. "Physicochemical and rheological characterization of pan bread made with pumpkin seed flour." *International Food Research Journal* 25.4 (2018).

20. Jukić, Marko, et al. "Quality evaluation of biscuits produced from composite blends of pumpkin seed oil press cake and wheat flour." *International journal of food science and technology* 54.3 (2019): 602-609.

21. Pumpkin seeds; an alternate and sustainable source of bioactive compounds and nutritional food formulations URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0889157524009888> (дата звернення 21.08.2025)

22. The potential of pumpkin seeds as a functional food ingredient: A review URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468227620303136> (дата звернення 22.08.2025)

23. Organic Unroasted Pumpkin Protein in Gluten-Free Baked Goods URL: <https://austradeinc.com/organic-unroasted-pumpkin-protein/> (дата звернення 22.08.2025)

24. Exploring the potential of pumpkin seed spread: Sensory and instrumental evaluation in relation to consumer preferences URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0889157525012670> (дата звернення 22.08.2025)

25. Singh, A.; Kumar, V. Pumpkin seeds as nutraceutical and functional food ingredient for future: A review. *Grain Oil Sci. Technol.* 2024, 7, 12–29.

26. Rezig, L.; Chibani, F.; Chouaibi, M.; Dalgalarondo, M.; Hessini, K.; Guéguen, J.; Hamdi, S. Pumpkin (*Cucurbita maxima*) seed proteins: Sequential extraction processing and fraction characterization. *J. Agric. Food Chem.* 2013, 61, 7715–7721.

27. Sá, A.G.A.; Pacheco, M.T.B.; Moreno, Y.M.F.; Carciofi, B.A.M. Processing effects on the protein quality and functional properties of cold-pressed pumpkin seed meal. *Food Res. Int.* 2023, 169, 112876.

28. Tomić, J.; Škrobot, D.; Popović, L.; Dapčević-Hadnađev, T.; Čakarević, J.; Maravić, N.; Hadnađev, M. Gluten-Free Crackers Based on Chickpea and Pumpkin Seed Press Cake Flour: Nutritional, Functional and Sensory Properties. *Food Technol. Biotechnol.* 2022, 60, 488–498.

29. Nourmohammadi, E.; SadeghiMahoonak, A.; Alami, M.; Ghorbani, M. Amino acid composition and antioxidative properties of hydrolysed pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) oil cake protein. *Int. J. Food Prop.* 2017, 20, 3244–3255.
30. Ramondo, A.; Marulo, S.; Sorrentino, A.; Masi, P.; Di Pierro, P. Modification of Physicochemical and Functional Properties of Pumpkin Seeds Protein Isolate (PsPI) by High-Intensity Ultrasound: Effect of Treatment Time. *ACS Food Sci. Technol.* 2024, 4, 40–48.
31. Загальна технологія харчових виробництв / А.А. Дубініна, Ю.М. Хацкевич, Т.М. Попова, С.О. Ленерт. – Харків: ХДУХТ, 2016. – 497 с.
32. Домарецький В. А., Остапчук М. В., Українець А. І. Технологія харчових продуктів. – Київ: НУХТ, 2003. – 570 с.
33. Дробот В.І. Технологія хлібопекарського виробництва: підручник/ В.І.Дробот.-2-ге вид., доповнене та перероблене. – Київ. Видавництво ПрофКнига, 2024. – 516
34. Дробот В. І. Довідник інженера-технолога хлібопекарного виробництва./ В. І. Дробот Київ: Урожай, 2024. 580 с.
35. Дробот В. І. Технологічні розрахунки у хлібопекарському виробництві: Навчально-методичний посібник. / В. І. Дробот – Київ. Кондор, 2016. 330 с.
36. ДСТУ 46.004-99 Борошно пшеничне. Технічні умови. Чинний від 20- 07- 1999. К.: Галузевий стандарт України, 1999. 13 с.
37. ДСТУ 3583:2015. Сіль кухонна. Загальні технічні умови. К. – Держспоживстандарт України, 2015. 18 с. (Національний стандарт України).
38. ДСТУ 4623:2023 Цукор. Технічні умови. Чинний від 01-11-2023. К.: Держспоживстандарт України, 2018. 20 с. (Національний стандарт України).
39. ДСТУ 4812:2007 Дріжджі хлібопекарські пресовані. Технічні умови. Чинний від 30-07-2007. К. – Держспоживстандарт України, 2007. 13 с.
40. ДСТУ 7515:2014 Сироватка молочна. Загальні технічні умови. К. – Держспоживстандарт України, 2015. 18 с.
41. Технологічне обладнання хлібопекарських і макаронних виробництв./ Лісовенко О. Київ. Наукова думка, 2010. 287с.

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

43. 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.

44. Кузик В.М., Кравченко Х. Ю., Криськова Л. П. Збільшення споживання білка за рахунок додавання гарбузового протеїну у хлібобулочні вироби // Матеріали VIII Міжнародної науково-технічної конференції „Стан і перспективи харчової науки та промисловості“ присвяченої 30-річчю заснування кафедри харчової біотехнології і хімії ТНТУ імені Івана Пулюя, Тернопіль, 25 – 26 вересня 2025 р. 2025. С. 84.

45. А. О. Шевченко (2023). Вплив концентрату гарбузового протеїну в поєднанні з фосфоліпідами на якість і харчову цінність пшеничного хліба. Наукові праці НУХТ, 29(5), 157—165. DOI: 10.24263/2225-2924 2023-29-5-15

46. Шевченко Анастасія. Вплив концентрату гарбузового протеїну на технологічний процес виготовлення пшеничного хліба. International Science Journal of Engineering & Agriculture. Vol. 2, No. 6, 2023, pp. 92-99.

47. Шевченко А.О. Науково-практичні засади стабілізації фізіологічної цінності хлібобулочних виробів для спеціального дієтичного споживання. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

48. Бойдуник Р.М. Поліпшення споживних властивостей тортів на вафельній основі з використанням нетрадиційної сировини. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

49. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці / В.Ц. Жидецький, В.С. Джигирей, О.В. Мельников. – Львів: Афіша, 2000. – 350 с.

50. Основи охорони праці / Під ред. К.Н. Ткачука, Н.О. Халімовського. – К.: Основа, 2006. – 448 с

51. Стручок В.С. Безпека в надзвичайних ситуаціях. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та

заочної (дистанційної) форм навчання / В.С.Стручок. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. – 156 с. <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/39196>.

52. Навчальний український посібник з темами, питаннями самоконтролю та новим законодавством у сфері охорони праці.
URL: <https://dspace.onua.edu.ua/items/e8729ab3-3947-4047-abd2-5c25b1b00971>

53. Повний підручник з нормативними актами, організаційними питаннями і безпекою праці для майбутніх фахівців.
URL: <https://vpu29.rv.ua/wp-content/uploads/2025/02/Okhorona-pratsi-Odarchenko-M.S.pdf>

54. Посібник з охорони праці, де висвітлені система управління безпекою праці, технічна і пожежна безпека та практичні приклади.
URL: https://library.udpu.edu.ua/library_files/409594.pdf

55. Курс лекцій «Безпека в галузі та надзвичайних ситуаціях» URL: https://reposit.nupp.edu.ua/bitstream/PoltNTU/3638/1/Курс_лекцій_БвГтаНС.pdf
— навчальний матеріал, що висвітлює сутність пожеж, види горіння та питання пожежної безпеки в НС.

56. Пожежна безпека та цивільний захист — практичний poradnik
URL: <https://decide.in.ua/wp-content/uploads/2022/12/poradnik-pozhezhna-bezpeka-ta-czyvilnyj-zahyst.pdf> — рекомендації зі запобігання пожежам та заходи захисту

57. Технохімічний контроль виробництва харчової продукції — курс лекцій (Л. О. Стріха) — український навчальний матеріал з технохімічного контролю процесів виробництва: аналіз сировини та готової продукції.
URL: <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/12047/1/striha-tehnohikontrol-virob-harch-prom-kurs-lekcij.pdf>

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
ТНТУ імені Івана Пулюя

Тези доповідей

25 – 26 вересня 2025 р.

Тернопіль

*III Міжнародна науково-технічна конференція «Стан і перспективи харчової науки та промисловості»
присвячена 30-річчю заснування кафедри харчової біотехнології і хімії ННУ імені Івана Пулюя*

Коковський О.В.	30
ЙОШТА ЯК ДЖЕРЕЛО БІОАКТИВНИХ РЕЧОВИН ДЛЯ ЗБАГАЧЕННЯ КИСЛОМОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ	
Кузик В.М., Кравченко Х.Ю., Криськова Л.П.	31
ЗБІЛЬШЕННЯ СПОЖИВАННЯ БІЛКА ЗА РАХУНОК ДОДАВАННЯ ГАРБУЗОВОГО ПРОТЕЇНУ У ХЛІБОБУЛОЧНІ ВИРОБИ	
Куманська Н.А., Криськова Л.П.	32
ДОСЛІДЖЕННЯ БІОЛОГІЧНОЇ ЦІННОСТІ ХЛІБА “МІНЕРАЛЬНОГО” ЗІ ПШЕНИЧНИМ, ГРЕЧАНИМ ТА ГАРБУЗОВИМ БОРОШНОМ	
Лялик А.Т., Сцібайло Р.О.	33
ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ДИКОРΟΣЛОЇ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ В ТЕХНОЛОГІЇ ПШЕНИЧНОГО ХЛІБА	
Масняк І.В.	34
ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНИХ АНТИОКСИДАНТІВ У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА МАСЛА	
Пасічний В.М., Шубіна Є.А.	35
ПЕРСПЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ СИРОВИНИ У ВИРОБНИЦТВІ М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ	
Пік В.А.	37
ПОКРАЩЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПШЕНИЧНОГО ХЛІБА ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЗИМІВ	
Полевий М.І., Салата В.З.	38
ІНГРЕДІЄНТИ ДЛЯ ЗБАГАЧЕННЯ М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ ПОЛІНЕНАСИЧЕНИМИ ЖИРНИМИ КИСЛОТАМИ	
Сідоров А.М.	39
ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ПІДКИСЛЮВАЧІВ У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ: ПЕРСПЕКТИВНІ ІНГРЕДІЄНТИ	
Солодков І.І.	40
ПЕРСПЕКТИВНІСТЬ ДОДАВАННЯ СОЄВОГО ТА ГОРОХОВОГО БОРОШНА ДО ПШЕНИЧНОГО У ТЕХНОЛОГІЇ ХЛІБА	
Стасюк М.В., Крупа О.М.	41
МОРОЗИВО ІЗ ЕКСТРАКТОМ РОДІОЛИ	
Стецишин Ю.Б.	42
ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ХАРЧОВІЙ ХІМІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ: ВІД АНАЛІТИКИ ДО БЕЗПЕКИ Й РОЗРОБКИ ПРОДУКТІВ	

III Міжнародна науково-технічна конференція «Стан і перспективи харчової науки та промисловості» присвячена 30-річчю актування харчової промисловості України ТНУ імені Івана Пулюя

УДК 664.6

В. М. Кузик, студент; Х. Ю. Кравченко, к.т.н., ст. викладач; Л. П. Криськова, асистент

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ЗБІЛЬШЕННЯ СПОЖИВАННЯ БІЛКА ЗА РАХУНОК ДОДАВАННЯ ГАРБУЗОВОГО ПРОТЕЇНУ У ХЛІБОБУЛОЧНІ ВИРОБИ

**V. Kuzyk; K. Kravcheniuk, Ph.D.; L.P. Kryskova
INCREASING PROTEIN CONSUMPTION BY ADDING
PUMPKIN PROTEIN TO BAKED PRODUCTS**

На сьогодні введення біоактивних речовин, отриманих з овочів, до борошняних виробів є однією з важливих подій у реформуванні харчових продуктів. Одним з таких овочів є гарбуз, що належить до групи здорових продуктів, багатих на фенольні сполуки, харчові волокна, каротиноїди, вітаміни та високий вміст бета-каротину.

Характеристики гарбуза, такі як привабливий колір, низька собівартість виробництва, харчовий потенціал та функціональні властивості, викликали зацікавленість у науковців та дієтологів завдяки його інноваційному застосуванню в харчових продуктах [1, 2].

Кілька досліджень показали, що використання гарбузового борошна має помітний вплив на фізичні та хімічні характеристики пшеничного борошна. Було виявлено, що гарбузове борошно покращує гідратаційні властивості тіста. Такі зміни пов'язані з унікальним складом гарбузового борошна, в якому високий вміст харчових волокон та різні групи фітохімічних речовин. Тому використання гарбузового борошна не тільки змінює харчові та функціональні властивості борошна, але й покращує органолептичні та функціональні характеристики [1, 2, 3].

В свою чергу, гарбузовий протеїн – це концентрований продукт із високим вмістом білка, призначений для людей, що прагнуть збільшити його споживання, тоді як гарбузове борошно містить цілісне насіння, багате на клітковину, вітаміни та мінерали, але з нижчим вмістом протеїну.

Таким чином, гарбузове борошно та гарбузовий протеїн мають багатогранні можливості для покращення функціональних, харчових та сенсорних властивостей хлібобулочних виробів. Тому необхідні подальші дослідження для оптимізації рецептур.

Це дозволить розширення асортименту хлібобулочних виробів, підвищити їх харчову цінність та функціональні властивості. Крім того, такий хліб відрізняється підвищеною біологічною цінністю та може розглядатися як функціональний продукт.

Література

1. The Addition of Pumpkin Flour Impacts the Functional and Bioactive Properties of Soft Wheat Composite Flour Blends URL: <https://www.mdpi.com/2304-8158/14/2/243> (дата звернення 10.09.2025).
2. Hussain, A.; Kausar, T.; Din, A.; Murtaza, M.A.; Jamil, M.A.; Iqbal, M.A.; Majeed, M.A.; Rafique, A.; Iftikhar, A.; Noreen, S.; et al. Production, characterization, food application and biological study of powder of pumpkin (*Cucurbita maxima*) parts (peel, flesh and seeds). *Pure Appl. Biol.* 2023, 12, 48–60.
3. Anitha, S.; Hn, R.; Ashwini, A. Effect of mixing pumpkin powder with wheat flour on physical, nutritional and sensory characteristics of cookies. *Int. J. Chem. Stud.* 2020, 8, 1030–1035.

Блок-схема досліджень

