

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:

Використання нетрадиційного борошна

у виробництві безглютенових виробів

із впровадженням розробки у хлібопекарське виробництво

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

181 Харчові технології

(шифр і назва спеціальності)

Божик Л.І.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Лялик А.Т.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Кухтин М.Д.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

Кухтин М.Д.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Пилипець О.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

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

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

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

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 181 «Харчові технології»
(шифр і назва спеціальності)

студенту Божик Лілії Іванівні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Використання нетрадиційного борошна у виробництві безглютенових виробів із впровадженням розробки у хлібопекарське виробництво

Керівник роботи Лялик Анастасія Тарасівна, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

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

2. Термін подання студентом завершеної роботи 15 грудня 2025 року

3. Вихідні дані до роботи

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

Вступ.

Науково-дослідна частина.

Техніко-економічне обґрунтування.

Проектно-технологічна частина.

Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (формат А1)

Апаратурно-технологічна схема виробництва з елементами ТХК і МБК.

План виробничого цеху (М1:100).

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

Аркуші науково-дослідної роботи

6. Консультанти розділів роботи

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

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

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

Студент

(підпис)

Божик Л.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Лялик А.Т.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Нетрадиційні види борошна стають перспективною альтернативою у виробництві безглютенової хлібобулочної продукції, оскільки дозволяють компенсувати відсутність клейковини – білкової фракції пшениці, жита, вівса, ячменю та їх гібридів, що забезпечує структуру та еластичність тіста. Зростання кількості споживачів, які не переносять глютен, а також посилений інтерес до «здорової» їжі сприяли активному розвитку ринку безглютенових виробів. В даному випадку використання альтернативного борошна та новітніх технологічних підходів до переробки традиційної сировини має важливе практичне значення. Дослідження зосереджене на заміні глютену борошном із бобових культур та борошна кіноа з метою забезпечення стабільності та пластичності тіста, покращення його структурно-механічних властивостей, підвищення харчової та сенсорної якості готової продукції. Результати кваліфікаційної роботи магістра спрямовані на розширення можливостей виробництва безглютенових хлібобулочних виробів у свіжому, стабільному та конкурентоспроможному вигляді, а також на впровадження отриманих технологічних рішень у хлібопекарську промисловість.

Ключові слова: безбілковий та безглютеновий хліб, борошно кіноа, рисове борошно, БАР, сенсорний аналіз.

ANOTATION

Non-traditional types of flour are considered a promising alternative in the production of gluten-free bakery products, as they make it possible to partially or completely compensate for the absence of gluten – the protein fraction of cereal crops such as wheat, rye, oats, barley, and their hybrids, which plays a key role in forming the structure and elasticity of dough. The increasing number of consumers with gluten intolerance, along with the growing interest in healthy eating, has led to the rapid development of the gluten-free products market.

In this context, the use of alternative flours and the implementation of modern technological approaches to the processing of traditional raw materials are of significant practical importance. The research focuses on replacing gluten with legume flours and quinoa flour in order to ensure dough stability and plasticity, improve its structural and mechanical properties, and enhance the nutritional and sensory quality of finished products.

The results of this master's qualification work are aimed at expanding the technological possibilities for producing gluten-free bakery products with stable quality characteristics, improved consumer value, and competitiveness, as well as at implementing the developed technological solutions in the bakery industry.

Keywords: protein-free and gluten-free bread, quinoa flour, toast flour, BAR, sensory analysis.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА.....	10
1.1 Аналітичний огляд літературних джерел	10
1.1.1 Виробництво безглютенових хлібобулочних виробів у сучасному світі...	10
1.1.2 Різновиди безглютенового борошна: типи, склад та походження.....	12
1.1.3 Кіноа та продукти її переробки, як перспективна сировина для хлібопекарської промисловості	16
1.1.4 Патентний пошук	20
1.2 Мета, об'єкт, предмет та методи досліджень.....	22
1.3 Результати досліджень.....	24
1.3.1 Особливості використання та харчова цінність борошна із білого та чорного кіноа	24
1.3.2 Особливості використання та харчова цінність борошна із рису бурого ..	27
1.3.3 Підготовка сировини до методу пробного випікання	28
1.3.4 Дослідження якісних характеристик готових виробів	32
РОЗДІЛ 2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	38
РОЗДІЛ 3 ПРОЄКТНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	41
3.1 Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту.....	41
3.1.1 Вихідні дані.....	41
3.1.2 Розрахунок продуктивності печей.....	43
3.1.3 Розрахунок пофазних рецептур	45
3.1.4 Розрахунок виходу виробів	49
3.1.5 Розрахунок виробничих рецептур і вибір технологічних параметрів.....	54
3.2 Вибір та обґрунтування технологічних процесів і режимів виробництва	58
3.2.1 Вимоги до сировини використовуваної для виробництва запроєктованого асортименту	58
3.2.2 Обґрунтування та опис технології запроєктованого асортименту	59

3.2.3 Організація технохімічного і мікробіологічного контролю запроєктованого асортименту.	60
3.3 Забезпечення технологічного процесу виробництва запроєктованого асортименту	62
3.3.1 Розрахунок витрат сировини і площ для її зберігання	62
3.3.2 Розрахунок і вибір технологічного обладнання.....	66
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	71
4.1 Охорона праці	71
4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях	73
ВИСНОВКИ.....	76
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	78
ДОДАТКИ.....	84

ВСТУП

Хліб і хлібобулочні вироби належать до базових продуктів щоденного раціону, однак у контексті безглютенового харчування їх виробництво супроводжується низкою технологічних труднощів, зокрема скороченням терміном зберігання та необхідністю повноцінної заміни глютену, який відіграє ключову роль у формуванні структури тіста. У зв'язку з цим у технологіях безглютенових виробів дедалі ширше застосовують безглютенові зернові та псевдозернові культури, а також продукти переробки бобових, насіння й горіхів.

Сучасні тенденції у сфері харчування характеризуються зростанням зацікавленості споживачів у продуктах підвищеної харчової та біологічної цінності. Актуальність розробки здорових харчових продуктів зумовлена як збільшенням кількості осіб, хворих на целиацію, так і поширенням нецелиакійної чутливості до глютену, а також зростанням групи споживачів, які свідомо обмежують споживання глютену з міркувань способу життя. Незважаючи на поступове розширення ринку безглютенової продукції, її асортимент залишається обмеженим, а доступність – недостатньою, що часто поєднується з незадовільними органолептичними показниками та високою вартістю продукції. Це негативно впливає на рівень споживчої прихильності та загальну задоволеність.

У зв'язку з цим під час розроблення безглютенових харчових виробів необхідно повністю виключати сировину, що містить глютен, раціонально добирати альтернативні інгредієнти, забезпечувати належні сенсорні властивості та високу поживну цінність продукції. Важливим є також дотримання рекомендованих норм харчування, урахування економічної доцільності виробництва та відповідність міжнародним рекомендаціям, зокрема вимогам Всесвітньої організації охорони здоров'я.

Актуальність теми: різноманітність сировини, яка використовується у виробництві безглютенових хлібобулочних виробів, впливає на органолептичні

характеристики хліба, а також на його технологічні та поживні властивості, тому виробництво інноваційних рецептур є доволі актуальною темою на сьогодні.

Метою даної роботи є виробництво удосконаленої рецептури безглютенового хліба покращеної якості з використанням нетрадиційних видів борошна.

Наукова новизна: полягає у комплексній заміні традиційного картопляного крохмалю борошном із білого та чорного кіноа, що дозволяє одночасно вирішити проблему низької харчової цінності безглютенових виробів, покращити їхні структурно-механічні характеристики та розширити функціональні властивості готової продукції.

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

Кваліфікаційна робота на тему: Використання нетрадиційного борошна у виробництві безглютенових виробів із впровадженням розробки у хлібопекарське виробництво у своєму складі має 4 розділи, також перелік інформаційних джерел – 60 позицій, листи графічної частини та додатки. Загальний обсяг роботи 95 сторінок, в яких для розрахунків застосовано 57 формул, а також представлено 19 таблиць та 20 рисунків.

РОЗДІЛ 1 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

1.1 Аналітичний огляд літературних джерел

1.1.1 Виробництво безглютенових хлібобулочних виробів у сучасному світі

Виробництво безглютенових хлібобулочних виробів у сучасному харчовому виробництві набуває виняткового стратегічного значення, що зумовлено як технологічними, так і соціально-економічними факторами. Безглютенова продукція перестала бути вузькоспеціалізованою сферою, орієнтованою виключно на людей із целиакією чи непереносимістю глютену. У XXI столітті вона перетворилася на повноцінний сегмент індустрії здорового харчування, демонструючи стабільне зростання попиту у більшості країн світу. Зміна харчових звичок, посилення уваги до раціону, рекомендації дієтологів і вплив глобальних тенденцій здорового способу життя призвели до того, що безглютеновий хліб став конкурентоспроможним продуктом навіть серед споживачів без клінічних показань до його вживання [1].

Однією з ключових проблем розвитку цієї галузі є відсутність глютену – складної білкової структури, що забезпечує еластичність клейковинного каркаса в традиційному тісті. Саме клейковина відповідає за формування газоутримуючої здатності, стабільність пористої структури, об'єм і пружність готового виробу. У безглютеновому тісті ці властивості мають бути відтворені іншими засобами – за допомогою харчових волокон, білкових концентратів, ферментних препаратів і функціональних добавок. Такі технологічні рішення дозволяють частково або повністю компенсувати природні властивості глютену, що є важливим для формування конкурентної якості готових хлібобулочних виробів [1, 2].

Суттєву роль відіграє також вибір альтернативних видів борошна. У сучасній практиці перевага надається борошну з рису, кукурудзи, сорго, гречки, амаранту, кіноа, нуту та інших бобових культур. Зростає інтерес до використання борошна з псевдозернових культур, які не лише не містять глютену, але й мають

підвищену харчову цінність, зокрема високу частку повноцінного білка, харчових волокон, мікроелементів та антиоксидантів. Такий підхід відповідає сучасним запитам ринку та сприяє створенню продукції не лише безпечної, але й функціонально цінної.

Разом із тим використання нетрадиційного борошна ставить перед виробником нові виклики. Відмінності у хімічному складі та функціонально-технологічних властивостях сировини впливають на реологічні характеристики тіста. Розробка безглютенового хліба вимагає ретельного підбору рецептурних компонентів і багаторівневого коригування технологічних параметрів: температури замішування, інтенсивності механічного впливу, тривалості бродіння, режимів випікання та охолодження. У зв'язку з цим виробники застосовують методи математичного моделювання рецептур, технології активізації структуроутворювачів, а також комплексні стабілізаційні системи [2].

Розвиток ринку безглютенової продукції також пов'язаний зі змінами у споживчій поведінці. Пандемія COVID-19 стала каталізатором зростання попиту на продукти, які асоціюються зі зміцненням імунітету, безпечністю та натуральністю. Споживачі дедалі частіше обирають продукцію з мінімальним ступенем переробки, натуральними добавками та підвищеною харчовою цінністю. У цьому контексті безглютеновий хліб, виготовлений на основі борошна з бобових чи псевдозернових культур, набуває статусу функціонального продукту [3].

Отже, виробництво безглютенових хлібобулочних виробів у сучасному світі є важливою темою досліджень та майбутнього. Інноваційні підходи до формування структури тіста, використання функціональних видів борошна та розробка нових стабілізаційних систем створюють умови для виробництва продукції, що відповідає зростаючим запитам споживачів. Розширення наукових досліджень у цьому напрямі та впровадження технологічних новацій у промислове виробництво дозволяють очікувати подальшого розвитку ринку безглютенового хліба, підвищення його якості та доступності [3, 4].

1.1.2 Різновиди безглютенового борошна: типи, склад та походження

Безглютенове борошно є групою харчових продуктів, отриманих шляхом подрібнення зерен, насіння, коренів, бобових або горіхів, що природно не містять глютен – білкового комплексу, характерного для пшениці, жита, ячменю та споріднених злаків. Така сировина необхідна в дієті людей з целиакією, непереносимістю глютену чи іншими харчовими обмеженнями; окрім того, безглютенові борошна використовують для розширення асортименту хлібобулочних та кондитерських виробів та покращення їх харчової цінності [5].

Безглютенові борошна класифікують за походженням сировини на кілька основних типів: зернові (без глютену), бобові, горіхові, псевдозернові та крохмальні й коренеплідні продукти. Далі розглянемо їх детальніший склад і характеристики [6].

Борошно зернове безглютенове

Рисове борошно є одним із найпоширеніших видів безглютенового борошна і використовується як основа для багатьох безглютенових сумішей. Воно виготовляється шляхом тонкого помелу рисових зерен або їх різновидів (білого, коричневого тощо) і має нейтральний смак та світлий колір. Таке борошно багате вуглеводами, містить вітаміни групи В і мікроелементи, але має низький вміст білка порівняно з бобовими чи горіховими альтернативами [6, 7].

Рисове борошно також характеризується високою гігроскопічністю та здатністю до набухання, що робить його важливим у формуванні структури безглютенового тіста [6].



Рис. 1.1. Рисове борошно

Кукурудзяне борошно отримують із зерен кукурудзи і широко застосовують при випіканні, паніруванні та як загущувач. Воно має солодкуватий смак, золотистий колір і більше вуглеводів за структурними білками. Наявність вітамінів, мінералів та клітковини робить його поживним інгредієнтом як окремо, так і в сумішах з іншими видами борошна [7].



Рис. 1.2. Кукурудзяне борошно

Гречане борошно, хоча й не є зерновим у класичному розумінні, походить від зерен гречки – псевдозернової культури. Воно містить збалансований амінокислотний склад та антиоксиданти, що робить його цінним з точки зору харчової цінності. У порівнянні з рисовим чи кукурудзяним борошном гречане містить більше жирів, оскільки у зоні зародка зерна зосереджений жир [9].



Рис. 1.3. Гречане борошно

Борошно бобове та псевдозернове

Борошно з нуту – продукт подрібнення сушених бобів нуту (також відомий як *besan* чи *gram flour*) – характеризується високим вмістом білка та харчових волокон. Воно має насичений смак і використовується як у випічці, так і в якості загущувача чи основи для традиційних страв (наприклад, фалафель) [9].



Рис. 1.4. Борошно з нуту

Псевдозернові культури, такі як *амарант* і *кіноа*, також використовуються для безглютенових борошен. Амарантове борошно має специфічний, насичений смак та підвищений вміст білка й антиоксидантів, а кіноа відзначається хорошим профілем амінокислот. Обидва види не містять глютен і можуть підвищувати харчову цінність випічки, хоча часто їх застосовують у складі сумішей через характерний смак [8].



Рис. 1.5. Амарантове борошно



Рис. 1.6. Борошно із кіноа

Борошно горіхове та насіннєве

Мигдальне борошно виготовляється з подрібнених бланшованих мигдалевих горіхів і має високу енергетичну цінність за рахунок жиру та білків. Воно надає випічці насиченого смаку, м'якої текстури та підвищує вміст корисних жирів і клітковини. Однак через жирність мигдального борошна рецептури зазвичай коригують, додаючи інші види борошна або структуроутворювачі [8].



Рис. 1.7. Мигдальне борошно

До насінних відносять борошно з насіння льону, кунжуту, соняшника та інших культур. Такі борошна багаті на жирні кислоти, білок і клітковину, але при цьому мають інтенсивний смак і специфічні реологічні властивості, що потребують адаптації технології виробництва готових виробів [7].

Борошно крохмальне та коренеплідне

Картопляне борошно та крохмалі (наприклад, тапіока чи кукурудзяний крохмаль) не є традиційним борошном, але активно використовуються в безглютеновому хлібопеченні для покращення структури тіста. Вони забезпечують вологопоглинальність, легкість текстури та полегшують формування газових бульбашок за відсутності глютену [9].

Існують також нетипові джерела борошна, наприклад, борошно з зелених бананів, бананове борошно, яке має низький глікемічний індекс і підходить для певних дієтичних потреб, хоча його застосування у хлібопекарстві обмежене через особливості структури [7].

1.1.3 Кіноа та продукти її переробки, як перспективна сировина для хлібопекарської промисловості

В останні десятиліття наукова цікавість до кіноа, як сировини для виробництва харчових продуктів стрімко зростає. Це пов'язано з актуальними запитамі споживачів на високопоживні, функціональні та безглютенові продукти, що відповідають сучасним уявленням про здорове харчування [10].

Кіноа (*Chenopodium quinoa* Willd) належить до групи псевдозернових культур, які вирізняються високою екологічною пластичністю, значною стійкістю до абіотичних стресів і винятковим хімічним складом зерна [11].

Кіноа не належить до родини злакових, хоча її насіння за морфологічною та хімічною будовою подібне до зерен класичних злаків. Як і гречка, вона є дводольною рослиною, яку віднесено до категорії псевдозлаків завдяки високому вмісту крохмалю та білка. Рослина походить із Андського регіону Південної Америки, де археологічні знахідки свідчать про її культивування понад 4000 - 5000 років тому [12]. Кіноа вважається «стародавнім зерном» і

цінується у світі завдяки своїй поживності та універсальності у харчовій промисловості та промислового використання.



Рис. 1.8. Кіноа (*Chenopodium quinoa* Willd)

Однією з причин підвищеного попиту на кіноа є її повна природна безглютеновість. Це робить її особливо цінною сировиною для розроблення продуктів, призначених для людей із целиакією, глютенною непереносимістю чи тих, хто дотримується безглютенової дієти [13]. Хімічний склад кіноа характеризується високим вмістом білка (14-18%), збалансованим амінокислотним профілем та наявністю всіх дев'яти незамінних амінокислот, включно з лізином – амінокислотою, що обмежує цінність більшості злаків [14]. Білки кіноа складаються переважно з глобулінів і альбумінів, тоді як проламіни, відповідальні за формування глютену у злаках, практично відсутні.

Експорт і переробка кіноа у світі активно розвиваються, що сприяє появі великої кількості харчових продуктів на її основі: цільного зерна, пластівців, крупи, екструдованих продуктів, напоїв та борошна з кіноа. Саме борошно є найбільш універсальною формою переробки, придатною для використання в хлібопеченні, кондитерському виробництві, виробництві макаронних виробів та дієтичних продуктів.

Кіноа представлена кількома основними різновидами – білою, червоною та чорною, які мають відмінності у смаку, структурі та технологічних властивостях. Біла кіноа є найбільш поширеною, має м'який смак та універсальне застосування. Червона та чорна кіноа містять більше поліфенолів,

зокрема проантоціанідинів, що визначає їхні підвищені антиоксидантні властивості [15].

Зерна кіноа багаті на вітаміни групи В, вітамін Е, а також на широкий спектр мінеральних речовин – магній, кальцій, залізо, цинк, калій. Продукти переробки кіноа містять значну кількість поліфенолів, флавоноїдів (кверцетину, кемпферолу) та харчових волокон, що визначає їх кардіопротекторні та антиоксидантні властивості [16]. Завдяки цьому регулярне споживання продуктів із кіноа асоціюється зі зниженням ризику розвитку серцево-судинних захворювань, нормалізацією ліпідного профілю та протизапальними ефектами.

Продукти переробки кіноа

Основними видами харчових напівфабрикатів із кіноа є:

- крупа цільна;
- крупа дроблена;
- пластівці та екструдовані продукти;
- борошно з кіноа.

Цільну крупу після попереднього видалення сапонінів можна використовувати в харчуванні аналогічно іншим крупам. Дроблену крупу застосовують для варіння каш, виробництва напівфабрикатів чи екструдованих продуктів. Пластівці з кіноа використовують у виробництві мюслів, дитячого харчування, швидких сніданків.

Борошно із кіноа

Борошно із кіноа – це дрібнодисперсний порошок, який має світлий або кремовий колір залежно від різновиду зерна. Воно має властивий горіховий аромат і м'який, злегка солодкуватий смак.

Хімічний склад борошна з кіноа залежить від технології помелу та фракційного складу. Борошно, отримане з ендосперму, має більший вміст крохмалю (до 60 %), тоді як фракції, багаті на зародок та оболонку зерна, містять підвищену кількість білка, ліпідів (5 - 7%), клітковини та мінеральних речовин [17].

Зерно кіноа містить два типи крохмальних гранул – дрібні та середні, що впливають на гідратаційні властивості, в'язкість та реологію тіста. На відміну від пшеничного, крохмаль кіноа відзначається нижчою температурою желатинізації, що покращує його функціональність у швидкорозчинних продуктах.

Випікання виробів із борошном кіноа потребує корекції рецептури, оскільки в ньому відсутній глютен. Тісто, отримане на основі такого борошна, має інші реологічні характеристики – нижчу еластичність, слабшу газоутримувальну здатність, вищу щільність. Тому при виробництві хліба рекомендується часткова заміна звичайного борошна на борошно з кіноа в межах 10 - 30%, залежно від типу виробу [18].

Борошно кіноа широко застосовується у виробництві:

- хлібобулочних виробів (хліб, млинці, мафіни, печиво);
- макаронних виробів;
- білкових та спортивних продуктів;
- продуктів дитячого та дієтичного харчування.

Високий вміст харчових волокон та повноцінного білка робить борошно з кіноа придатним для створення функціональних продуктів із підвищеною поживною цінністю.

Сапоніни та їх технологічна роль

Однією з особливостей кіноа є наявність сапонінів у зовнішньому шарі насіння. Це глікозиди, які мають гіркий смак і виконують природну функцію захисту рослини. Для промислового використання зерно проходить процес декортикації або промивання, що забезпечує видалення сапонінів. Однак сапоніни також розглядаються як потенційно цінні біологічні сполуки з антибактеріальними та імуномодуючими властивостями [19].

Антиоксидантні властивості та біологічна цінність

Кіноа має високий рівень антиоксидантних сполук, серед яких кверцетин, кемпферол, фенольні кислоти (гідроксибензойна, ферулова, протокатехова), токоферолі та токотрієноли [20]. Борошно з кіноа часто використовують для

збагачення харчових продуктів з метою підвищення їх антиоксидантної активності.

Перспективи використання в харчовій промисловості

Кіноа та продукти її переробки є перспективною сировиною для харчової промисловості, оскільки вони забезпечують:

- розширення асортименту безглютенової продукції;
- підвищення харчової цінності готових виробів;
- покращення структури та органолептичних показників безглютенового хліба;
- можливість створення функціональних продуктів із високим вмістом білка та антиоксидантів;
- незалежність виробництва від традиційних злаків.

У сучасній харчовій індустрії кіноа займає ключове місце серед сировини, яку використовують для формування нових харчових продуктів, що відповідають вимогам здорового, дієтичного та спеціалізованого харчування [20].

1.1.4 Патентний пошук

Проведений патентний пошук у відкритих джерелах патентної інформації України свідчить про обмежену кількість запатентованих технічних рішень, що безпосередньо стосуються використання борошна кіноа у хлібопекарському виробництві. Це підтверджує актуальність тематики та наявність значного науково-технологічного потенціалу для подальших досліджень.

Найбільш релевантним та таким, що безпосередньо відповідає предмету дослідження, є патент України на корисну модель UA 159063 U «Спосіб виробництва хліба із пшеничного борошна з борошном кіноа» [21].

У зазначеній корисній моделі описано технологію виробництва хліба, у якій борошно кіноа використовується як часткова заміна пшеничного борошна. Згідно з повним текстом патенту, технічне рішення передбачає введення борошна кіноа у рецептуру з метою підвищення харчової цінності готового

виробу, зокрема за рахунок збагачення білком, мінеральними речовинами та біологічно активними компонентами. Автори зазначають, що застосування борошна кіноа позитивно впливає на амінокислотний склад хліба та дозволяє розширити асортимент продукції функціонального призначення.

Окрім зазначеного патенту, у патентному фонді України наявні суміжні технічні рішення, у яких борошно кіноа застосовується у виробництві інших борошняних виробів. Зокрема, корисна модель UA 161258 U «Спосіб виробництва макаронів із пшеничного борошна з борошном кіноа», у якій також використовується принцип часткової заміни традиційної сировини альтернативною. Хоча цей патент не стосується хлібопекарського виробництва безпосередньо, він підтверджує загальну тенденцію використання кіноа як функціонального інгредієнта у борошняних технологіях в Україні [22].

Аналіз патентів України на безглютеновий хліб (зокрема патентів «Хліб безглютеновий» та «Хліб безглютеновий смачний») показує, що більшість із них ґрунтуються на використанні рисового, кукурудзяного, соргового або крохмального борошна [23].

Таким чином, результати патентного пошуку дозволяють зробити висновок, що в Україні використання борошна кіноа у хлібопекарському виробництві є перспективною темою для впровадження.

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

- у безглютенових рецептурах;
- у поєднанні з іншими альтернативними видами борошна та природними структуроутворювачами;
- з урахуванням реологічних, органолептичних та функціональних показників
- не має прямого аналога в чинних патентах України, що підтверджує наукову та практичну новизну обраного напрямку дослідження.

1.2 Мета, об'єкт, предмет та методи досліджень

Мета кваліфікаційної роботи магістрантки – використання нетрадиційного борошна у виробництві безглютенових виробів із впровадженням розробки у хлібопекарське виробництво.

Завдання кваліфікаційної роботи:

- Удосконалити технологію та розрахувати рецептуру безглютенового хліба з додаванням борошна із кіноа білої та чорної;
- Провести дослідження якості тіста;
- Провести дослідження якості готових виробів.

Об'єкт дослідження: удосконалення технології безглютенових виробів

Предмет досліджень: безглютенові вироби, борошно з кіноа, борошно з рису

Методи та методики досліджень: загальноприйняті визначення якості хлібних виробів.

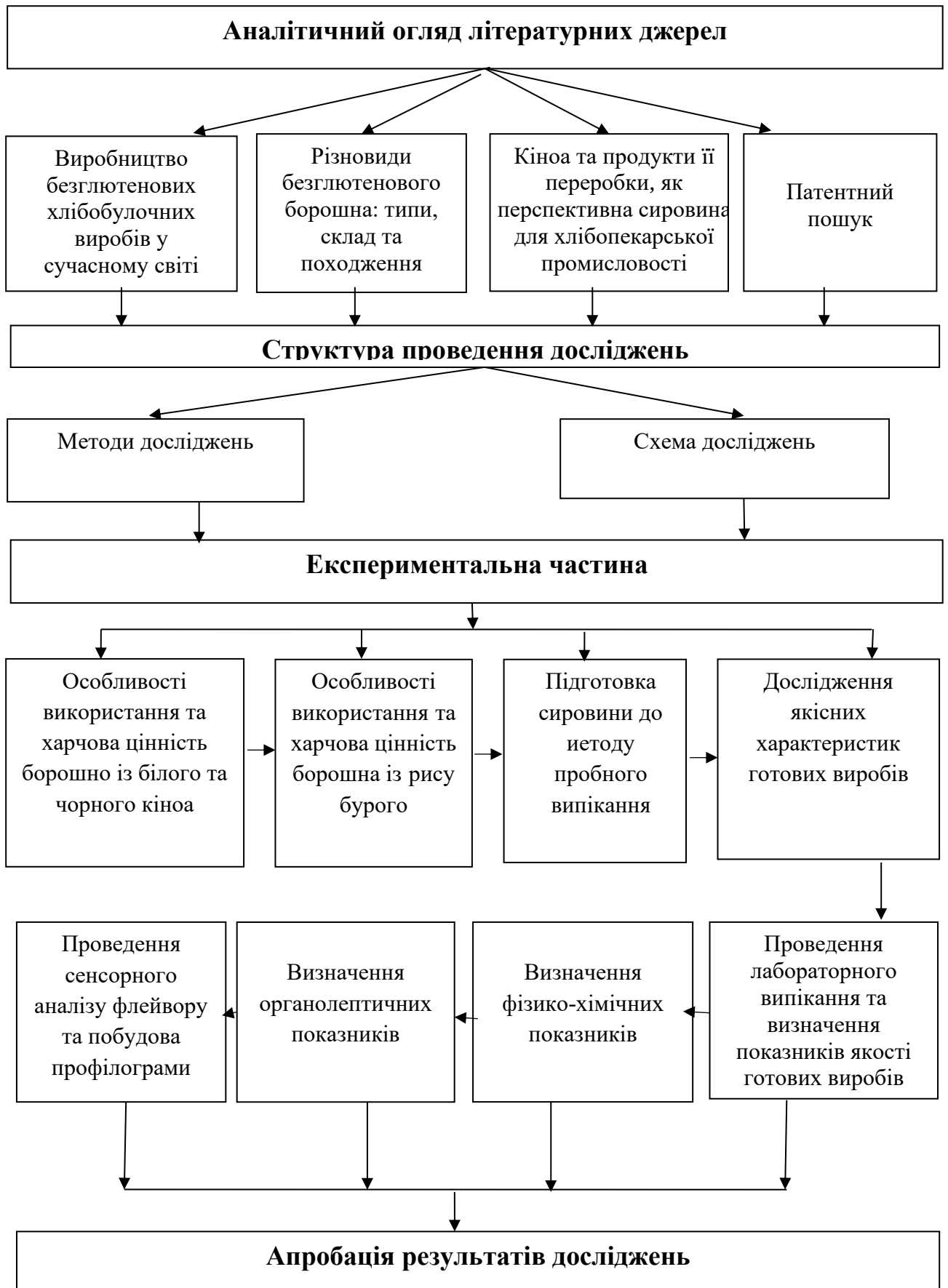


Рис. 1.9. Схема проведення експериментальних досліджень

1.3 Результати досліджень

1.3.1 Особливості використання та харчова цінність борошно із білого та чорного кіноа

З метою підвищення харчової та біологічної цінності безглютенових хлібобулочних виробів доцільним є використання сировини, багатой на повноцінні білки, незамінні амінокислоти, мінеральні елементи, вітаміни та біологічно активні сполуки. Однією з таких перспективних безглютенових культур є кіноа (*Chenopodium quinoa* Willd.), борошно з якої дедалі ширше застосовується у функціональних харчових технологіях.

Кіноа представлена кількома основними різновидами, серед яких найбільш поширеними є біла та чорна кіноа, що відрізняються не лише органолептичними характеристиками, але й хімічним складом та біологічною активністю. Борошно з білого та чорного кіноа не містить глютену, характеризується високою засвоюваністю та може бути використане як цінний інгредієнт у рецептурах безглютенового хліба [24, 25].

Борошно з білого кіноа має м'який смак, світле забарвлення та відносно нейтральні сенсорні властивості, що робить його технологічно зручним для використання у хлібопеченні. Воно характеризується високим вмістом білка (13 - 15 %), збалансованим амінокислотним складом із підвищеною часткою лізину, а також значною кількістю крохмалю, що позитивно впливає на формування структури м'якушки. Крім того, біле кіноа є джерелом магнію, фосфору, калію та вітамінів групи B, які відіграють важливу роль у метаболічних процесах організму людини [26].

На відміну від білого, борошно з чорного кіноа має більш насичений смак і темніше забарвлення, що зумовлено підвищеним вмістом фенольних сполук та пігментів. Дослідження свідчать, що чорне кіноа містить вищу концентрацію поліфенолів, флавоноїдів та антиоксидантів, зокрема кверцетину та кемпферолу, порівняно з білим різновидом [27, 28]. Завдяки цьому борошно з чорного кіноа проявляє виражені антиоксидантні властивості та може розглядатися як

функціональний інгредієнт для створення продуктів із підвищеною біологічною цінністю.

Мінеральний склад чорного кіноа також характеризується підвищеним умістом заліза, цинку та кальцію, що є важливим для профілактики мікроелементної недостатності. Водночас більш високий вміст харчових волокон у чорному кіноа може впливати на реологічні властивості тіста, знижуючи його газотримувальну здатність, що потребує корекції рецептури або поєднання з іншими видами безглютенового борошна [29].

Порівняльний аналіз свідчить, що біле кіноа є більш придатним для забезпечення стабільних технологічних властивостей безглютенового тіста та формування однорідної структури хліба, тоді як чорне кіноа доцільно використовувати з метою збагачення готових виробів антиоксидантами та мінеральними речовинами. Комбіноване використання борошна з білого і чорного кіноа дозволяє досягти балансу між технологічною придатністю та підвищеною функціональною цінністю продукції.

Таблиця 1.1 – Порівняльна характеристика хімічного складу борошна з білого та чорного кіноа

Показник	Борошно із кіноа білого, %	Борошно із кіноа чорного, %
Вологість	8,0 - 11,0	8,0 - 11,0
Білки	13,0 - 15,5	14,0 - 17,0
Жири	4,5 - 6,5	5,0 - 7,0
Вуглеводи (загальні)	58,0 - 62,0	55,0 - 60,0
у т.ч. крохмаль	50,0 - 55,0	45,0 - 50,0
Харчові волокна	6,0 - 8,0	8,0 - 10,5
Зольність	2,2 - 3,0	2,8 - 3,6
Енергетична цінність	350 – 370 ккал/100 г	345 – 365 ккал/100 г
Магній (Mg)	160 - 190 мг/100 г	180 - 210 мг/100 г
Фосфор (P)	420 - 460 мг/100 г	450 - 500 мг/100 г
Калій (K)	500 - 550 мг/100 г	520 - 600 мг/100 г
Залізо (Fe)	3,5 - 4,5 мг/100 г	4,5 - 6,0 мг/100 г
Цинк (Zn)	2,0 - 3,0 мг/100 г	2,8 - 4,0 мг/100 г

Нижче на рис.1.10 та 1.11 наведено використовуване нами борошно із кіноа ТМ «Земледар»

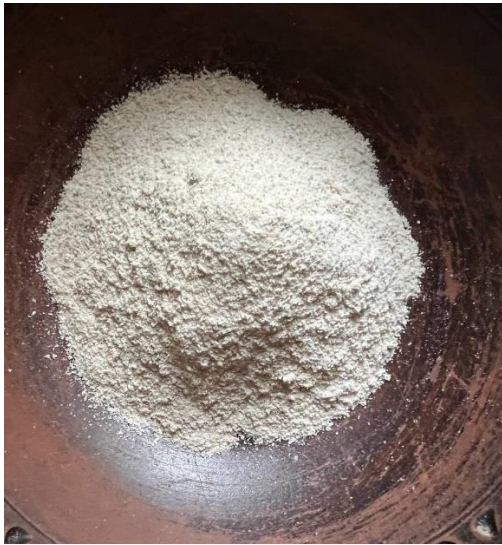


Рис. 1.10. Борошно із кіноа білої



Рис. 1.11. Борошно із кіноа чорної

Отже, включення борошна з білого та чорного кіноа до складу безглютенового хліба сприяє покращенню його харчового профілю, зокрема за рахунок підвищення вмісту повноцінного білка, біологічно активних сполук та мінеральних елементів. Такий підхід відповідає сучасним тенденціям розвитку функціональних продуктів харчування та створює передумови для розширення асортименту якісної безглютенової продукції.

Також варто відзначити, що заміна традиційного картопляного крохмалю борошном із білого та чорного кіноа полягає у комплексному поєднанні технологічних, харчових і функціональних ефектів, які не досягаються при використанні крохмалю як основного структуроутворювача в безглютенових рецептурах.

Картопляний крохмаль виконує переважно функцію формування текстури та об'єму виробів і майже не містить білків, мінералів або біологічно активних сполук. Натомість борошно з білого та чорного кіноа поєднає структуроутворювальні властивості крохмалю з наявністю повноцінного білка, харчових волокон, мінеральних речовин і антиоксидантів, що принципово змінює поживний профіль готового продукту.

Борошно з білого кіноа забезпечує стабільні технологічні властивості тіста за рахунок вищого вмісту крохмалю та більш нейтральних органолептичних характеристик, тоді як борошно з чорного кіноа слугує джерелом поліфенолів, флавоноїдів і мінеральних елементів, що підвищують антиоксидантну активність і біологічну цінність виробів. Таке комбіноване застосування дозволяє вперше реалізувати баланс між структурною стабільністю та функціональною цінністю безглютенового хліба.

Заміна картопляного крохмалю борошном з кіноа сприяє формуванню більш збалансованої макронутрієнтної структури безглютенових виробів. Традиційна рецептура з високою часткою крохмалю характеризуються надмірним вмістом швидкозасвоюваних вуглеводів і низькою харчовою щільністю. Введення борошна з кіноа зменшує частку крохмалю в рецептурі, одночасно підвищуючи вміст білка та харчових волокон, що має позитивний вплив на глікемічний профіль готового продукту.

На відміну від картопляного крохмалю, борошно з кіноа містить білкові та волокнисті фракції, які здатні утримувати воду та брати участь у формуванні просторової структури тіста. Це створює передумови для покращення газоутримувальної здатності, еластичності м'якушки та подовження терміну свіжості безглютенового хліба без застосування синтетичних стабілізаторів.

1.3.2 Особливості використання та харчова цінність борошна із рису бурого

Порівняно з кіноа, рисове борошно є одним із найпоширеніших інгредієнтів у безглютеновому виробництві завдяки нейтральному смаку та високому вмісту крохмалю. Водночас традиційне рисове борошно, отримане з шліфованого білого рису, характеризується відносно низьким вмістом білка, мінеральних речовин і харчових волокон, що обмежує його харчову цінність.

Більш перспективною альтернативою є борошно з бурого рису, яке виготовляється з цільного зерна із збереженням оболонки і зародка. Саме ці фракції містять основну кількість харчових волокон, вітамінів групи В,

токоферолів та мінеральних елементів. У порівнянні зі звичайним рисовим борошном, борошно з бурого рису має вищу зольність, більший уміст клітковини та мікронутрієнтів, а також нижчий глікемічний індекс [30, 31].

Перевагами використання борошна з бурого рису перед традиційним рисовим борошном є:

- підвищений вміст харчових волокон, що сприяє нормалізації травлення;
- більша концентрація магнію, фосфору та заліза;
- наявність біологічно активних сполук, локалізованих у висівкових шарах зерна;
- кращі функціонально-фізіологічні властивості готових виробів.

Водночас за показниками харчової цінності борошно з кіноа перевищує як звичайне рисове, так і борошно з бурого рису, насамперед за вмістом білка, амінокислотою повноцінністю та антиоксидантною активністю. Саме тому поєднання борошна з кіноа та борошна з бурого рису є доцільним у рецептурах безглютенового хліба, оскільки дозволяє оптимізувати як поживні, так і технологічні характеристики продукції.

Таблиця 1.2 – Порівняльна характеристика хімічного рисового борошна

Показник	Борошно рисове (біле), %	Борошно з бурого рису, %
Вологість	10,0–13,0	10,0–13,0
Білки	6,0–8,0	7,5–9,5
Жири	0,8–1,5	2,0–3,0
Вуглеводи (загальні)	75,0–80,0	70,0–75,0
Харчові волокна	1,0–2,5	4,0–7,0
Зольність	0,4–0,8	1,2–1,8

1.3.3 Підготовка сировини до методу пробного випікання

Для досягнення мети роботи проведено розрахунки обраної сировини для пробного випікання хліба, розроблено рецептуру.

За основу контролю ми брали технологію виробництва хліба «Безглютеновий з рисовим борошном» в склад якого входить – борошно рисове,

крохмаль кукурудзяний та картопляний, дріжджі, сіль, цукор, олія соняшникова, а також камедь гуару та ксантану.

В новостворену рецептуру хліба з назвою «Безглютеновий особливий №1» входить (борошно із бурого рису, як заміна рисовому борошну, борошно із кіноа білої на заміну крохмалю картопляному, крохмаль кукурудзяний, дріжджі, сіль, цукор, олія соняшникова, а також камедь гуару та ксантану).

Для хліба з «Безглютеновий особливий №2» входить (борошно із бурого рису, як заміна рисовому борошну, борошно із кіноа чорної на заміну крохмалю картопляному, крохмаль кукурудзяний, дріжджі, сіль, цукор, олія соняшникова, а також камедь гуару та ксантану).

Для хліба з «Безглютеновий особливий №3» входить (борошно із бурого рису, як заміна рисовому борошну, борошно із кіноа білої на заміну крохмалю кукурудзяному, крохмаль картопляний, дріжджі, сіль, цукор, олія соняшникова, а також камедь гуару та ксантану).

Вироби готуються безопарним методом. Тому, наступним завданням стало замісити тісто для контролю та запропонованих зразків.



Рис. 1.12 . №1 (контроль) тісто
«Безглютеновий з рисовим
борошном»



Рис. 1.13. №2 «Безглютеновий
оригінальний»

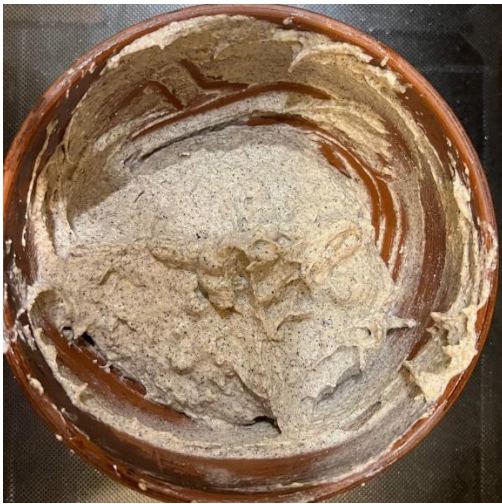


Рис. 1.14 . №3 «Безглютеновий оригінальний»

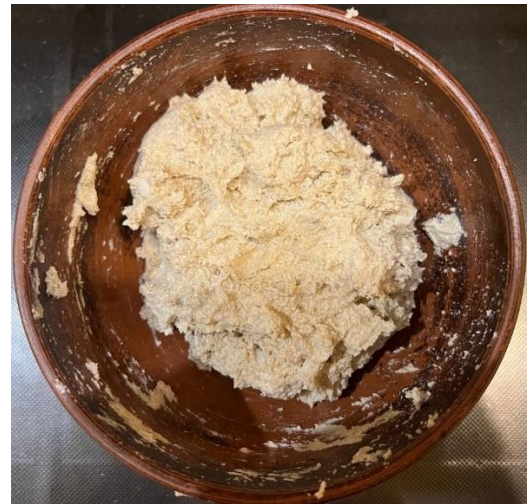


Рис. 1.15. №4 «Безглютеновий оригінальний»

Замішане тісто вистоювалось при $t\ 30^{\circ}\text{C}$ у формах 50-60 хв.



Рис. 1.16 . Вистояні вироби у формах:

№1 (контроль) – хліб «Безглютеновий з рисовим борошном» борошно (борошно рисове, крохмаль кукурудзяний, крохмаль картопляний, дріжджова суспензія, сольовий розчин, цукровий розчин, олія соняшникова, камедь гуару та ксантану);

№2 – хліб «Безглютеновий оригінальний» борошно (борошно рису бурого, крохмаль кукурудзяний, борошно із кіноа білої, дріжджова суспензія, сольовий розчин, цукровий розчин, олія соняшникова, камедь гуару та ксантану);

№3 – хліб «Безглютеновий оригінальний» борошно (борошно рису бурого, крохмаль кукурудзяний, борошно із кіноа чорної, дріжджова суспензія,

сольовий розчин, цукровий розчин, олія соняшникова, камедь гуару та ксантану)

№4 – хліб «Безглютеновий оригінальний» борошно (борошно рису бурого, крохмаль картопляний, борошно із кіноа білої, дріжджова суспензія, сольовий розчин, цукровий розчин, олія соняшникова, камедь гуару та ксантану)

Далі вистояні заготовки випікали 22-35 хв. Готові вироби зображені на рис.1.17-1.18



Рис. 1.17. Готові вироби



Рис. 1.18. Готові вироби в розрізі:

№1 (контроль) – хліб «Безглютеновий з рисовим борошном» борошно (борошно рисове, крохмаль кукурудзяний, крохмаль картопляний, дріжджова суспензія, сольовий розчин, цукровий розчин, олія соняшникова, камедь гуару та ксантану);

№2 – хліб «Безглютеновий оригінальний» борошно (борошно рису бурого, крохмаль кукурудзяний, борошно із кіноа білої, дріжджова суспензія, сольовий розчин, цукровий розчин, олія соняшникова, камедь гуару та ксантану);

№3 – хліб «Безглютеновий оригінальний» борошно (борошно рису бурого, крохмаль кукурудзяний, борошно із кіноа чорної, дріжджова суспензія, сольовий розчин, цукровий розчин, олія соняшникова, камедь гуару та ксантану)

№4 – хліб «Безглютеновий оригінальний» борошно (борошно рису бурого, крохмаль картопляний, борошно із кіноа білої, дріжджова суспензія, сольовий розчин, цукровий розчин, олія соняшникова, камедь гуару та ксантану)

1.3.4 Дослідження якісних характеристик готових виробів

Після завершення процесу випікання готові хлібобулочні вироби вийняли з пекарської шафи та витримали за умов природного охолодження протягом 4 годин до досягнення температури, близької до температури навколишнього середовища. Після стабілізації температурного стану зразків було проведено

комплекс органолептичних та фізико-хімічних досліджень для оцінювання показників якості готової продукції.

Отримані експериментальні дані систематизовано та подано у вигляді нижче наведених таблиць.

Таблиця 1.3 – Характеристики якості тіста та готового хліба

№ з/п	Назва показників	Хліб			
		№1 (контроль) «Безглютеновий з рисовим борошном»	№2 «Безглютеновий оригінальний»	№3 «Безглютеновий оригінальний»	№4 «Безглютеновий оригінальний»
ТИСТО					
1	Кислотність, град.	1,12	1.17	1,18	1,20
2	Тривалість вистоювання, хв	50	50	50	50
3	Питомий об'єм тіста в кінці бродіння, см³/100 г	1,35	1,45	1,47	1,4
ХЛІБ					
4	Питомий об'єм, см³/г	2,5	3,4	3,5	2,5
5	Формостійкість, Н/Д	0,35	0,5	0,55	0,45
6	Кислотність, град.	1,2	1,24	1,25	1,27
7	Збереження свіжості, %	64,0	69,0	70,0	64,0

На підставі аналізу отриманих експериментальних даних встановлено, що дослідні зразки готових безглютенових хлібобулочних виробів відповідають вимогам чинної нормативної та технічної документації за основними показниками якості. Це свідчить про коректність обраної технології та доцільність використаних рецептурних компонентів.

Для комплексної оцінки якості виробів нами було проведено органолептичний та сенсорний контроль досліджуваних зразків. Сенсорний аналіз, у свою чергу, базується на більш стандартизованому та об'єктивному підході до оцінювання, що дозволяє знизити суб'єктивний вплив окремих

факторів. Поєднання органолептичних і сенсорних методів дає змогу отримати цілісне уявлення про якість продукції та її загальне сприйняття споживачем [32].

Органолептичне оцінювання якості дослідних зразків хліба проводили за участю дегустаційної комісії, сформованої зі студентів, які пройшли попередній інструктаж. Оцінювання здійснювали за бальною шкалою з урахуванням основних показників якості. За результатами дегустації встановлено, що зразки безглютенового хліба з удосконаленою рецептурою (зразок №2 та зразок №3) характеризуються задовільними та високими органолептичними показниками і можуть бути рекомендовані для подальшого впровадження у виробництво. Узагальнені результати оцінювання наведено у відповідній таблиці.

Таблиця 1.4 – Органолептичні показники експериментальних зразків хліба

<i>Назва показника</i>	<i>Хліб</i>			
	№1 (контроль) «Безглютеновий з рисовим борошном»	№2 «Безглютеновий оригінальний»	№3 «Безглютеновий оригінальний»	№4 «Безглютеновий оригінальний»
Зовнішній вигляд хліба:				
-Форма	Формовий хліб	Формовий хліб	Формовий хліб	Формовий хліб
-Поверхня	Бугриста, легенькі підриви на поверхні хліба	Без тріщин, легенькі підриви на поверхні хліба	Без тріщин, без тріщин, без підривів	Без тріщин, без тріщин, без підривів
Колір скоринки	Світло-кремова, рівномірна, без підгорілості	Бежево-кремова, рівномірна, без підгорілості.	Темна, рівномірна, без підгорілості.	Бежево-кремова, рівномірна, без підгорілості.
Стан м'якушки:				
Колір	Світло-кремова	Бежево-кремова	Темно-кремова	Бежево-кремова
Рівномірність забарвлення	Рівномірне	Рівномірне	Рівномірне	Рівномірне
Еластичність	Середня	Хороша	Хороша	Середня
Пористість:				
-за крупністю	Дрібна	Середня	Середня	Середня
-за рівномірністю	Рівномірна	Рівномірна	Рівномірна	Рівномірна
за товщиною стінок пор	Тонкостінна	Тонкостінна	Тонкостінна	Тонкостінна
липкість	Наявна	Відсутня	Відсутня	Наявна
Смак	Нормальний, властивий хлібу			
Грудкування під час розжовування	Відсутнє			
Крихкуватість	Некрихкуватий			

За даними таблиці хліб контроль виріб №1 та виріб №4 менш відповідають органолептичній оцінці якості. М'якушка хліба була липкою. В той час взірці №2 та №3 відповідають вимогам.

Таблиця 1.5 – Зведені дані бального оцінювання органолептичного аналізу готових виробів

Дослідні взірці хліба	Показники оцінювання	Бальна оцінка	Загальна кількість балів
№1 (контроль) «Безглютеновий з рисовим борошном»	Смак і запах	4,1±0,1	11
	Зовнішній вигляд, колір скоринки	3,2±0,1	
	Колір і стан м'якушки	1,5±0,1	
	Колір і зовнішній вигляд	2,2±0,1	
№2 «Безглютеновий оригінальний»	Смак і запах	4,4±0,1	13,0
	Зовнішній вигляд, колір скоринки	3,4±0,1	
	Колір і стан м'якушки	2,7±0,1	
	Колір і зовнішній вигляд	2,5±0,1	
№3 «Безглютеновий оригінальний»	Смак і запах	4,5±0,1	12,9
	Зовнішній вигляд, колір скоринки	3,3±0,1	
	Колір і стан м'якушки	2,5±0,1	
	Колір і зовнішній вигляд	2,6±0,1	
№4 «Безглютеновий оригінальний»	Смак і запах	4,4±0,1	12,6
	Зовнішній вигляд, колір скоринки	3,4±0,1	
	Колір і стан м'якушки	2,5±0,1	
	Колір і зовнішній вигляд	2,3±0,1	

Дегустаційна комісія відмітила, що максимальна кількість балів – 13,0 у зразку №2 хліб «Безглютеновий оригінальний» із борошном кіноа білої

Контрольні зразки №4 та №1 досліджувальних зразків мають нижчі бали за рахунок незначної липкості м'якушки.

Наступним етапом дослідження стало проведення сенсорного аналізу дослідних зразків хліба. Використання сучасної концепції аналізу флейвору готової продукції дає змогу всебічно охарактеризувати сенсорні показники, сформовані сукупністю смакових і ароматичних відчуттів, а також текстурних та інших властивостей, що визначають загальне сприйняття якості виробу споживачем [32].

Таблиця 1.6 – Аналіз флейвора готових виробів

Характеристика дескриптора	Інтенсивність характеристик, бали			
	№1 (контроль) «Безглютеновий з рисовим борошном»	№2 «Безглютеновий оригінальний»	№3 «Безглютеновий оригінальний»	№4 «Безглютеновий оригінальний»
Смаку і запаху: Нормальний, властивий хлібу	5	5	5	5
Сторонній	4	4	4	4
Зовнішній вигляд, колір скоринки Форма	5	5	5	4
Поверхня скоринки	4	4	5	4
Колір скоринки	4	4	4	4
Колір і стан м'якушки колір	4	5	5	5
Стан м'якушки (пористість, за крупністю, за рівномірністю, за товщиною пор, липкість)	3	5	5	4
Загальне враження	5	5	5	5
Сума балів	34	37	38	35

Згідно результатів побудовано профілограму флейвора дослідних взірців хліба на рис.1.19 [32].

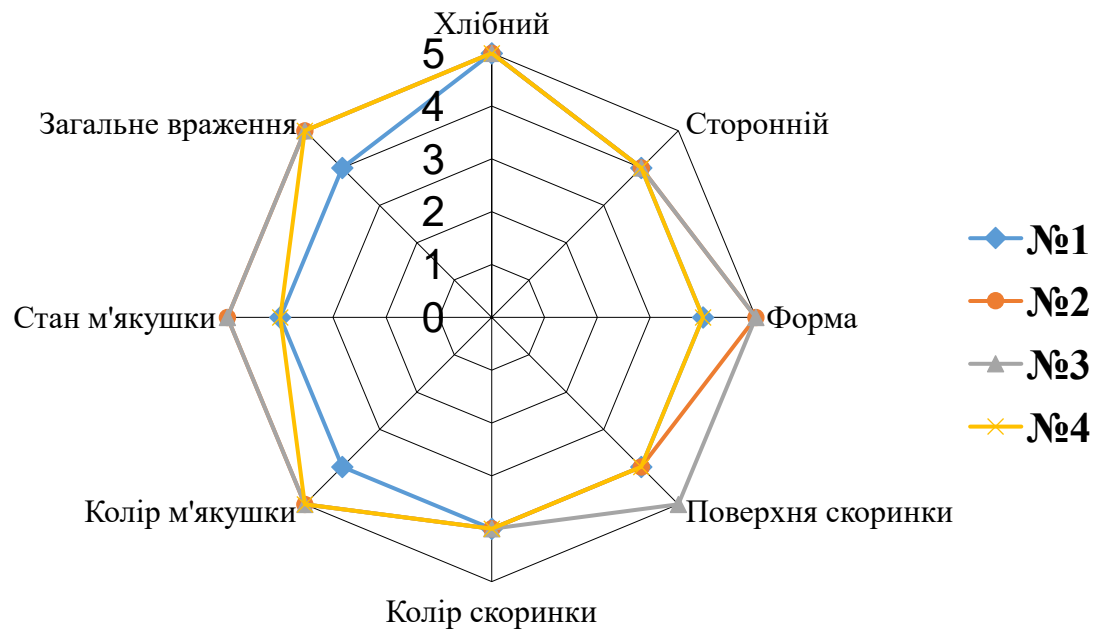


Рис. 1.19. Профілограма флейвора виробів

Як показано на профілограмі та враховуючи усі попередні дослідження, можна прийти до висновку, що заміна картопляного крохмалю борошном із кіноа білої та чорної розширює функціональну спрямованість продукту.

Чорне кіноа з високим умістом антиоксидантів надає виробам додаткових фізіологічних властивостей, пов'язаних із збільшенням пористості та «легкості» виробу, тоді як біле кіноа забезпечує сенсорну прийнятність і технологічну керованість процесу.

Саме такий підхід дозволяє розглядати безглютеновий хліб не лише як продукт для осіб з целіакією, але і як функціональний харчовий продукт широкого призначення.

РОЗДІЛ 2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

Хлібопекарська промисловість є однією з ключових галузей харчової та переробної промисловості, оскільки хліб традиційно вважається соціально значимим продуктом, що відіграє важливу роль у продовольчій безпеці країни. У державній політиці хліб і окремі види хлібобулочних виробів належать до категорії товарів, на які поширюється механізм державного цінового регулювання. Саме тому стабільність його виробництва має стратегічне значення.

В умовах війни виробництво хліба часто виявляється економічно не вигідним. Зростання вартості та дефіцит продовольчої сировини, підвищення цін на енергоресурси, зменшення кількості трудових ресурсів – усі ці чинники безпосередньо збільшують собівартість готової продукції. У той же час обмежена можливість виробників впливати на цінову політику через державне регулювання створює додаткові труднощі, зокрема у формуванні та відтворенні оборотного капіталу.

Низька ефективність використання оборотних коштів негативно відбивається на всьому технологічному процесі, обмежуючи можливість впровадження прогресивних технологій та модернізації основних фондів. В таких умовах розширення асортименту продукції за рахунок економічно доступної сировини стає одним із можливих шляхів підвищення виробничої стійкості. Одним із перспективних напрямів є виготовлення безглютенових хлібобулочних виробів із застосуванням альтернативних видів зернової та рослинної сировини, які можуть бути вирощені в Україні.

Оскільки переважна більшість хлібобулочної продукції, що представлена на внутрішньому ринку України, є вітчизняною, особливо важливо знаходити технологічні рішення, що дозволяють виробникам зберігати виробництво без надмірної залежності від імпортової сировини. В умовах воєнних дій виробнича інфраструктура перебуває під підвищеними ризиками, адже підприємства можуть зазнавати ушкоджень під час обстрілів, що ускладнює не лише

розширення, але й підтримання стабільної виробничої діяльності. Водночас збереження функціонуючих підприємств є критично важливим для продовольчої безпеки та економічної стійкості країни.

За нинішніх умов особливої цінності набувають технологічні рішення, які не потребують значних капіталовкладень, але забезпечують більшу гнучкість виробництва. Одним із таких напрямів є використання нових видів сировини, які можуть вирощуватися та перероблятися в Україні, зокрема нетрадиційного безглютенового борошна та структуроутворювачів природного походження. Це дозволяє одночасно оптимізувати собівартість, підвищувати харчову цінність продукції та розширювати асортимент відповідно до сучасних потреб споживачів.

Завдяки цьому вирішується одразу кілька ключових завдань:

- Зниження залежності виробників від імпортованої сировини, що особливо актуально в умовах нестабільної логістики та валютних коливань.
- Розширення асортименту хлібобулочних виробів за рахунок впровадження нових безглютенових рецептур.
- Покращення якості готової продукції шляхом використання природних біологічно активних компонентів.
- Випуск продукції підвищеної харчової цінності, що відповідає сучасним трендам здорового харчування.

Економічна доцільність впровадження таких технологій є очевидною. Використання борошна з кіноа, коричневого рису та інших доступних рослинних інгредієнтів дозволяє створювати збагачені біологічно активними речовинами (БАР) вироби з підвищеною функціональною цінністю.

Важливо, що природні фітонциди, які містяться у такій сировині, виконують роль природних антимікробних агентів, не завдаючи шкоди організму людини. Це дає змогу покращити термін зберігання, органолептичні властивості та харчову повноцінність продукції без використання синтетичних консервантів.

Таким чином, впровадження безглютенових технологій з використанням доступної рослинної сировини є одним із реальних шляхів підвищення ефективності та стійкості хлібопекарської промисловості України. Це рішення поєднує економічну вигоду з технологічною доцільністю та відповідає стратегічним потребам продовольчої безпеки держави.

РОЗДІЛ 3 ПРОЄКТНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту

3.1.1 Вихідні дані

Проведення продуктового розрахунку базується на використанні вихідних параметрів, сформованих на основі чинної нормативно-технічної документації, зокрема державних стандартів, наукових і навчально-методичних джерел, довідників та спеціалізованих підручників.

Сукупність початкових даних, необхідних для виконання розрахунків, систематизують та подають у табличній формі, де відображають основні показники, що використовуються для визначення матеріальних витрат і виходу продукції (табл. 3.1) [33, 44-46].

Таблиця 3.1 – Вихідні дані для розрахунків

Найменування показників, одиниці виміру	Умовні позначення	Норми для виробів	
		Хліб «Дієтичний безбілковий» масою 0,22 кг	Хліб «Безглютоновий особливий» масою 0,22 кг
1	2	3	4
Стандарт	-	ДСТУ 4588-2006	
Показники якості:			
Вологість, %, не більше	W	50,6	57,0
Кислотність, град, не більше	K	1,2	1,2
Білкових речовин, %	Б	1,8	2,2
Рецептура на 100 кг борошна, кг.:			
Борошно рису бурого	G _{б.р.б.}	-	7,0
Борошно із кіноа	G _{б.к.}	-	20,0
Крохмаль кукурудзяний	G _{к.к.}	80,0	73,0
Крохмаль картопляний	G _{к.кр.}	20,0	-
Дріжджі хлібопекарські пресовані	G _{др}	3,0	3,0
Сіль кухонна харчова	G _с	0,6	0,6
Олія соняшникова	G _{о.с.}	3,0	3,0
Цукор білий	G _ц	4,0	4,0
Камедь гуару	G _{к.г.}	0,7	0,7
Камедь ксантану	G _{к.к.}	0,3	0,3
Разом	-	111,6	111,6

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4
Основні показники технологічних режимів			
Вологість тіста, %	W_T	51,1	57,5
Плановий вихід, %	-	156,0	180,0
Спосіб приготування	-	Безопарний	
Тривалість вистоювання, хв	$T_{\text{вис}}$	50-60	50-60
Спосіб випікання	-	У формах	
Тривалість випікання, хв	$T_{\text{вип}}$	22-35	22-35
Марка печі	-	MELANI LUX	
Концентрація розчину солі, %	$C_{\text{с.р}}$	25	
Концентрація розчину цукру, %	$C_{\text{ц.р}}$	50	
Кратність розведення дріжджів водою	-	1:3	
Технологічні витрати і затрати:			
Втрати борошна до замішування тіста, % до маси борошна	g_b	0,02 – 0,06	
Втрати борошна від замішування до випікання, % до маси борошна	g_T	0,03 – 0,05	
Втрати сухих речовин на бродіння, % до сухих речовин тіста	$C_{\text{сух}}$	2,5	
Втрати борошна під час оброблення тіста, % до маси тіста	$g_{\text{обр}}$	0,6 – 1,0	
Втрати на упікання, % до маси тіста	$g_{\text{уп}}$	6,0 – 12,0	
Втрати під час укладання гарячого хліба, % до маси гарячого хліба	$g_{\text{укл}}$	0,5 – 0,8	
Втрати від усихання хліба, % до маси гарячого хліба	$g_{\text{ус}}$	2,5 – 4,0	
Масова частка крихт і лому, % до маси борошна	$g_{\text{кр}}$	0,03	
Втрати за рахунок не точності маси виробів, % до маси гарячого хліба	$g_{\text{шт}}$	0,04 – 0,05	
Втрати від перероблення хліба, % до маси борошна	$g_{\text{бр}}$	Близько 0,02	

3.1.2 Розрахунок продуктивності печей

Визначення виробничої продуктивності технологічних ліній здійснюється шляхом розрахунку пропускної здатності основного теплового обладнання, зокрема хлібопекарської печі, показники якої є базовими при встановленні загальної потужності лінії [45].

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	
Хліб «Дієтичний безбілковий»	0,22	3	7	30
Хліб «Безглутеновий особливий»	0,22	3	7	30

Продуктивність печі MELANI LUX за годину, $P_{\text{год}}$, розраховуємо в кілограмах за формулою [45]:

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

де $N_{\text{ш}}^{\text{в}}$ – кількість листів на візку шафної печі, шт.,

$N_{\text{д}}^{\text{л}}$ – кількість виробів по довжині листа, шт.,

$N_{\text{ш}}^{\text{л}}$ – кількість виробів по ширині листа, шт.,

$g_{\text{в}}$ – маса виробу, кг,

$T_{\text{в}}$ – тривалість випікання, хв,

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

Хліб «Дієтичний безбілковий»

Розраховуємо кількість виробів на листі по ширині [45, 46] згідно формули:

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

де B – ширина листа, мм;

b – ширина виробу, мм;

a – відстань між виробами, мм (20 - 40).

$$N_{\text{ш}}^{\text{л}} = \frac{800 - 20}{90 + 20} = 7 \text{ шт.}$$

Дану кількість ряду для заданих виробів $N_{\text{д}}^{\text{л}}$, шт., згідно методичних посилань:

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

де L, l – довжина відповідно листа печі та виробу, мм.

$$N_{\text{д}}^{\text{л}} = \frac{600 - 20}{180 + 20} = 3 \text{ шт.}$$

Продуктивність за годину, хліб «Дієтичний безбілковий», маса якого 0,22 кг становитиме:

$$P_{\text{год}} = \frac{14 \cdot 3 \cdot 7 \cdot 0,22 \cdot 60}{30 + 5} = 110,88 \text{ кг/Год}$$

Для даної печі продуктивність становитиме виробу «Дієтичний безбілковий» $P_{\text{год}}$, кг/добу

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

де $T_{\text{печі}}$ – кількість годин роботи печі за добу.

$$P_{\text{доб}} = 110,88 \times 23 = 2550,24 \text{ кг.}$$

Хліб «Безглютеновий особливий»

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

$$N_{\text{ш}}^{\text{л}} = \frac{800 - 20}{90 + 20} = 7 \text{ шт.}$$

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

$$N_{\text{д}}^{\text{л}} = \frac{600 - 20}{180 + 20} = 3 \text{ шт.}$$

Годинна продуктивність печі для виробу «Безглютеновий особливий» маса якого становить 0,22 кг:

$$P_{\text{год}} = \frac{14 \cdot 7 \cdot 3 \cdot 0,22 \cdot 60}{30 + 5} = 110,88 \text{ кг/Год}$$

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

$$P_{\text{доб}} = 110,88 \times 23 = 2550,24 \text{ кг.}$$

Таблиця 3.3 – Продуктивність печей цеху

№	Марка печі	Асортимент виробів	Продуктивність за годину, кг	Тривалість роботи печей протягом доби, год	Продуктивність за добу, кг
1	MELANI LUX	Хліб «Дієтичний безбілковий»	110,88	23	2550,24
2	MELANI LUX	Хліб «Безглютеновий особливий»	110,88	23	2550,24

Графік роботи печей MELANI LUX виглядатиме наступним чином

№ печі	Марка печі	Години роботи					
		Перша зміна		Друга зміна		Третя зміна	
		7		15		23	
1	MELANI LUX						
2	MELANI LUX						

Рис. 3.1. Графік роботи печей

Умовні позначення:

-  – робота печі
-  – профілактика

3.1.3 Розрахунок пофазних рецептур

Проводимо пофазний розрахунок рецептур для виробів хліб «Дієтичний безбілковий»

Згідно довідникових даних, а також рецептури, даний виріб готується безопарним способом. Час вистійки тіста становить – 60 хвилин [45, 46].

Згідно рецептурних та довідкових значень проводжу визначення маси сухих речовин у тісті:

Таблиця 3.4 – Співвідношення сухих речовин та вологи в сировині тіста хліба «Дієтичний безбілковий»

Сировина	Маса, кг	Вологість, %	Масова частка с. р, %	Масова частка с. р, кг
Крохмаль кукурудзяний	80,0	13,0	85,0	69,6
Крохмаль картопляний	20,0	17,0	92,0	16,6
Дріжджі хлібопекарські пресовані	3,0	75,0	25,0	0,75
Сіль кухонна харчова	0,6	-	100,0	0,6
Олія соняшникова	3,0	0,1	99,9	2,997
Цукор білий	4,0	0,15	99,85	3,994
Камедь гуару	0,7	12,0	88,0	0,616
Камедь ксантану	0,3	12,0	88,0	0,264
Разом	111,6	-	-	95,421

Масу тіста визначаю за формулою:

$$G_T = \frac{G_{c.p} \cdot 100}{100 - W_T} \quad (3.5)$$

W_T – вологість тіста, %; $W_T = W_B + 1$; $W_B = 50,6 + 0,5 = 51,1$ %

$$G_T = \frac{95,421 \cdot 100}{100 - 51,1} = 195,13 \text{ кг.}$$

Переводжу сировину в розчини:

Сіль у сольовий розчин за формулою:

$$G_{c.p} = \frac{G_c \cdot 100}{C_{c.p}} \quad (3.6)$$

$$G_{c.p} = \frac{0,6 \cdot 100}{25} = 2,4 \text{ кг}$$

Маса води в сольовому розчині:

$$G_B^{c.p} = G_{c.p} - G_c \quad (3.7)$$

$$G_B^{c.p} = 2,4 - 0,6 = 1,8 \text{ кг}$$

Цукор переводжу в розчин цукровий за формулою (3.6):

$$G_{ц.p} = \frac{4,0 \cdot 100}{50} = 8,0 \text{ кг.}$$

Маса води в цукровому розчині (3.7):

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

$$G_{\text{в}}^{\text{ц.р}} = 8,0 - 4,0 = 4,0 \text{ кг.}$$

Переводимо дріжджі в суспензію:

$$G_{\text{д.р}} = G_{\text{др}} + G_{\text{др}} \times n \quad (3.8)$$

$$G_{\text{др.с}} = 3,0 + 3,0 \times 3 = 12,0 \text{ кг.}$$

Кількість води в дріжджовій суспензії:

$$G_{\text{в}}^{\text{др.с}} = G_{\text{др.с}} - G_{\text{др}} \quad (3.9)$$

$$G_{\text{в}}^{\text{др.с}} = 12,0 - 3,0 = 9,0 \text{ кг.}$$

Кількість води на заміс тіста становить:

$$G_{\text{в}}^{\text{т}} = G_{\text{т}} - G_{\text{сир}} \quad (3.10)$$

$$G_{\text{в}}^{\text{т}} = 195,13 - 111,6 = 83,53 \text{ кг.}$$

Розраховую масу води в тісті з урахуванням замін:

$$G_{\text{в}}^{\text{з}} = G_{\text{в}} - [G_{\text{в}}^{\text{с.р}} + G_{\text{в}}^{\text{ц.р}} + G_{\text{в}}^{\text{др.с}}] \quad (3.11)$$

$$G_{\text{в}}^{\text{з}} = 83,53 - [1,8 + 4,0 + 9,0] = 68,73 \text{ кг.}$$

Таблиця 3.5 – Пофазна рецептура для виробництва хліба «Дієтичний безбілковий», кг, на 100 кг борошна

Сировина і напівфабрикати	Маса, кг	Тісто
Крохмаль кукурудзяний	80,0	80,0
Крохмаль картопляний	20,0	20,0
Дріжджовий розчин	12,0	12,0
Сольовий розчин	2,4	2,4
Олія соняшникова	3,0	3,0
Цукровий розчин	8,0	8,0
Камедь гуару	0,7	0,7
Камедь ксантану	0,3	0,3
Вода	68,73	68,73
Разом	195,13	195,13

Розрахунок рецептури для хліба «Безглютеновий особливий».

Даний розрахунок проводимо аналогічно до попереднього виробу [45,46].

Таблиця 3.6 – Співвідношення сухих речовин та вологи в сировині тіста хліба «Безглютеновий особливий»

Сировина	Маса, кг	Вологість, %	Масова частка с. р, %	Масова частка с. р, кг
Борошно рису бурого	7,0	9,0	91,0	6,37
Борошно із кіноа	20,0	9,0	91,0	18,2
Крохмаль кукурудзяний	73,0	13,0	85,0	63,51
Дріжджі хлібопекарські пресовані	3,0	75,0	25,0	0,75
Сіль кухонна харчова	0,6	-	100,0	0,6
Олія соняшникова	3,0	0,1	99,9	2,997
Цукор білий	4,0	0,15	99,85	3,994
Камедь гуару	0,7	12,0	88,0	0,616
Камедь ксантану	0,3	12,0	88,0	0,264
Разом	111,6	-	-	97,301

Масу тіста визначаємо згідно формули 3.5, до попереднього розрахунку:

$$W_T = W_B + 1; W_B = 57,0 + 0,5 = 57,5 \%$$

$$G_T = \frac{97,301 \cdot 100}{100 - 57,5} = 228,94 \text{ кг.}$$

Переводжу сировину в розчини:

Сіль у сольовий розчин за формулою 3.6:

$$G_{c.p} = \frac{0,6 \cdot 100}{25} = 2,4 \text{ кг}$$

Маса води в сольовому розчині згідно формули 3.7:

$$G_B^{c.p} = 2,4 - 0,6 = 1,8 \text{ кг}$$

Цукор переводжу в розчин цукровий за формулою 3.6:

$$G_{ц.p} = \frac{4,0 \cdot 100}{50} = 8,0 \text{ кг.}$$

Маса води в цукровому розчині згідно формули 3.7:

$$G_B^{ц.p} = 8,0 - 4,0 = 4,0 \text{ кг.}$$

За формулою 3.8 проводжу розрахунок дріжджового розчину:

$$G_{\text{др.с}} = 3,0 + 3,0 \times 3 = 12,0 \text{ кг.}$$

Кількість води в дріжджовій суспензії за розрахунковими даними:

$$G_{\text{в}}^{\text{др.с}} = 12,0 - 3,0 = 9,0 \text{ кг.}$$

Кількість води на заміс тіста становить за формулою 3.10 становить:

$$G_{\text{в}}^{\text{т}} = 228,94 - 111,6 = 117,34 \text{ кг.}$$

Розраховую масу води в тісті з урахуванням замін 3.11:

$$G_{\text{в}}^{\text{з}} = 117,34 - [1,8 + 4,0 + 9,0] = 102,54 \text{ кг.}$$

Таблиця 3.7 – Пофазна рецептура для виробництва хліба «Безглютеновий особливий», кг, на 100 кг борошна

Сировина і напівфабрикати	Маса, кг	Тісто
Борошно рису бурого	7,0	7,0
Борошно із кіноа	20,0	20,0
Крохмаль кукурудзяний	73,0	73,0
Дріжджовий розчин	12,0	12,0
Сольовий розчин	2,4	2,4
Олія соняшникова	3,0	3,0
Цукровий розчин	8,0	8,0
Камедь гуару	0,7	0,7
Камедь ксантану	0,3	0,3
Вода	102,54	102,54
Разом	228,94	228,94

3.1.4 Розрахунок виходу виробів

Вихід заданого асортименту виробів ми визначаємо відповідно до розрахунку виходу тіста, також враховуємо технологічні витрати і затрати при його виготовленні [45, 46]:

Розрахунок виходу хліба «Дієтичний безбілковий»

Для хліба «Дієтичний безбілковий» вихід, що передбачається знаходжу за формулою:

$$B_{\phi} = G_T - (B_{\phi} + B_T + Z_{\text{бр}} + Z_{\text{обр}} + Z_{\text{уп}} + Z_{\text{укл}} + Z_{\text{ус}} + B_{\text{кр}} + B_{\text{шт}} + B_{\text{бр}}) \quad (3.12)$$

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

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

$Z_{\text{бр}}$ – затрати під час бродіння напівфабрикатів;

$Z_{\text{обр}}$ – затрати під час оброблення тіста;

$Z_{\text{уп}}$ – затрати під час упікання;

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

$Z_{\text{ус}}$ – затрати під час зберігання хліба (усихання);

$B_{\text{кр}}$ – втрати хліба у вигляді крихт та лому;

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

$B_{\text{бр}}$ – втрати від переробки браку.

Відповідно до формули визначаю вологість середньозволожену сировини:

$$W_{\text{сер}} = \frac{G_{\text{к.к}} \cdot W_{\text{к.к}} + G_{\text{к.кр}} \cdot W_{\text{к.кр}} + G_{\text{др}} \cdot W_{\text{др}} + G_{\text{с}} + G_{\text{ц}} \cdot W_{\text{ц}} + G_{\text{о.с}} \cdot W_{\text{о.с}} + G_{\text{к.г}} \cdot W_{\text{к.г}} + G_{\text{к.к}} \cdot W_{\text{к.к}}}{G_{\text{б.р}} + G_{\text{к.к}} + G_{\text{к.кр}} + G_{\text{др}} + G_{\text{с}} + G_{\text{ц}} + G_{\text{о.с}} + G_{\text{к.г}} + G_{\text{к.к}}} \quad (3.13)$$

$W_{\text{б}} + W_{\text{др}}$ – вологість сировини, %.

$$W_{\text{сер}} = \frac{80,0 \cdot 13,0 + 20,0 \cdot 17,0 + 3,0 \cdot 75,0 + 0,6 + 3,0 \cdot 0,1 + 4,0 \cdot 0,15 + 0,7 \cdot 12,0 + 0,3 \cdot 12,0}{80,0 + 20,0 + 3,0 + 0,6 + 3,0 + 4,0 + 0,7 + 0,3} = 14,5 \%$$

Проводжу розрахунок маси тіста згідно формули:

$$G_T = \frac{G_{\text{сир}} \cdot (100 + W_{\text{сир}})}{(100 - W_T)} \quad (3.14)$$

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

$$G_T = \frac{111,6 \cdot (100 - 14,5)}{100 - 51,1} = 195,13 \text{ кг.}$$

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

Визначаю втрати борошна в тісті до замішування тіста B_{ϕ} , кг. [45]:

$$B_{\phi} = \frac{g_{\phi} \cdot (100 - W_{\phi})}{100 - W_T} \quad (3.15)$$

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

$$B_6 = \frac{0,06 \cdot (100 - 13,0)}{100 - 51,1} = 0,1 \%$$

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

$$B_T = \frac{g_T \cdot (100 - W_{cp1})}{100 - W_T} \quad (3.16)$$

де g_T – втрати борошна до замішування напівфабрикатів, % до маси борошна; $g_T = 0,03-0,05 \%$ [45].

де W_c^1 – вологість відходів, %;

$$W_c^1 = \frac{G_T \cdot W_T + 100 \cdot W_6}{G_T + 100} \quad (3.17)$$

$$W_c^1 = \frac{195,13 \cdot 51,1 + 100 \cdot 13,0}{195,13 + 100} = 38,52 \%$$

$$B_T = \frac{0,05 \cdot (100 - 38,52)}{100 - 51,1} = 0,06 \%$$

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

$$Z_{бр} = \frac{C_{сух} \cdot 0,96 \cdot (G_{сир} - g_{обр}) \cdot (100 - W_{cp})}{1,96 \cdot 100 \cdot (100 - W_T)} \quad (3.18)$$

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

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

$g_{обр} = 0,6-1,0 \%$ [45, дод. 10].

$$Z_{бр} = \frac{3,3 \cdot 0,96 \cdot (111,6 - 1,0) \cdot (100 - 38,52)}{1,96 \cdot 100 \cdot (100 - 51,1)} = 2,27 \%$$

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

$$Z_{обр} = \frac{g_{обр} \cdot (W_T - W_6)}{100 - W_T} \quad (3.19)$$

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

$g_{обр} = 0,6 - 1,0 \%$ [41, додаток 10].

$$Z_{обр} = \frac{1,0 \cdot (51,1 - 13,0)}{100 - 51,1} = 0,78 \%$$

Затрати від упікання, $Z_{уп}$, кг:

$$Z_{уп} = \frac{g_{уп} \cdot [G_T - (B_6 + B_T + Z_{бр} + Z_{обр})]}{100} \quad (3.20)$$

де $g_{уп}$ – затрати на упікання, % до маси тістової заготовки; $g_{уп} = 6,0 - 12,0 \%$

$$Z_{уп} = \frac{12 \cdot [195,13 - (0,1 + 0,06 + 2,27 + 0,78)]}{100} = 23,03 \%$$

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

$$Z_{\text{укл}} = \frac{g_{\text{укл}} * [G_{\text{т}} - (B_{\text{б}} + V_{\text{т}} + 3_{\text{бр}} + 3_{\text{обр}} + 3_{\text{уп}})]}{100} \quad (3.21)$$

де $g_{\text{укл}}$ – затрати під час укладання гарячого хліба, % до маси гарячого хліба; $g_{\text{укл}} = 0,5-0,8$ [45, дод. 10].

$$Z_{\text{укл}} = \frac{0,8 * [195,13 - (0,1 + 0,06 + 2,27 + 0,78 + 23,03)]}{100} = 1,35 \%$$

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

$$Z_{\text{ус}} = \frac{g_{\text{ус}} * [G_{\text{т}} - (B_{\text{б}} + V_{\text{т}} + 3_{\text{бр}} + 3_{\text{обр}} + 3_{\text{уп}} + 3_{\text{укл}})]}{100} \quad (3.22)$$

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

$$Z_{\text{ус}} = \frac{4,0 * [195,13 - (0,1 + 0,06 + 2,27 + 0,78 + 23,03 + 1,35)]}{100} = 6,7 \%$$

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

$$V_{\text{шт}} = \frac{g_{\text{шт}} * [G_{\text{т}} - (B_{\text{б}} + V_{\text{т}} + 3_{\text{бр}} + 3_{\text{обр}} + 3_{\text{уп}} + 3_{\text{укл}} + 3_{\text{ус}})]}{100} \quad (3.23)$$

де $g_{\text{шт}}$ – втрати внаслідок відхилення маси хліба, % до маси гарячого хліба; $g_{\text{шт}} = 0,4-0,5 \%$ [45, дод. 10].

$$V_{\text{шт}} = \frac{0,5 * [195,13 - (0,1 + 0,06 + 2,27 + 0,78 + 23,03 + 1,35 + 6,7)]}{100} = 0,8 \%$$

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

$$V_{\text{кр}} = \frac{g_{\text{кр}} * [G_{\text{т}} - (B_{\text{б}} + V_{\text{т}} + 3_{\text{бр}} + 3_{\text{обр}} + 3_{\text{уп}} + 3_{\text{укл}} + 3_{\text{ус}} + V_{\text{шт}})]}{100} \quad (3.24)$$

де $g_{\text{кр}}$ – втрати у вигляді крихти і лому, % до маси борошна; $g_{\text{кр}} = 0,03 \%$

$$V_{\text{кр}} = \frac{0,03 * [195,13 - (0,1 + 0,06 + 2,27 + 0,78 + 23,03 + 1,35 + 6,7 + 0,8)]}{100} = 0,048 \%$$

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

$$V_{\text{бр}} = \frac{g_{\text{бр}} * [G_{\text{т}} - (B_{\text{б}} + V_{\text{т}} + 3_{\text{бр}} + 3_{\text{обр}} + 3_{\text{уп}} + 3_{\text{укл}} + 3_{\text{ус}} + V_{\text{шт}} + V_{\text{кр}})]}{100} \quad (3.25)$$

де $g_{\text{бр}}$ – втрати від переробки бракованих виробів, % до маси борошна, $g_{\text{бр}} = 0,02 \%$

$$V_{\text{кр}} = \frac{0,02 * [195,13 - (0,1 + 0,06 + 2,27 + 0,78 + 23,03 + 1,35 + 6,7 + 0,8 + 0,048)]}{100} = 0,032\%$$

Для хліба «Дієтичний безбілковий» фактичний вихід становитиме:

$$V_{\phi} = 195,13 - (0,1 + 0,06 + 2,27 + 0,78 + 23,03 + 1,35 + 6,7 + 0,8 + 0,048 + 0,032) = 159,9\%$$

Плановий показник виходу хліба «Дієтичний безбілковий» становить 156,0 %, що дає підстави стверджувати, що фактично отриманий розрахунковий вихід незначно перевищує запроєктоване значення [46].

Розрахунок виходу хліба «Безглютеновий особливий» здійснюється на основі визначення середньозваженої масової частки вологи у сировині, яка використовується у рецептурі. Відповідні обчислення виконують згідно з формулою (3.12).

$$W_{\text{сер}} = \frac{7,0 \cdot 9,0 + 20,0 \cdot 9,0 + 73,0 \cdot 13,0 + 3,0 \cdot 75,0 + 0,6 + 3,0 \cdot 0,1 + 4,0 \cdot 0,15 + 0,7 \cdot 12,0 + 0,3 \cdot 12,0}{7,0 + 20,0 + 73,0 + 3,0 + 0,6 + 3,0 + 4,0 + 0,7 + 0,3} = 12,82 \%$$

Розраховую масу тіста – 3.14:

$$C_T = \frac{111,6 \cdot (100 - 12,82)}{100 - 57,5} = 228,94 \text{ кг.}$$

Усі втрати і затрати, що розраховують, виражають у перерахунку на масу тіста у кілограмах [45].

Втрати борошна і напівфабрикатів від замішування тіста B_6 , кг, визначаю за формулою (3.15):

$$B_6 = \frac{0,05 \cdot (100 - 13,0)}{100 - 57,5} = 0,1 \%$$

Втрати борошна і напівфабрикатів від замішування до випікання B_T , кг, визначаю за формулою (3.17):

$$W_c^1 = \frac{228,94 \cdot 57,5 + 100 \cdot 13,0}{228,94 + 100} = 43,97 \%$$

$$B_T = \frac{0,05 \cdot (100 - 43,97)}{100 - 57,5} = 0,066 \%$$

Затрати при бродінні напівфабрикатів Z_{6p} , кг, визначаю за формулою (3.18):

$$Z_{6p} = \frac{3,3 \cdot 0,96 \cdot (111,6 - 1,0) \cdot (100 - 12,82)}{1,96 \cdot 100 \cdot (100 - 57,5)} = 3,67 \%$$

Визначаю за формулою (3.19) затрати на оброблення тіста $Z_{обp}$, кг:

$$Z_{обp} = \frac{1,0 \cdot (57,5 - 13,0)}{100,0 - 57,5} = 1,0 \%$$

Затрати від упікання $Z_{уп}$, кг, визначаю за формулою (3.20):

$$З_{уп} = \frac{12 \cdot [228,94 - (0,1 + 0,066 + 3,67 + 1,0)]}{100} = 26,89 \%$$

Затрати при укладання $З_{укл}$, кг, визначаю за формулою (3.21):

$$З_{укл} = \frac{0,8 \cdot [228,94 - (0,1 + 0,066 + 3,67 + 1,0 + 26,89)]}{100} = 1,58 \%$$

Затрати від усихання $З_{ус}$, кг, визначаю за формулою (3.22):

$$З_{ус} = \frac{4,0 \cdot [228,94 - (0,1 + 0,066 + 3,67 + 1,0 + 26,89 + 1,58)]}{100} = 7,83 \%$$

Визначаю втрати від неточної маси штучних виробів $В_{шт}$, кг, за формулою (3.23):

$$В_{шт} = \frac{0,5 \cdot [228,94 - (0,1 + 0,066 + 3,67 + 1,0 + 26,89 + 1,58 + 7,83)]}{100} = 0,94 \%$$

Втрати від крихт і лому, $В_{кр}$, кг, визначаю за формулою (3.24):

$$В_{кр} = \frac{0,03 \cdot [228,94 - (0,1 + 0,066 + 3,67 + 1,0 + 26,89 + 1,58 + 7,83 + 0,94)]}{100} = 0,06 \%$$

Втрати від переробки браку $В_{бр}$, кг, визначаю за формулою (3.25):

$$В_{бр} = \frac{0,02 \cdot [228,94 - (0,1 + 0,066 + 3,67 + 1,0 + 26,89 + 1,58 + 7,83 + 0,94 + 0,06)]}{100} = 0,037 \%$$

Для хліба «Безглютеновий особливий» передбачений вихід становитиме:

$$В_{ф} = 228,94 - (0,1 + 0,066 + 3,67 + 1,0 + 26,89 + 1,58 + 7,83 + 0,94 + 0,06 + 0,037) = 186,8 \%$$

Планом передбачено для хліба «Безглютеновий особливий» вихід в 180,0% [46]

3.1.5 Розрахунок виробничих рецептур і вибір технологічних параметрів

Для замішування хліба «Дієтичний безбілковий» було обрано періодичний спосіб приготування напівфабрикату.

Ритм замішування та кількість діж для розрахунку напівфабрикатів здійснюють виходячи з витрат борошна (згідно заданих даних перерахунок проводимо на основну сировину) за годину для замішування напівфабрикатів [44].

Насамперед розраховую масу борошна, що максимально може бути завантажено у діжу $G_{д}^б$, кг, за формулою:

$$G_{\text{д}}^{\text{б}} = \frac{V_{\text{д}} * q}{100}, \text{ кг} \quad (3.26)$$

Для тіста:

$$G_{\text{д}}^{\text{б}} = \frac{140 * 32}{100} = 44,8 \text{ кг/год}$$

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

$$G_{\text{год}} = \frac{P_{\text{год}} * 100}{V_{\text{п}}}, \text{ кг/год} \quad (3.27)$$

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

$$G_{\text{год}} = \frac{110,88 * 100}{156,0} = 71,1 \text{ кг/год}$$

$$D_{\text{год}} = \frac{G_{\text{б}}^{\text{год}}}{G_{\text{б}}^{\text{д}}} \quad (3.28)$$

Для тіста:

$$D_{\text{год}} = \frac{71,1}{44,8} = 0,9 = 1,58 \text{ шт.}$$

Згідно розрахунків – 2 діжі.

Тоді, за формулою ритм замішування, хв, дорівнює:

$$r = \frac{60}{D_{\text{год}}} \quad (3.29)$$

Виріб тіста:

$$r = \frac{60}{1} = 60 \text{ хв.}$$

Кількість діж розраховують, виходячи з їх зайнятості на замішування напівфабрикатів [45].

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

$$t_{\text{д}}^{\text{т}} = t_{\text{зам}}^{\text{т}} + t_{\text{дод}} \quad (3.30)$$

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

Для тіста:

$$t_{\text{д}}^{\text{т}} = 10 + 10 = 20 \text{ хв.}$$

Необхідну кількість діж для приготування тіста визначаю за формулою:

$$D_{\text{т}} = \frac{t_{\text{д}}^{\text{т}}}{r} \quad (3.31)$$

$$D_{\text{т}} = \frac{20}{60,0} = 0,3 = 1 \text{ шт.}$$

Отже на технологічний процес потрібно дві тістомісильні машини марки ТММ-1М та одна діжа додатково [45, 48].

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

$$t_B^T = t_T + \frac{G_o^T * C_o * (t_T - t_o)}{G_B * C_B} \quad (3.35)$$

$$t_B^T = 28 + \frac{60 * 1,257 * (28 - 20)}{68,73 * 4,19} = 30,1 \text{ °C}$$

У таблицю технологічних режимів вносимо розрахункову величину маси шматків $n_{\text{шм}}^T$, кг.:

$$n_{\text{шм}}^T = \frac{G_{\text{хл}} * 100 * 100}{(100 - G_{\text{уп}}) * (100 - G_{\text{ус}})} \quad (3.36)$$

де $G_{\text{хл}}$ – маса готового виробу, кг ($G_{\text{хл}} = 0,22$ кг.);

$$n_{\text{шм}}^T = \frac{0,22 * 100 * 100}{(100 - 23,03) * (100 - 6,7)} = 0,3 \text{ кг.}$$

Таблиця 3.8 – Технологічний режим приготування хліба «Дістичний безбілковий»

Параметри процесів	Одиниці виміру	Тісто
Початкова температура	°C	30,1
Кінцева кислотність	град	1,2
Вологість	%	51,1
Маса шматків тіста	кг	0,3
Тривалість вистоювання	хв	60
Температура у вистійній шафі	°C	40
Відносна вологість у вистійній шафі	%	75
Тривалість випікання	хв	22-35
Температура пекарної камери	°C	200

Для замішування виробу «Безглютеновий особливий» також обрано періодичний спосіб приготування напівфабрикату [44]. Тому розрахунок відбуватиметься за аналогією до попереднього виробу, але з врахуванням технологічних показників.

Маса крохмалю 3.26:

$$G_d^6 = \frac{140 * 32}{100} = 44,8 \text{ кг/год}$$

Потім, відповідно до формули розраховую необхідну кількість діж для забезпечення годинної продуктивності печі за формулою 3.27:

$$G_{\text{год}} = \frac{110,88 \cdot 100}{156,0} = 71,1 \text{ кг/год}$$

$$D_{\text{год}} = \frac{71,1}{44,8} = 0,9 = 1,58 \text{ шт.}$$

Приймаємо 2 діжі.

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

Кількість діж розраховують, виходячи з їх зайнятості на замішування напівфабрикатів [44].

Зайнятість діж t_d хв., обчислюють за формулою 3.30:

$$t_d^T = 10 + 10 = 20 \text{ хв.}$$

$$D_T = \frac{20}{60,0} = 0,3 = 1 \text{ шт.}$$

Отже на технологічний процес потрібно дві тістомісильні машини марки ТММ 1М та одна діжа додатково [44, 47].

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

$$t_B^T = 28 + \frac{60 \cdot 1,257 \cdot (28 - 20)}{102,54 \cdot 4,19} = 29,4 \text{ °C}$$

У таблицю технологічних режимів вносимо розрахункову величину маси шматків $n_{\text{шм}}^T$, кг. Згідно формули 3.36:

$$n_{\text{шм}}^T = \frac{0,22 \cdot 100 \cdot 100}{(100 - 26,89) \cdot (100 - 7,93)} = 0,33 \text{ кг.}$$

Таблиця 3.9 – Технологічний режим приготування хліба «Безглютеновий особливий»

Параметри процесів	Одиниці виміру	Тісто
Початкова температура	°C	29,4
Кінцева кислотність	град	1,2
Вологість	%	57,5
Маса шматків тіста	кг	0,33
Тривалість вистоювання	хв	50-60
Температура у вистійній шафі	°C	40
Відносна вологість у вистійній шафі	%	75
Тривалість випікання	хв	22-35
Температура пекарної камери	°C	200

3.2 Вибір та обґрунтування технологічних процесів і режимів виробництва

3.2.1 Вимоги до сировини використовуваної для виробництва запроєктованого асортименту

В якості сировини для виробництва хліба використовують:

ДСТУ 3976-2000 Крохмаль кукурудзяний. Технічні умови. Чинний від 01-01-2001. К.: Держстандарт України, 2001. 12 с.

ДСТУ 3975-2000 Крохмаль картопляний. Технічні умови. Чинний від 01-01-2001. К.: Держстандарт України, 2001. 11 с.

ДСТУ 4188-2003 Борошно рисове. Технічні умови. Чинний від 01-01-2004. К.: Держспоживстандарт України, 2004. 10 с.

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

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

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

ДСТУ 4492:2017 Олія соняшникова. Технічні умови Чинний від 01-07-2017. К.: ДП «УкрНДНЦ», 2017. 16 с.

Борошно з кіноа. Технічні вимоги. Codex Alimentarius. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) – Quality and Safety Parameters. CAC/GL 92-2017. Чинний. Rome: FAO/WHO, 2017. 10 с.

Камедь гуару (харчова добавка E412). Технічні вимоги. Codex Alimentarius. General Standard for Food Additives. CXS 192-1995. Чинний. Rome: FAO/WHO, 1995. 45 с.

Камедь ксантанова (харчова добавка E415). Технічні вимоги. Codex Alimentarius. General Standard for Food Additives. CXS 192-1995. Чинний. Rome: FAO/WHO, 1995. 45 с.

3.2.2 Обґрунтування та опис технології запроектованого асортименту

Відповідно до тематики заданої кваліфікаційної роботи магістра та враховуючи вихідні дані передбачено тарне зберігання крохмалю та борошна. Сировина надходить на підприємство в мішках і розміщується у складському приміщенні з дотриманням вимог складського зберігання: мішки формують у штабелі по 12 одиниць у ряд і до 5 мішків у висоту. Така схема укладання забезпечує раціональне використання площі складу та збереження якості сировини протягом нормативного терміну зберігання.

Перед подачею у виробництво борошно підлягає обов'язковому просіюванню з використанням просіювача марки ВП–0,15/220–150 (л. 1, п. 6), що дозволяє видалити механічні домішки, а також наситити сировину повітрям і покращити її технологічні властивості. Замішування напівфабрикатів для хлібів «Дієтичний безбілковий» та «Безглютеновий особливий» здійснюється у тістомісильних машинах періодичної дії з підкатними діжами ТММ 1М (л. 1, п. 11).

Подача компонентів у діжу відбувається поетапно: з дозатора борошна Ш2–ХДА (л.1, п.5) завантажуються необхідна кількість борошняної сировини, після чого з дозатора рідких компонентів Ш2–ХДБ (л. 1, п. 9) вносять підготовлені розчини солі та цукру, рослинну олію, а також попередньо розведені дріжджі. Додатково до рецептури вводять просіяну камедь, яка виконує функцію структуроутворювача та сприяє стабілізації реологічних властивостей безглютенового тіста.

Після завершення процесу замішування тісто без затримки подають на тістоокруглювач марки Т1–ХТН (л. 1, п. 13), де заготовкам надається рівномірна форма. Сформовані тістові заготовки вручну укладають у форми-трійники, які встановлюють на спеціальні візки та транспортують до машини для ферментації Л4–ХІМ/5 (л. 1, п. 15) для проведення остаточного вистоювання.

У процесі вистоювання об'єм тістових заготовок збільшується приблизно у 1,5 – 2 рази, що є необхідною умовою для формування розпушеної структури та відновлення внутрішньої будови тіста. Оптимальними параметрами

ферментації вважаються температура в межах 35 - 40 °С та відносна вологість повітря 70 - 75%. Тривалість вистоювання для заданого асортименту виробів становить 50 - 60 хвилин.

Після завершення вистоювання форми з тістовими заготовками подають у секції шафової печі (л. 1, п. 16) для випікання. Тривалість випікання залежить від маси та виду виробу і становить в даному випадку 22 - 35 хвилин.

Готові хлібобулочні вироби після виходу з печі піддають охолодженню, після чого їх виймають з форм, укладають на контейнери (л. 1, п. 14) та направляють до експедиції для подальшої реалізації [46, 48, 49].

На підставі викладеного можна зробити висновок, що впровадження удосконаленої технології виробництва хліба «Безглютеновий особливий» не потребує значних додаткових капіталовкладень у технологічне обладнання, оскільки реалізується на базі наявних виробничих потужностей, що є важливою перевагою з економічної точки зору.

3.2.3 Організація технохімічного і мікробіологічного контролю запроєктованого асортименту

Технологічний і хімічний контроль на хлібозаводах полягає в детальному контролі якості основних і допоміжних інгредієнтів, що надходять у виробництво, і контролі технічного перебігу [47].

Таблиця 3.10 – Схема контролю якості сировини, напівфабрикатів і готової продукції

Стадії технологічного процесу, які потребують контролю випромінювання	Найменування засобів випромінювання	Межі показників по шкалі	Інтервали зважувань	Клас точності, ціна поділки, похибки
1	2	3	4	5
1.Дозування борошна	КБД-С	0-100 кг	0-100 кг	+/- 1,0%
2.Визначення кислотності напівфабрикату і готової продукції	Ваги лабораторні загального призначення	0-200 гр	0-200 г	+/-0,5гр 4 клас

Продовження табл. 3.10

1	2	3	4	5
3.Визначення щільності розчинів	Ареометр загального призначення, тип А	700-1840 кг/м ³	-	Ціна поділу +/- 1кг/м ³ Похибка +/- 1%
4.Контроль тривалості бродіння і вистойки напівфабрикатів	Годинники електронні	1-12 год	1-12 год	Ціна поділу 1хв
5.Контроль точності ділення тіста на куски, маси випікання штучних виробів	Ваги настільні циферблатні РМ-10Ц134	0-1000 гр	100-2500г	Ціна поділу 5г, Похибка +/- 0,5од. +/-2,5гр
6.Визначення температури напівфабрикатів і готових виробів	Термометри технічні, термометри контактні для лабораторних пристроїв ТЗК	0-100 °С 0-300 °С	0-100 °С 0-300 °С	Ціна поділу 1°С Похибка +1°С
7.Визначення вологості у напівфабрикатах і готових виробів	Сушильна шафа СЕШ-3М	5-40 °С 5-40 °С	5-40 °С відносна вологість 0-93%	Похибка 2% Похибка 2%
8.Контроль температури і відносної вологості повітря у камері для ви стойки	Гігрометр ГС-210 Гігрометр психрометричний ВІТ-2	0-100 0-200 0-300	0-100 0-200 0-300	+/-1 °С
9.Контроль температури пекарної камери	Термометр манометричний ТГ-2С-712	Мпа 0,1 0,25 1,6 2,5 4	-	+/-3% 1,5 1,0 1,0 клас точності
10.Контроль параметрів пару пекарної камери	Манометр пружинний тип МШО1-100	0-100 хв 0-60 хв	-	Клас точності 2,5
11.Контроль температури пекарної камери	Термометри манометричні ТГ2С-712	0-100 50-150 0-150 0-200	0-100 50-150 0-150 0-200	Клас точн. 1,5 1,5 1,0 1,0
12.Визначення лінійних розмірів	Металічна лінійка штангенциркуль	-	-	Ціна поділу 1мм Клас точності 0,5
13.Дозування рідких компонентів	КБД-Р	0-100 кг	0-100 кг	+/- 1,0%

3.3 Забезпечення технологічного процесу виробництва запроєктованого асортименту

3.3.1 Розрахунок витрат сировини і площ для її зберігання

Розрахунок витрат сировини для хліба «Дієтичний безбілковий»:

Згідно заданих даних та враховуючи розрахункові проводимо обрахунок, $G_k^{\text{год}}$, кг/год [44]:

$$G_k^{\text{год}} = \frac{P_{\text{год}} \cdot 100}{B_x} \quad (3.37)$$

$$G_k^{\text{год}} = \frac{110,88 \cdot 100}{156,0} = 71,08 \text{ кг/год}$$

Сировинні витрати за одну добу $G_6^{\text{доб}}$, кг/доб, складатимуть:

$$G_6^{\text{доб}} = G_k^{\text{год}} \times 23 \quad (3.38)$$

$$G_{6k}^{\text{доб}} = 71,08 \times 23 = 1634,84 \text{ кг/доб}$$

Розраховую добову витрату дріжджів за формулою:

$$G_{\text{др}}^{\text{доб}} = \frac{G_6^{\text{доб}} \cdot C}{100} \quad (3.39)$$

де C – маса дріжджів.

$$G_{\text{др}}^{\text{доб}} = \frac{1634,84 \cdot 3,0}{100} = 49,05 \text{ кг/доб}$$

Розраховую добову витрату солі, кг:

Для розрахунку добової витрати солі використовую показник витрати товарної кухонної солі, G_c^T , % до маси борошна, який обчислюю за формулою [44]:

$$G_c^T = \frac{C_s \cdot 100}{(100 - W_c) \cdot \frac{100 - 0,85}{100} - 0,6 \cdot H} \quad (3.40)$$

$$G_c^T = \frac{0,6 \cdot 100}{(100 - 0,25) \cdot \frac{100 - 0,85}{100} - 0,6 \cdot 0,85} = 0,62 \text{ кг.}$$

$$G_c^{\text{доб}} = \frac{G_6^{\text{доб}} \cdot G_c^T}{100} \quad (3.41)$$

$$G_c^{\text{доб}} = \frac{1634,84 \cdot 0,62}{100} = 10,14 \text{ кг/доб}$$

Розраховую добову потребу цукру за формулою (3.41):

$$G_{\text{ц}}^{\text{доб}} = \frac{1634,84 \cdot 4,0}{100} = 65,39 \text{ кг/доб}$$

Здійснюю розрахунок добової потреби олії соняшникової:

$$G_{o.c}^{доб} = \frac{1634,84 * 3,0}{100} = 49,05 \text{ кг/доб}$$

Здійснюю розрахунок добової потреби камедю гуару:

$$G_{o.c}^{доб} = \frac{1634,84 * 0,7}{100} = 11,44 \text{ кг/доб}$$

Здійснюю розрахунок добової потреби камедю ксантану:

$$G_{o.c}^{доб} = \frac{1634,84 * 0,3}{100} = 4,9 \text{ кг/доб}$$

Розрахунок витрат сировини для хліба «Безглютеновий оригінальний»:

$$G_k^{год} = \frac{110,88 * 100}{180,0} = 61,6 \text{ кг/год}$$

Сировинні витрати за одну добу $G_6^{доб}$, кг/доб, складатимуть:

$$G_{бк}^{доб} = 61,6 \times 23 = 1416,8 \text{ кг/доб}$$

Розраховую добову витрату дріжджів за формулою 3.39:

$$G_{др}^{доб} = \frac{1416,8 * 3,0}{100} = 42,5 \text{ кг/доб}$$

Розраховую добову витрату солі, кг за формулами 3.30 - 3.41:

$$G_c^T = \frac{0,6 * 100}{(100 - 0,25) * \frac{100 - 0,85}{100} - 0,6 * 0,85} = 0,62 \text{ кг.}$$

$$G_c^{доб} = \frac{1416,8 * 0,62}{100} = 8,78 \text{ кг/доб}$$

Розраховую добову потребу цукру за формулою 3.41:

$$G_{ц}^{доб} = \frac{1416,8 * 4,0}{100} = 56,67 \text{ кг/доб}$$

Здійснюю розрахунок добової потреби олії соняшникової:

$$G_{o.c}^{доб} = \frac{1416,8 * 3,0}{100} = 42,5 \text{ кг/доб}$$

Здійснюю розрахунок добової потреби камедю гуару:

$$G_{к.г}^{доб} = \frac{1416,8 * 0,7}{100} = 9,92 \text{ кг/доб}$$

Здійснюю розрахунок добової потреби камедю ксантану:

$$G_{к.к}^{доб} = \frac{1416,8 * 0,3}{100} = 4,3 \text{ кг/доб}$$

Таблиця 3.11 – Добова витрата сировини

Сировина	Хліб «Дієтичний безбілковий»	Хліб «Безглютеновий особливий»	Разом
Борошно рису бурого	-	99,18	99,18
Борошно із кіноа	-	283,36	283,36
Крохмаль кукурудзяний	1307,87	1034,26	2342,13
Крохмаль картопляний	326,97	-	326,97
Дріжджі хлібопекарські пресовані	49,05	42,5	91,55
Сіль кухонна харчова	10,14	8,78	18,92
Олія соняшникова	49,05	42,5	91,55
Цукор білий	65,39	56,67	122,06
Камедь гуару	11,44	9,92	21,36
Камедь ксантану	4,9	4,3	9,2

Розрахунок площ для зберігання сировини [44, 45].

Таблиця 3.12 – Сумарний запас сировини для виробництва виробів

Найменування сировини	Добові витрати	Спосіб зберігання	Нормативні терміни зберігання	Запас, діб	Необхідний запас сировини
Борошно рису бурого	99,18	У мішках (8 рядів)	6 – 8 місяців	7	694,26
Борошно із кіноа	283,36	У мішках (8 рядів)	6 – 8 місяців	7	1983,52
Крохмаль кукурудзяний	2342,13	У мішках (8 рядів)	6 – 8 місяців	5	11710,65
Крохмаль картопляний	326,97	У мішках (8 рядів)	6 – 8 місяців	5	1634,85
Дріжджі хлібопекарські пресовані	91,55	В ящиках на полицях	12 діб	3	274,65
Сіль кухонна харчова	18,92	В мішках (8 рядів)	1 рік	15	283,8

Продовження табл. 3.12

Олія соняшникова	91,55	В бочках	1 рік	15	1373,25
Цукор білий	122,06	В мішках (8 рядів)	1 рік	15	1830,9
Камедь гуару	21,36	В щільно закритих ящиках	1 рік	15	320,4
Камедь ксантану	9,2	В щільно закритих ящиках	1 рік	15	138,0

Здійснюю розрахунок сировини площ необхідних для зберігання:

Площа для зберігання борошна рису бурого та борошна із кіноа [45]:

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

де G_b – 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; ($\mu = 1,25$)

$$F = \frac{2947,78 * (1,25 * 1,0)}{50 * 24} * 1,25 = 3,84 \text{ м}^2$$

Площа для зберігання крохмалю картопляного та кукурудзяного [45]:

$$F = \frac{13345,5 * (1,25 * 1,0)}{50 * 24} * 1,25 = 17,38 \text{ м}^2$$

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 , кг/м^2 [45].

Площа складу для солі:

$$F_c^c = \frac{283,8}{800} = 0,4 \text{ м}^2$$

Площа складу для білого цукру:

$$F_c^c = \frac{1830,9}{800} = 2,3 \text{ м}^2$$

Площа для олії:

$$F_{o.c}^c = \frac{1373,25}{660} = 2,1 \text{ м}^2$$

Площа складу для камеді гуару:

$$F_{к.г}^c = \frac{320,4}{540} = 0,6 \text{ м}^2$$

Площа складу для камеді ксантану:

$$F_{к.к}^c = \frac{138,0}{540} = 0,25 \text{ м}^2$$

Розраховую необхідну площу холодильної камери для зберігання дріжджів:

$$F_{др}^c = \frac{274,65}{540} = 0,5 \text{ м}^2$$

Таким чином площа складу для тарного зберігання сировини становитиме

$$F_{заг} = 3,84 + 17,38 + 0,4 + 2,3 + 2,1 + 0,6 + 0,25 + 0,5 = 27,37 \text{ м}^2$$

Конструктивно приймаємо площу складу 36,0 м²

3.3.2 Розрахунок і вибір технологічного обладнання

Розрахунок обладнання просіювального відділення:

Відповідно до отриманого завдання для виробів «Дієтичний безбілковий» і «Безглютеновий особливий» нами за основу прийнятий крохмаль кукурудзяний, а також борошно із кіноа. Можна прийти до висновку, що ліній необхідно встановити дві, для кожного виду [45].

Розраховую кількість борошняних ліній за формулою:

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

де $Q_{б.л}^{год}$ – годинна продуктивність лінії т/год (згідно довідкових даних приймаємо на 5 – 10% менше за просіювача продуктивність).

Для розрахунку приймаю просіювач ВП – 0,15/220 – 150, продуктивність згідно технологічних характеристик становить 150 кг/год [48].

$$N_{б.л} = \frac{71,08 + 61,6}{0,15 * 90\%} = 0,9 = 1 \text{ шт.}$$

До встановлення приймаю дві просіювальну лінію.

Обрахунок обладнання для розробки напівфабрикатів.

Тістоподільники

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

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

Для хліба «Дієтичний безбілковий»:

$$N_d = \frac{110,88}{0,22 \cdot 60} = 8 \text{ шт/хв}$$

Для хліба «Безглютеновий особливий»:

$$N_d = \frac{110,88}{0,22 \cdot 60} = 8 \text{ шт/хв}$$

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

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

Для хліба «Дієтичний безбілковий»:

$$N = \frac{8 \cdot 1,05}{40} = 0,21 \approx 1 \text{ шт.}$$

Для хліба «Безглютеновий особливий»:

$$N = \frac{8 \cdot 1,05}{40} = 0,21 \approx 1 \text{ шт.}$$

Розраховую коефіцієнт використання тістоподільників за формулою:

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

Для хліба «Дієтичний безбілковий»:

$$\eta = \frac{8}{40} = 0,2 \leq 1$$

Для хліба «Безглютеновий особливий»:

$$\eta = \frac{8}{40} = 0,2 \leq 1$$

Для розробки даних виробів встановлюю тістоподільник А–2ХТН (від 8 до 40 шт/хв), в кількості 2 штуки, для поділу кожного виду тіста [44, 47].

Округлювальну машину не розраховують, а приймають згідно практичних та літературних рекомендацій. Вручну заготовки поміщаються у форми.

Попереднє вистоювання для виробів не проводиться.

Остаточне вистоювання

Для вистоювання тістових заготовок використовують ферментаційну шафу марки Л4–ХПМ/5. Конструктивно шафа дозволяє завантажити два стелажні візка [47].

Розрахунок ємності хлібосховища та експедиції.

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

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

Для хліба «Дієтичний безбілковий»:

$$N_{\text{л}}^{\text{год}} = \frac{110,88}{22 * 0,22} = 22 \text{ шт.}$$

Для хліба «Безглютеновий особливий»:

$$N_{\text{л}}^{\text{год}} = \frac{110,88}{22 * 0,22} = 22 \text{ шт.}$$

Потрібна кількість контейнерів на годину для зберігання виробів:

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

Для хліба «Дієтичний безбілковий» кількість контейнерів за годину буде:

$$N_{\text{год}} = \frac{22}{8} = 2,86 \approx 3 \text{ шт.}$$

Для хліба «Безглютеновий особливий» кількість контейнерів становитиме:

$$N_{\text{год}} = \frac{22}{8} = 2,86 \approx 3 \text{ шт.}$$

Розраховую ритм заповнення контейнерів, хв за формулою:

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

Для хліба «Дієтичний безбілковий» ритм становить:

$$R = \frac{60}{3} = 20 \text{ хв.}$$

Для хліба «Безглютеновий особливий»:

$$R = \frac{60}{3} = 20 \text{ хв.}$$

Необхідна кількість контейнерів на термін зберігання:

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

Для хліба «Дієтичний безбілковий»:

$$N_B = \frac{110,88 \cdot 8}{12 \cdot 0,22 \cdot 8} = 10,2 = 42 \text{ шт.}$$

Для хліба «Безглютеновий особливий»:

$$N_B = \frac{110,88 \cdot 8}{12 \cdot 0,22 \cdot 8} = 10,2 = 42 \text{ шт.}$$

Кількість загальна контейнерів марки А2-ХМТ-25 для зберігання хліба «Дієтичний безбілковий» визначається за формулою:

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

$$N_{\text{заг}} = 42 \times 2 + 20\% = 100 \text{ шт.}$$

Для зберігання хліба «Безглютеновий особливий» контейнерів загальна кількість становитиме:

$$N_{\text{заг}} = 42 \times 2 + 20\% = 100 \text{ шт.}$$

Для двох виробів становитиме контейнерів в загальному потрібно:

$$N_{\text{заг}} = 100 + 100 = 200 \text{ шт.}$$

Визначаю площу хлібосховища для виробів за формулою:

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

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

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

Для хліба «Дієтичний безбілковий»:

$$S_{\text{хл}} = \frac{110,88 \cdot 8 \cdot 30}{1000} = 14,8 = 26,6 \text{ м}^2$$

Для хліба «Безглютеновий особливий»:

$$S_{\text{хл}} = \frac{110,88 \cdot 8 \cdot 30}{1000} = 14,8 = 26,6 \text{ м}^2$$

Загальна площа складу:

$$S_{\text{хл}} = 26,6 + 26,6 = 53,2 \text{ м}^2$$

Обрахувую площу експедиції:

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

$$S_{\text{експ}} = 0,2 \times 53,2 = 10,64 \text{ м}^2, \text{ приймаємо } 12 \text{ м}^2$$

Таблиця 3.13 – Специфікація основного технологічного обладнання [45, 46, 47]

№ з/п	Найменування обладнання	Кількість	Габаритні розміри
1	Просіювач ВП – 0,15/220 – 150	2	452×620×870
2	Дозатор борошна Ш2 - ХДА	2	1540×870×1930
3	Бак холодної води	2	-
4	Бак гарячої води	2	-
5	Солерозчинник ХСР 3/2	2	-
6	Дріжджемішалка Х – 14	2	-
7	Дозатор рідких компонентів Ш2–ХДБ	2	1600×600×1500
8	Тістомісильна машина ТММ–1М	4	-
9	Діжа підкатна	4	Об’єм 140 л
10	Тістоподільник А2-ХТН	2	Кількість заготовок за хвилину від 8 до 60 2700*915*115
11	Тістоокруглювач Т1 – ХТН	2	Продуктивність 20-63 кг/год 1070×1030×1040
12	Ферментаційна шафа вистою Л4 – ХПМ/5	2	800×1600×1750
13	Піч шафова	2	1242×1260×1800
14	Контейнери А2–ХМТ–25	100	900×836×1737

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Охорона праці

Санітарно-гігієнічні вимоги до умов праці під час виконання роботи повинні бути відповідно визначених нормативів: Мікроклімат приміщення характеризується температурою, вологістю та швидкістю руху повітря, інтенсивністю радіації, переважно в інфрачервоній та ультрафіолетовій областях спектру електромагнітних випромінювань повинен відповідати установленим нормам і параметрам. Параметри мікроклімату у приміщенні мають забезпечувати комфортне самопочуття організму. Параметри мікроклімату закритих приміщень унормовані за санітарні норми ДСН 3.3.6.042-99 [50].

Освітлення приміщень та робочих місць має бути забезпечене відповідно до встановлених вимог. Відносно вікна робоче місце розміщено так, що природне світло збоку, переважно з лівого та забезпечує коефіцієнт природної освітленості не нижче 1,5 %. Освітленість за штучного освітлення в площині робочої поверхні 300 – 500 Лк. Відношення яскравості робочих поверхонь 3:1, а яскравість робочих поверхонь і стін (іншого обладнання) – 5:1 [50].

Дотримання вимог до рівнів шуму та вібрації. Шум часто є причиною зниження рівня працездатності, підвищення рівня загальної та професійної захворюваності, частоти виробничих травм. У разі тривалого систематичного впливу шуму може виникнути патологія з переважним ураженням слуху, центральної нервової і серцево-судинної систем. Мають дотримуватись допустимі рівні звукового тиску в октавних смугах частот, еквівалентні рівні звуку на робочих місцях встановлені санітарними нормами виробничого 17 шуму, ультразвуку та інфразвуку ДСН 3.3.6.037-99 [50].

Використовуються індивідуальні засоби і заходи захисту від шкідливого впливу виробничих чинників на здоров'я людини (засоби захисту органів дихання, органів зору, шкіри тощо). Облаштовуючи приміщення для роботи з ПК, передбачена припливно-витяжна вентиляція та кондиціонування повітря.

Надходження свіжого повітря регульоване, виходячи із відповідних нормативних [50].

Передбачений захист від шуму та вібрацій. Застосування трьох головних напрямків зменшення впливу шуму на організм людини (зменшення рівня шуму у джерелі виникнення, застосування раціональних конструкцій, нових матеріалів і технологічних процесів; звукоізоляція устаткування за допомогою оздоблення стін, стелі, підлоги тощо; використання засобів індивідуального захисту). Рівні шуму та вібрації на робочих місцях осіб, що працюють з ПК, визначені відповідно до ДсанПіН 3.3.2-007-98 [52].

Дотримання заходів особистої гігієни на робочому місці (підтримання чистоти, миття рук тощо). Заходи особистої гігієни на робочому місці передбачають щоденне вологе прибирання, утримання у чистоті робочого місця, наявність на робочому місці тільки необхідних для роботи засобів. На робочому місці необхідно дотримуватись вимог правил внутрішнього розпорядку, зокрема, заборонено приймати їжу, пити, курити та інше. Заходи безпеки під час експлуатації інших електричних приладів передбачають дотримання таких правил: постійно стежити за справним станом електромережі, розподільних щитків, вимикачів, штепсельних розеток, лампових патронів, а також мережевих кабелів живлення, за допомогою яких електроприлади під'єднують до електромережі; не залишати увімкненими електроприлади без нагляду; не допускати потрапляння всередину електроприладів крізь вентиляційні отвори рідин або металевих предметів, а також не закривати їх борта та підтримувати в належній чистоті, щоб уникнути перегрівання та займання приладу; не ставити на електроприлади матеріали, які можуть під дією теплоти, що виділяється, загорітися (канцелярські товари, сувенірну продукцію тощо). Врахування можливих на робочому місці аварійних ситуацій техногенного характеру та загрози природного характеру, що можуть перерости у надзвичайні ситуації (пожежі, вибухи, аномальні гідрометеорологічні явища та медико-біологічні загрози) [52].

4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Зараження харчової сировини рослинного походження біологічним шляхом та її зниження з плином часу

Харчова сировина рослинного походження є потенційно вразливою до біологічного забруднення, що становить серйозну загрозу для безпеки харчових продуктів і здоров'я споживачів. Біологічне зараження може відбуватися внаслідок контамінації патогенними та умовно-патогенними мікроорганізмами, зокрема бактеріями, вірусами та мікроскопічними грибами, які здатні тривалий час зберігатися на поверхні рослинної сировини або проникати у її внутрішні тканини. Основними джерелами такого забруднення є птахи, комахи, ґрунт, вода, а також навколишнє середовище, що контактує з рослинами на різних етапах їх вирощування, збирання та первинної обробки.

Зараження рослинної сировини біологічними агентами має багатофакторний характер. Однією з основних причин є природні біологічні переносники, такі як комахи та птахи, які можуть переносити збудників інфекцій із забруднених територій або рослин на здорові посіви. Особливу небезпеку становлять мікроорганізми, що здатні утворювати спори та виживати в несприятливих умовах, зокрема грибкова мікрофлора [53].

Значний вплив на рівень біологічного забруднення має дотримання або порушення агротехнічних вимог. Неналежне використання органічних добрив, зрошення забрудненою водою, недотримання регламентів застосування пестицидів і агрохімікатів можуть сприяти накопиченню патогенних мікроорганізмів у ґрунті та на поверхні рослин. Додатковим фактором ризику є недостатній санітарно-гігієнічний контроль під час збирання врожаю, зокрема відсутність належної гігієни персоналу, використання забрудненого інвентарю або тари, що безпосередньо контактує з продукцією [54].

Таким чином, джерела біологічного зараження можуть виникати на будь-якому етапі виробничого ланцюга – від вирощування до первинної переробки, що вимагає системного підходу до управління ризиками.

Зменшення ризику біологічного зараження харчової сировини рослинного походження можливе за умови впровадження комплексу профілактичних заходів, спрямованих на всі етапи виробничого процесу. Першочергове значення має дотримання належних сільськогосподарських практик, що включають раціональне ведення землеробства, контроль якості ґрунтів і води для зрошення, а також регламентоване використання добрив і засобів захисту рослин. Важливою складовою є навчання персоналу правилам особистої гігієни та санітарної безпеки, що дозволяє мінімізувати антропогенний фактор контамінації.

На етапі переробки рослинної сировини вирішальну роль відіграє організація технологічних процесів із урахуванням принципів санітарії та гігієни. Використання справного, очищеного та продезінфікованого обладнання, розділення «чистих» і «брудних» зон, а також оптимізація технологічних параметрів сприяють зниженню ймовірності повторного зараження. Регулярний контроль якості на різних стадіях переробки дозволяє своєчасно виявляти відхилення та запобігати потраплянню небезпечної сировини у подальше виробництво [54].

З часом, за умови правильного технологічного підходу, кількість життєздатних мікроорганізмів у сировині може зменшуватися внаслідок механічного очищення, сортування, термічної або іншої технологічної обробки. Проте ефективність цих процесів безпосередньо залежить від початкового рівня забруднення та дотримання встановлених нормативів.

Важливим елементом системи забезпечення мікробіологічної безпеки є належна організація зберігання та транспортування харчової сировини рослинного походження. Невідповідні умови температури та вологості можуть створювати сприятливе середовище для розвитку патогенних і пліснявих мікроорганізмів, що призводить до псування продукції та накопичення токсичних метаболітів.

Для запобігання цим процесам необхідно забезпечити зберігання сировини у контрольованих умовах, які відповідають її фізико-хімічним властивостям.

Використання чистої, сухої та герметичної тари дозволяє мінімізувати контакт продукції з навколишнім середовищем та зменшити ризик вторинного забруднення. Під час транспортування важливо дотримуватися санітарних вимог до транспортних засобів, а також здійснювати регулярний контроль якості продукції з метою своєчасного виявлення ознак біологічного зараження та оперативного вилучення небезпечної сировини з обігу.

Отже, біологічне зараження харчової сировини рослинного походження є комплексною проблемою, що формується під впливом природних, технологічних та людських факторів. Системний підхід до управління безпекою – від вирощування до зберігання і транспортування – дозволяє суттєво знизити рівень біологічних ризиків з плином часу та забезпечити належну якість і безпечність харчових продуктів.

ВИСНОВКИ

У результаті проведеного дослідження встановлено, що розвиток ринку безглютенових хлібобулочних виробів зумовлений не лише медичними показаннями, такими як целиакія та глютенізм, але й зростаючим інтересом споживачів до продуктів здорового та функціонального харчування. Водночас традиційні безглютенові вироби часто характеризуються низькими технологічними та органолептичними показниками, що обмежує їх конкурентоспроможність і споживчу привабливість.

Проведений аналіз літературних джерел та патентної інформації підтвердив перспективність використання борошна кіноа як безглютенової сировини для хлібопекарського виробництва. Борошно кіноа відзначається високою біологічною цінністю, зумовленою збалансованим амінокислотним складом білка, значним вмістом харчових волокон, мінеральних речовин та антиоксидантів, а також повною відсутністю глютену. Ці властивості дозволяють розглядати його як ефективний інгредієнт для підвищення поживної цінності безглютенових хлібобулочних виробів.

Експериментальні дослідження показали, що поєднання борошна кіноа з іншими безглютеновими видами борошна, зокрема з борошном рису бурого, забезпечує взаємне доповнення їхніх функціонально-технологічних властивостей. Таке поєднання сприяє формуванню більш стабільної структури тіста, покращенню газоутримувальної здатності та рівномірності пористості м'якушки, що є критичними параметрами якості безглютенового хліба.

Результати дослідження свідчать, що використання борошна кіноа у складі безглютенових хлібобулочних виробів дозволяє суттєво підвищити їх харчову та біологічну цінність без значного ускладнення технологічного процесу. Запропонована рецептура та удосконалена технологія виробництва не потребують суттєвих змін у матеріально-технічному забезпеченні хлібопекарських підприємств, що робить їх економічно доцільними для впровадження у виробничу практику.

Таким чином, розроблена технологія безглютенового хліба на основі борошна кіноа у поєднанні з іншими альтернативними видами борошна та функціональними добавками є науково обґрунтованою, технологічно ефективною та практично перспективною. Вона сприяє розширенню асортименту безглютенової продукції, підвищенню її якості та відповідає сучасним вимогам споживачів до безпечних, поживних і функціональних продуктів харчування.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Morreale F., Garzón R., Rosell C. M. «Understanding the Role of Gluten-Free Ingredients on Dough Rheology and Bread Quality» *Journal of Cereal Science*, 2021.
2. Foschia M. et al. «Nutritional Aspects of Gluten-Free Products» *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 2016.
3. Capriles V., Arêas J. «Functionality of Gluten-Free Flours in Breadmaking» *Food and Research International*, 2015.
4. Бондаренко В. В. Технологія хлібопекарського виробництва: підручник / В. В. Бондаренко. Київ: Кондор, 2019. 456 с.
5. A STUDY OF GLUTEN FREE FLOUR TYPES FOR THE PRODUCTION OF BAKERY PRODUCTS URL: https://research-journal.org/en/archive/1-103-2021-january/issledovanie-bezglyutennyx-vidov-muki-dlya-proizvodstva-xlebobulochnyx-izdelij?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 01.11.2025).
6. Gluten-free flour: 9 ideas for alternative and nutritious flours. URL: https://www.darwin-nutrition.fr/en/tips/gluten-free-flour-9-ideas-for-alternative-and-nutritious-flours/?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 01.11.2025).
7. Beginner's Guide: Baking with Gluten-Free Flours URL: https://bojongourmet.com/beginners-guide-baking-with-gluten-free-flours/?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 01.11.2025).
8. Gluten-free flours and their uses. What you need to know before you start baking URL: https://moncana.pl/en/blog/gluten-free-flours-and-their-uses-what-you-need-to-know-before-you-start-baking-1721207997.html?srsId=AfmBOop-dT4M2N4FY7Js9jKvgeMgSwkVTdsfSk2pHCVYCUMq1oXnPYQS&utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 01.11.2025).
9. Almond flour and other gluten-free flours URL: <https://www.fao.org/home/en> (дата звернення: 01.11.2025).

10. Navruz-Varli S., Sanlier N. Nutritional and health benefits of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Journal of Cereal Science*. 2016. Vol. 69. P. 371 - 376.
11. Bazile D., Bertero H., Nieto C. State of the Art Report on Quinoa around the World. Rome: FAO, 2015. 589 p.
12. Jacobsen S.-E. The worldwide potential for quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Food Reviews International*. 2011. Vol. 27, No. 4. P. 332 - 346.
13. Vega-Gálvez A., Miranda M., Vergara J., Uribe E., Puente L., Martínez E. A. Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), an ancient Andean grain: A review. *Food Science and Technology*. 2010. Vol. 43, No. 9. P. 1533 - 1540.
14. Repo-Carrasco R., Espinoza C., Jacobsen S.-E. Nutritional value and use of the Andean crops quinoa (*Chenopodium quinoa*) and kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*). *Food Composition and Analysis*. 2003. Vol. 16, No. 6. P. 673 - 689.
15. Tang Y., Li X., Zhang B., Chen P. X., Liu R., Tsao R. Characterisation of phenolics, betanins and antioxidant activities in seeds of three quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) genotypes. *Food Chemistry*. 2015. Vol. 166. P. 380 - 388.
16. Hirose Y., Fujita T., Ishii T., Ueno N. Antioxidative properties and flavonoid composition of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) seeds cultivated in Japan. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*. 2010. Vol. 74, No. 8. P. 1642 - 1647.
17. Ruales J., Nair B. M. Properties of starch and dietary fibre in raw and processed quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Plant Foods for Human Nutrition*. Vol. 45, No. 3. P. 223 - 246.
18. Alvarez-Jubete L., Arendt E. K., Gallagher E. Nutritive value and chemical composition of pseudocereals as gluten-free ingredients. *Food Chemistry*. 2009. Vol. 119, No. 2. P. 770 - 778.
19. Kuljanabhagavad T., Thongphasuk P., Chamulitrat W., Wink M. Triterpene saponins from quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) seeds: Structure,

biological activities and quantitative analysis. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2008. Vol. 88, No. 4. P. 584 - 591.

20. Paśko P., Barton H., Zagrodzki P., Gorinstein S., Fołta M., Zachwieja Z. Anthocyanins, total polyphenols and antioxidant activity in amaranth and quinoa seeds and sprouts. *Journal of Food Science*. 2009. Vol. 74, No. 9. P. C622 - C628.

21. Патент України UA 159063 U. Спосіб виробництва хліба із пшеничного борошна з борошном кіноа. Заявник: Сумський національний аграрний університет, 2025.

22. Патент України UA 161258 U. Спосіб виробництва макаронів із пшеничного борошна з борошном кіноа, 2025.

23. Державне підприємство «Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій» (УКРНОІВІ). Офіційна база патентів України.

24. Vega-Gálvez A., Miranda M., Vergara J., Uribe E., Puente L., Martínez E. A. Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *LWT – Food Science and Technology*. 2010. Vol. 43, No. 9. P. 1533 - 1540.

25. FAO. Quinoa: An Ancient Crop to Contribute to World Food Security. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2013. 63 p.

26. Repo-Carrasco R., Jacobsen S.-E. Nutritional value and use of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Food Reviews International*. 2003. Vol. 19, No. 1 - 2. P. 1 - 16.

27. Tang Y., Zhang B., Li X., Chen P. X., Liu R., Tsao R. Phenolic compounds and antioxidant activity of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) varieties. *Food Chemistry*. 2015. Vol. 166. P. 380 - 388.

28. Paśko P., Barton H., Zagrodzki P., Gorinstein S., Fołta M., Zachwieja Z. Antioxidant activity of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) seeds. *Journal of Food Science*. 2009. Vol. 74, No. 9. P. 622 - 628.

29. Alvarez-Jubete L., Arendt E. K., Gallagher E. Nutritive value of pseudocereals and their increasing use as functional gluten-free ingredients. *Trends in Food Science & Technology*. 2010. Vol. 21, No. 2. P. 106 - 113.

30. Slavin J. Whole grains and human health. Nutrition Research Reviews. 2004. Vol. 17, No. 1. P. 99 - 110.
31. Juliano B. O. Rice in Human Nutrition. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1993. 162 p.
32. ДСТУ ISO 6564:2005 Дослідження сенсорне. Методологія. Методи створювання спектра флейвору (ISO 6564:1985, IDT). Чинний від 2005 - 05 - 25. К.: Держспоживстандарт України, 2006. 9 с.
33. ДСТУ 4588:2006 Вироби хлібобулочні для спеціального дієтичного споживання. Загальні технічні умови. . К.: Держспоживстандарт України, 2006. 9 с.
34. ДСТУ 3976-2000 Крохмаль кукурудзяний. Технічні умови. Чинний від 01-01-2001. К.: Держстандарт України, 2001. 12 с.
35. ДСТУ 3975-2000 Крохмаль картопляний. Технічні умови. Чинний від 01-01-2001. К.: Держстандарт України, 2001. 11 с.
36. ДСТУ 4188-2003 Борошно рисове. Технічні умови. Чинний від 01-01-2004. К.: Держспоживстандарт України, 2004. 10 с.
37. ДСТУ 4812:2007 Дріжджі хлібопекарські пресовані. Технічні умови. Чинний від 30-07-2007. К.: Держспоживстандарт України, 2007. 13 с.
38. ДСТУ 4623:2023 Цукор. Технічні умови. Чинний від 01-11-2023. К.: Держспоживстандарт України, 2018. 20 с. (Національний стандарт України).
39. ДСТУ 3583:2015. Сіль кухонна. Загальні технічні умови. К: Держспоживстандарт України, 2015. 18 с. (Національний стандарт України).
40. ДСТУ 4492:2017 Олія соняшникова. Технічні умови Чинний від 01-07-2017. К.: ДП «УкрНДНЦ», 2017. 16 с.
41. Борошно з кіноа. Технічні вимоги. Codex Alimentarius. Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) – Quality and Safety Parameters. CAC/GL 92-2017. Чинний. Rome: FAO/WHO, 2017. 10 с.
42. Камедь гуару (харчова добавка E412). Технічні вимоги. Codex Alimentarius. General Standard for Food Additives. CXS 192-1995. Чинний. Rome: FAO/WHO, 1995. 45 с.

43. Камедь ксантанова (харчова добавка E415). Технічні вимоги. Codex Alimentarius. General Standard for Food Additives. CXS 192-1995. Чинний. Rome: FAO/WHO, 1995. 45 с.
44. Дробот В. І. Технологія хлібопекарського виробництва: Підруч. для студентів вищих навчальних закладів. / В. І. Дробот. 2-ге вид., доповнене та перероблене Київ: ПрофКнига, 2024. 516 с.
45. Дробот В. І. Технологічні розрахунки у хлібопекарському виробництві: Навчально-методичний посібник. / В. І. Дробот. Київ. Кондор, 2010. 440 с.
46. Дробот В. І. Довідник інженера-технолога хлібопекарного виробництва./ В. І. Дробот Київ: Урожай, 2019. 580 с
47. Дробот В. І. Технохімічний контроль сировини та хлібобулочних і макаронних виробів. / .В. І. Дробот. Київ. Кондор, 2015. 958 с.
48. Технологічне обладнання хлібопекарських і макаронних виробництв./ Лісовенко О. Київ. Наукова думка, 2010. 287 с.
49. 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.
50. Скакунов М.М. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці. Одеса, 2017. 437с.
51. Стручок, В. С. (2022). Безпека в надзвичайних ситуаціях. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання.
52. Гандзюк М.П., Желібо Є. П., Халімовський М. О. Основи охорони праці: Підруч для студ вищих навч. закладів. За ред М. П. Гандзюка – К.: Каравелла, 2004 – 408 с.
53. Стеблюк М.Л. Цивільна оборона: Підручник – 3-тє вид., перероб і доп. –К.: Знання, 2004 р.
54. Цивільна оборона: навч. посіб. Кулаков М.А., Ляпун В.О., та ін. Харків: НТУ «ХПІ», 2008. 312 с.

55. Oksana Naumenko, Inna Hetman, Valentyna Chyzh, Sergiy Gunko, Larysa Bal-Prylypko, Marina Bilko, Leonid Tsentylo, Anastasiya Lialyk, Alla Ivanytska, Svitlana Liashenko Improving the quality of wheat bread by enriching teff flour. Східно-Європейський журнал передових технологій, №11 (123).2023, pp.33-41

56. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Інноваційні технології харчової продукції» для здобувачів спеціальності 181 «Харчові технології» денної та заочної форм навчання / А.Т. Лялик, Х.Ю. Кравченко. Тернопіль: ТНТУ, 2024. 39 с.

57. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Інноваційні технології борошняних, кондитерських виробів та харчоконцентратів» для здобувачів спеціальності 181 «Харчові технології» денної та заочної форм навчання / А.Т. Лялик, Х.Ю. Кравченко Тернопіль: ТНТУ, 2024. 26 с.

58. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Інноваційні технології борошняних, кондитерських виробів та харчоконцентратів» для здобувачів спеціальності 181 «Харчові технології» денної та заочної форм навчання / А.Т. Лялик, Х.Ю. Кравченко – Тернопіль: ТНТУ, 2024. 18 с.

59. Лялик А., Кравченко К., Кухтин М. (2024). Характеристика бродильних змін у тісті для житньо-пшеничного хліба з додаванням пропіонових та молочнокислих бактерій. Науковий вісник ЛНУ ветеринарної медицини та біотехнологій. Серія: Харчові технології , 26 (101), 35-40.

60. Лялик, А. Т., Бейко, Л. А., Рибчинський, Р. С., Кравченко, Х. Ю., Рябовол, М. В. (2024). Дослідження використання кокосового борошна в технології пшеничного хліба. Здоров'я людини і нації, 1, 54-63.

ДОДАТКИ

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

СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ ХАРЧОВОЇ НАУКИ ТА ПРОМИСЛОВОСТІ

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



Тернопіль
2025

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

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

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

Тези доповідей

25 – 26 вересня 2025 р.

Тернопіль

Радченко В.В., Вічко О.І. ЗБАГАЧЕННЯ ХЛБОПЕКАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ ЙОДОМ ЯК ІННОВАЦІЙНИЙ НАПРЯМ ПРОФІЛАКТИКИ ЙОДОДЕФІЦИТУ	79
Божик Л.І. ХАРЧОВА ТА БІОЛОГІЧНА ЦІННІСТЬ ЗЕРЕН ЧІА І ПЕРСПЕКТИВИ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ У ТЕХНОЛОГІЯХ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ	80
Chvaliuk H.V., Kornilenko A. Y., Hrubinko V. V. PROMISING AND SCIENTIFICLY BASED USE OF ALGAE AS A FOOD ADDITIVE	82
Кравченко Х.Ю., Кошелев К.Л. ФУНКЦІОНАЛЬНІ БУЛОЧНІ ВИРОБИ НА ОСНОВІ НЕТРАДИ- ЦІЙНИХ СОРТІВ БОРОШНА	84
Швед О.В., Вічко О.І., Лубенев В.І. ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ ТА СПОЖИВАННЯ ПРОДУКЦІЇ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СПРЯМУВАННЯ	85
Кривинська І.Я. АСОЦІАЦІЯ СИТУАТИВНОЇ ТРИВОЖНОСТІ ТА ХАРЧОВОЇ ПОВЕДІНКИ В ОСІБ З НАДЛИШКОВОЮ МАСОЮ ТІЛА	86
Сторож Л.А., Клим Л.В. МАСЛЯНКА ЯК ВАЖЛИВЕ ДЖЕРЕЛО НУТРИЦЕВТИКІВ	88
Марчишин С.М., Слободянюк Л.В., Будняк Л.І., Карпик Г.В., Вічко О.І. ДОСЛІДЖЕННЯ ВМІСТУ ФЕНОЛЬНИХ СПОЛУК У ГУСТОМУ ЕКСТРАКТІ ТРАВИ ЧОРНОБРИВЦІВ	89
Ткач В.В., Морозова Т.В., Іванушко Я.Г., Ізабел О'Ніл ді Машкареньяш Гайвау, Ана Мартінш-Бесса, Ана Ізабел Нову Рамуш Аморім ді Барруш, Ягодниць П.І., Жозе Інасіу Феррау ді Пайва Мартінш	91
ТЕОРЕТИЧНА МОДЕЛЬ ВИЗНАЧЕННЯ ПІАБЕНДАЗОЛУ (E233) НА КАТОДІ, МОДИФІКОВАНОМУ ВАНАДІЙ (III) ОКСИГІДРОКСИДОМ	
Ткач В.В., Білецька Г.А., Назарко І.С., Ізабел О'Ніл ді Машкареньяш Гайвау, Ана Ізабел Нову Рамуш Аморім ді Барруш	92
ЕЛЕКТРОХІМІЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ГІДРОКСИДНОЛУ І СЕЗАМОЛУ У ХАЛВІ ТА РАХАТ-ЛУКУМІ	
Ткач В.В., Морозова Т.В., Іванушко Я.Г., Ізабел О'Ніл ді Машкареньяш Гайвау, Ана Мартінш-Бесса, Ана Ізабел Нову Рамуш Аморім ді Барруш, Ягодниць П.І.	93
ВИЗНАЧЕННЯ ЦУКРОЗАМІННИКІВ СУКРАЛОЗА ТА ЕРИТРОЛ В РІДИНАХ ДЛЯ ЕЛЕКТРОННИХ ЦИГАРОК	

УДК 664.6

А. Т. Лялик, канд. техн. наук, доцент, Л. І. Божик, студентка
 Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ВИРОБНИЦТВА БЕЗГЛЮТЕНОВИХ ХЛІБОВУЛОЧНИХ ВИРОБІВ

A. T. Lialyk, Ph.D., Associate Professor; L. I. Bozhik, student
 INNOVATIVE APPROACHES TO THE PRODUCTION OF GLUTEN-FREE
 BAKERY PRODUCTS

Зростання кількості захворювань, пов'язаних з харчуванням та зростаюча обізнаність споживачів призвели до зростання попиту на функціональні харчові продукти. Основним продуктом харчування в раціоні в усьому світі є зернові, причому найбільш широко споживаються рис, пшениця та кукурудза. Сучасною сферою інтересу є включення альтернативних зернових до харчових продуктів, які мають поживні властивості. Окрім зростаючого попиту на функціональні харчові продукти, зростає інтерес до безглютенових продуктів. Основним споживчим ринком безглютенових харчових продуктів є люди, які живуть з целиакією. Целиакія - це аутоімунне генетичне захворювання, лікування якого полягає у виключенні з раціону продуктів, що містять глютен. Численні дослідження відзначили недостатність поживних речовин у безглютенових дієтах, оскільки багато безглютенових продуктів, як правило, містять незначну кількість фолієвої кислоти, заліза та клітковини. Безглютенові продукти відрізняються дефектами показників якості та харчових характеристик, а також низькою прийнятністю для споживачів [1]. Через це важливо збагачувати безглютенові продукти поживними інгредієнтами та поєднувати їхню якість. Це пропонує науковцям визначити використання альтернативи зерновому борошну в безглютенових виробках.

Для приготування безглютенового хліба можна використовувати псевдозлаки, наприклад, кіноа. Вони в основному використовуються в безглютенових продуктах через їхню поживну цінність та високу цінність білка, а також завдяки вмісту незамінних амінокислот та мінералів. Для безглютенових виробів також можна використовувати різне насіння, таке як чіа. Насіння чіа має високу поживну цінність та містить біологічно активні сполуки, такі як вітамін Е, каротиноїди, та високий вміст клітковини. Крім того, воно є чудовим джерелом омега-3 жирних кислот [2]. Тому, використання псевдозлакових культур (амаранту, кіноа, гречки, чіа тощо) у виробництві безглютенових хлібобулочних виробів є ефективним інноваційним підходом, що дозволяє підвищити їх харчову та біологічну цінність [3].

Література

1. Effect of quinoa, chia and millet addition on consumer acceptability of gluten-free bread URL: <https://academic.oup.com/ijfst/article/57/2/1248/7807234> (дата звернення 12.09.2025).
2. The influence of non-traditional sourdough made with quinoa, hemp and chia flour on the characteristics of gluten-free maize/rice bread URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643820314456> (дата звернення 12.09.2025).
3. Effects of separated and combined amaranth, quinoa and chia flours on the characteristics of gluten-free bread with different concentrations of hydrocolloids URL: <https://www.researchgate.net/publication/359756042> (дата звернення 12.09.2025).

УДК 664.74

Л. І. Бозик

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ХАРЧОВА ТА БІОЛОГІЧНА ЦІННІСТЬ ЗЕРЕН ЧІА І ПЕРСПЕКТИВИ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ У ТЕХНОЛОГІЯХ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ

L. I. Bozhyk

NUTRITIONAL AND BIOLOGICAL VALUE OF CHIA SEEDS AND THEIR PROSPECTS FOR THEIR USE IN FOOD TECHNOLOGY

У сучасних умовах розвитку харчової промисловості особливого значення набуває використання інгредієнтів, що поєднують високу харчову та біологічну цінність з функціональними властивостями. Одним із таких компонентів є насіння чіа (*Salvia hispanica L.*), яке останніми роками набуває популярності в усьому світі та в Україні. Завдяки унікальному складу зерна чіа можуть застосовуватися у різних технологіях продуктів харчування, сприяючи розширенню асортименту дієтичних і функціональних продуктів.

Насіння чіа є надзвичайно цінним джерелом нутрієнтів. Вміст жиру становить 30–35 %, при цьому понад 60 % припадає на поліненасичені жирні кислоти, серед яких особливе місце займає α -ліноленова кислота (омега-3). Важливою особливістю є оптимальне співвідношення омега-3 та омега-6 жирних кислот, що позитивно впливає на обмінні процеси та сприяє профілактиці серцево-судинних захворювань.

Білковий комплекс чіа представлений у кількості 16–20 %, містить усі незамінні амінокислоти, включаючи лізин і метіонін, які часто обмежені у злакових культурах. Це робить насіння чіа важливим джерелом рослинного білка, особливо у раціонах веганів та вегетаріанців.

Харчові волокна становлять 30–40 % від маси насіння. Переважно це розчинні волокна, що здатні утворювати гель при контакті з водою. Вони забезпечують тривале відчуття ситості, нормалізують роботу травної системи та сприяють росту корисної мікрофлори кишечника.

Важливою перевагою насіння чіа є високий вміст мінеральних речовин: кальцій (до 600 мг/100 г), магній (335 мг/100 г), залізо (7–8 мг/100 г), цинк (3–4 мг/100 г). Це робить продукт корисним для зміцнення кісткової тканини та кровотворення. Вітамінний склад представлений токоферолом, тіаміном, рибофлавіном і ніацином.

Функціональні властивості насіння чіа:

Гелеутворююча здатність. При набуванні у воді зерна чіа утворюють слизоподібний гель, який можна застосовувати як натуральний загусник і стабілізатор.

Антиоксидантна активність. Фенольні сполуки (хлорогенова, каваова, ферулова кислоти, кверцетин) забезпечують антиоксидантні властивості насіння, що дозволяє продовжувати термін зберігання харчових продуктів.

Гіпомолестеринемічний ефект. Вживання чіа сприяє зниженню рівня «поганого» холестерину та нормалізації ліпідного обміну.

Перспективи використання у харчових технологіях:

Хлібобулочні вироби. Додавання борошна з чіа підвищує харчову цінність та покращує амінокислотний склад готової продукції. Гелеутворююча здатність насіння дозволяє впливати на структуру тіста.

Молочні та кисломолочні продукти. Насіння може бути джерелом омега-3 жирних кислот, а також стабілізатором консистенції йогуртів та десертів.

Функціональні напої. Завдяки здатності до гелеутворення чіа широко застосовуються у складі напоїв зі структурованою текстурою.

