

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

Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)

Харчової біотехнології і хімії
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему:

Удосконалення технології виробництва

булочних виробів, збагачених протеїновим порошком люпину

із проєктуванням булочного цеху

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

181 Харчові технології

(шифр і назва спеціальності)

(підпис) Дерень Д.О.
(прізвище та ініціали)

Керівник _____
(підпис) Кравченко Х.Ю.
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль _____
(підпис) Кухтин М.Д.
(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри _____
(підпис) Кухтин М.Д.
(прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(підпис) Деркач А.В.
(прізвище та ініціали)

Тернопіль 2025

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

(підпис)

Микола КУХТИН

(ім'я, прізвище)

« »
2025 р.

1. Тема роботи Удосконалення технології виробництва булочних виробів, збагачених протеїновим порошком люпину із проєктуванням булочного цеху

Аркуші науково-дослідної роботи – 2 л.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 10 листопада 2025 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студентка

(підпис)

Дерень Д.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Кравченко Х.Ю.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

У роботі досліджено вплив протеїнового порошку люпину на фізико-хімічні та структурно-механічні показники пшеничних булочних виробів. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю збагачення хлібобулочних виробів білком з метою підвищення їх харчової та біологічної цінності, оскільки традиційні вироби з пшеничного борошна характеризуються недостатнім вмістом повноцінного рослинного білка.

Встановлено, що введення протеїнового порошку люпину у кількості 5–10 % сприяє підвищенню вологості м'якушки, покращенню її еластичності та пружності, а також уповільненню процесів черствіння без суттєвого погіршення фізико-хімічних показників виробів.

Отримані результати свідчать про доцільність використання протеїнового порошку люпину як перспективного інгредієнта для виробництва функціональних булочних виробів із підвищеною біологічною цінністю.

Ключові слова: булочні вироби, протеїновий порошок люпину, рослинний білок, функціональні інгредієнти, підвищення харчової цінності.

ANOTATION

The effect of lupine protein powder on the physico-chemical and structural-mechanical parameters of wheat bakery products was studied in the paper. The relevance of the research is determined by the need to enrich bakery products with protein in order to increase their nutritional and biological value, since traditional wheat flour products are characterized by an insufficient content of complete plant protein.

It has been established that the introduction of lupine protein powder in the amount of 5–10% helps to increase the moisture content of the pulp, improve its elasticity and firmness, as well as slow down the aging process without significant deterioration of the physicochemical parameters of the products.

The obtained results indicate the expediency of using lupine protein powder as a promising ingredient for the production of functional bakery products with increased biological value.

Key words: bakery products, lupine protein powder, vegetable protein, functional ingredients, nutritional value enhancement.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА.....	10
1.1. Аналітичний огляд літературних джерел.....	10
1.1.1. Теоретичні аспекти використання бобових культур у технології хлібобулочних виробів	10
1.1.2. Люпин як сировина для харчової промисловості	12
1.1.3. Особливості протеїнового порошку люпину.....	18
1.1.4. Патентний пошук	20
1.2. Мета, об'єкт, предмет та методи дослідження.....	21
1.3. Результати досліджень.....	21
1.3.1. Обґрунтування вибору сировини та її особливості	21
1.3.2. Дослідження впливу протеїнового порошку люпину на фізико-хімічні та органолептичні показники якості пшеничних булочних виробів	24
РОЗДІЛ 2. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ.....	29
РОЗДІЛ 3. ПРОЄКТНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	33
3.1. Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту	33
3.1.1. Вихідні дані.....	33
3.1.2. Розрахунок продуктивності печей.....	45
3.1.3. Розрахунок пофазних рецептур.....	37
3.1.4. Розрахунок виходу виробів.....	43
3.1.5. Розрахунок виробничих рецептур і вибір технологічних параметрів	49
3.2. Вибір та обґрунтування технологічних процесів і режимів виробництва.....	55
3.2.1. Вимоги до сировини використовуваної для виробництва запроєктованого асортименту.....	55
3.2.2. Обґрунтування та опис технології запроєктованого асортименту....	55
3.2.3. Організація технохімічного і мікробіологічного контролю запроєктованого асортименту.....	57

3.3. Забезпечення технологічного процесу виробництва запроєктованого асортименту.....	59
3.3.1. Розрахунок витрат сировини і площ для її зберігання.....	59
3.3.2. Розрахунок і вибір технологічного обладнання.....	63
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	68
4.1. Охорона праці.....	68
4.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	72
ВИСНОВКИ.....	78
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	79
ДОДАТКИ.....	85

ВСТУП

Хлібобулочні вироби є продуктами щоденного споживання та відіграють важливу роль у харчуванні населення. Проте традиційні вироби з пшеничного борошна характеризуються відносно низьким вмістом повноцінного білка та незбалансованим амінокислотним складом, що не повністю відповідає сучасним вимогам раціонального та функціонального харчування.

Однією з основних проблем збагачення хлібобулочних виробів білком є погіршення їх технологічних і споживчих властивостей при введенні білкових добавок. Надмірне збагачення може призводити до порушення структури тіста, зниження об'єму виробів, ущільнення м'якушки, погіршення пористості, смаку та аромату. Крім того, білкові інгредієнти часто мають високу водоутримувальну здатність, що потребує коригування рецептури та технологічного процесу.

Перспективною залишається також проблема вибору джерела білка. Тваринні білки підвищують собівартість продукції та обмежують її використання для певних груп споживачів, тоді як рослинні білки можуть негативно впливати на реологічні властивості тіста за неправильного дозування. Тому важливим завданням є пошук доступних рослинних білкових інгредієнтів із високою біологічною цінністю та визначення їх оптимальної кількості.

Актуальність теми полягає в тому, що використання рослинних білкових інгредієнтів у технології булочних виробів дозволяє розширити асортимент продукції та надати їй функціональних властивостей, спрямованих на підвищення харчової і біологічної цінності готових виробів.

Метою даної роботи є розроблення та виробництво функціональних булочних виробів із використанням нетрадиційної рослинної сировини, багатой на білок. Застосування рослинних добавок, зокрема протеїнового порошку люпину як цінного джерела рослинного білка, сприяє розширенню асортименту булочних виробів та підвищенню їх біологічної цінності.

Результати досліджень виконання кваліфікаційної роботи магістра були опубліковані в матеріалах міжнародної науково-практичної конференції «Стан і перспективи харчової науки та промисловості» 25-26 вересня 2025 року.

Кваліфікаційна робота на тему: Удосконалення технології виробництва булочних виробів збагачених протеїновим порошком люпину, із проектуванням булочного цеху. Робота складається з чотирьох розділів, з переліку посилань із 52 позицій, листів графічної частини та додатків. Загалом обсяг роботи становить 89 сторінок, в яких застосовано 54 формули, 23 таблиці та 8 рисунків.

РОЗДІЛ 1. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

1.1. Аналітичний огляд літературних джерел

1.1.1. Теоретичні аспекти використання бобових культур у технології хлібобулочних виробів

Хлібобулочні вироби є одним з найважливіших секторів харчової промисловості, що включає широкий асортимент продукції та займає значне місце в харчуванні людини. Тому бажано, щоб хлібобулочні вироби були збалансованими. Серед них найбільш споживаними є вироби з пшеничного борошна. На жаль, вміст поживних речовин нижчий, ніж у цілюзернових виробах. Це пояснюється тим, що чим нижчий ступінь екстракції борошна, тим нижча його харчова цінність, оскільки алеїроновий шар та оболонка пшеничного зерна містять цінні поживні речовини (мінерали, ліпіди, вітаміни, харчові волокна та фітохімічні речовини). Щоб збалансувати цей недолік, фахівці намагаються знайти різні методи, такі як додавання різних інгредієнтів, для забезпечення додаткового споживання поживних речовин. Вивчаючи літературу, можна помітити, що серед цих добавок є клітковина, пророщені зерна, різні види борошна тощо. Для покращення пшеничних виробів з точки зору харчування успішною альтернативою є додавання різних видів бобових до пшеничних виробів.

Попит на продукти багатих на біоактивні сполуки (феноли, каротиноїди) та клітковину, наразі зростає. Ці харчові продукти можна готувати, додаючи борошно, отримане з бобових культур [1, 2].

Насіння бобових культур можна використовувати для споживання та виробництва олій для промислового використання. Квасоля, сочевиця, люпин, горох та соя є бобовими культурами. Насіння бобових культур забезпечує цінні білки, тому воно має важливе значення як для повсякденного споживання людини, так і для веганського харчування. Білки бобових містять велику кількість лізину, але лише невелику кількість сірковмісних амінокислот. Однак білки злаків містять невелику кількість лізину, але відповідну кількість

сірковмісних амінокислот. Тому використання білків бобових у хлібобулочних výroбах є можливим способом покращення амінокислотного складу продуктів [3, 4, 5, 6].

Білки бобових культур, завдяки своєму складу, вважаються гарною добавкою до продуктів на основі злаків, оскільки білки як бобових, так і злаків доповнюють один одного щодо незамінних амінокислот.

Окрім поживності, білки бобових культур є високофункціональними та демонструють такі властивості, як розчинність, гелеутворення та зв'язування води, що відіграють вирішальну роль у формуванні структури та смакових відчуттях готових виробів. Серед бобових культур, протестованих як збагачувачі білком добавки до хлібобулочних виробів у формі різних білкових препаратів (наприклад, борошно, білковий ізолят тощо), є соя, нут, горох та люпин [7, 8].

Дослідження вказують, що споживання бобових може мати потенційну користь для здоров'я, включаючи зниження ризику серцево-судинних захворювань, раку, діабету 2 типу, остеопорозу, гіпертонії, шлунково-кишкових розладів, захворювань надниркових залоз та зниження рівня холестерину [9, 10].

Використання бобового борошна, окремо або в суміші з пшеничним борошном у хлібобулочних výroбах особливо зросло в останні роки.

Додавання бобового борошна, зокрема, є цінною стратегією для покращення харчової та нутрицевтичної цінності хлібобулочних виробів [11, 12, 13].

Додавання бобового борошна до традиційних пшеничних виробів може сприяти розробці продукту з вищим вмістом білка та кращою якістю завдяки його збалансованому амінокислотному складу. Однак, заміна інгредієнтів може знизити стабільність та міцність тіста, що призводить до отримання жорсткіших виробів з меншим об'ємом через зменшення вмісту глютену та взаємодії між клітковиною та водою. З цієї причини хлібобулочні вироби можна виготовляти з малою кількістю заміни, хоча можна використовувати інгредієнти, які взаємодіють, щоб уникнути цих негативних ефектів.

Згідно досліджень, важливо розробляти рецептуру, оскільки поєднання бобового борошна зі злаками впливає на властивості тіста, такі як збільшення об'єму та пружність м'якушки. Бобове борошно використовується у хлібобулочних виробках, таких як хліб, торти та печиво, що забезпечує широкий спектр харчових та текстурних переваг. Це залежить від кількості додавання бобового борошна, наприклад до 30%, це дозволяє збільшити вміст білка, харчових волокон і знизити глікемічний індекс виробів.

Додавання борошна з бобових пов'язують з покращеною газоутримувальною здатністю завдяки вмісту в ньому глобулярного білка та альбуміну. Наприклад, соєвий білок має кращу газоутримувальну стабільність, за ним йдуть білки зеленої сочевиці, гороху та червоної квасолі. Ці результати підкреслюють важливість вибору відповідних джерел рослинного білка для оптимізації бажаних газоутримувальних властивостей у хлібобулочних виробках [14, 15, 16, 17].

Крім того, для приготування різних хлібних виробів використовують препарати соєвого білку, борошно з нуту, борошно з пророщеного нуту, борошно з пророщеного гороху, а також борошно з люпину.

Серед бобових люпин є одним із найцікавіших, оскільки, окрім високого вмісту харчових волокон та білків, він має низький глікемічний вплив. Це зумовлене відносно низьким вмістом крохмалю в поєднанні з наявністю γ -конглютину, інсуліноподібного білка, здатного знижувати глікемічний індекс. Крім того, люпин містить різні біоактивні пептиди, каротиноїди, токоферолі, фенольні сполуки та фітостеролі. Люпин також багатий на харчові волокна, як розчинні, так і нерозчинні, які допомагають підтримувати нормальний рівень холестерину та глюкози в крові. Крім того, люпин є джерелом кількох мінералів [3, 18, 19, 20].

1.1.2. Люпин як сировина для харчової промисловості

Люпин належить до роду *Lupinus* та має історію культивування, що сягає понад 4000 років. Насіння різних видів та сортів *Lupinus* демонструє значні

відмінності за розміром, формою (кругле, овальне або сплюснене) та кольором (біле, коричневе або сіре).

Чотири види люпину мають особливе економічне значення: білий люпин (*L. albus*), блакитний люпин (*L. angustifolius*), жовтий люпин (*L. luteus*) та *L. mutabilis*, також відомий як андський люпин.

Наразі люпин переважно використовується як корм для худоби, при цьому лише приблизно 4% світового виробництва переробляється для споживання людиною.

Для виробництва люпинового борошна й протеїну використовують спеціально виведені солодкі (низькоалкалоїдні) сорти, придатні для харчового використання:

1. Білий люпин (*Lupinus albus*): Найпоширеніший у харчовій промисловості. Має велике насіння, високий вміст білка (до 40%) та м'якший смак. Часто використовується в країнах ЄС та Австралії.

2. Вузьколистий / синій люпин (*Lupinus angustifolius*): Дуже популярний для протеїнових порошоків. Має нижчий вміст жиру, ніж білий люпин, і більшу кількість білка. Надає стабільну текстуру для протеїнових ізолятів та борошна.

3. Жовтий люпин (*Lupinus luteus*): Дещо менш поширений, але також використовується. Має вираженіший аромат.



Рисунок 1.1 – Білий люпин (*L. albus*), блакитний люпин (*L. angustifolius*), жовтий люпин (*L. luteus*)

Однак, останнім часом люпин викликав значний інтерес у харчовій промисловості, особливо у випічці, завдяки своєму потенціалу як екологічно чистого та високопоживного інгредієнта.

Для виробництва люпинового борошна насіння очищають, лущать та сушать, перш ніж подрібнювати на дрібний порошок. Отримане борошно потім просівають для забезпечення однорідної текстури та зберігають у герметичних контейнерах.



Рисунок 1.2 – Насіння люпину

Люпинове борошно багате на білок, який становить приблизно 30–40% його складу, що значно більше, ніж у традиційному борошні зі злаків, такому як пшеничне, яке зазвичай містить близько 10–15% білка. Білок у люпині має високу біологічну цінність, містить усі незамінні амінокислоти, особливо багатий на аргінін, лейцин, лізин та глютамінову кислоту, хоча дещо обмежений у вмісті метіоніну та цистеїну. Окрім високого вмісту білка, люпинове борошно також є важливим джерелом харчових волокон (близько 25–30%), що складаються переважно з нерозчинних волокон (85–90%), таких як целюлоза та геміцелюлоза, які, як відомо, підтримують здоров'я травлення та регулюють глікемічний індекс. Борошно з люпину містить відносно низький рівень доступних вуглеводів (2–10%), що робить його придатним для низькоглікемічних рецептур. Ліпідна фракція (5–13%) складається переважно з ненасичених жирних кислот, особливо олеїнової, лінолевої та ліноленової кислот, які вважаються корисними для серця. Крім того, борошно з люпину має

низький вміст насичених жирів і не містить холестерину. Мінеральний склад борошна з люпину включає значний рівень калію (700–900 мг/100 г), магнію (170–220 мг/100 г), кальцію (60–120 мг/100 г), фосфору (350–450 мг/100 г), заліза (2–4 мг/100 г) та цинку (2–3 мг/100 г), що сприяє його цінності як інгредієнта, багатого на мікроелементи. Крім того, він містить вітаміни групи В, зокрема тіамін (0,3–0,6 мг/100 г), рибофлавін (0,2–0,3 мг/100 г) та ніацин (1,2–2,1 мг/100 г), а також біоактивні сполуки, такі як токоферолі (5–10 мг/100 г) та фенольні антиоксиданти, які можуть забезпечувати захисний ефект від оксидативного стресу. Завдяки своєму унікальному складу, люпинове борошно має кілька технологічних властивостей, корисних для хлібопекарського виробництва. Його високий вміст білка, що складається переважно з глобулінів сприяє покращенню водопоглинання та емульгуючої здатності, що може підвищити гідратацію тіста та стабільність у рецептурах пшеничних виробів. Підвищений вміст харчових волокон позитивно впливає на зв'язування води, в'язкість та текстуру тіста, що робить його придатним для хлібобулочних виробів з високим вмістом вологи, мафінів та бісквітів. Наявність ненасичених ліпідів та біоактивних сполук (наприклад, токоферолів та поліфенолів) також може сприяти покращенню терміну придатності шляхом зменшення окислювальної деградації. Крім того, низький вміст крохмалю та сприятливий амінокислотний склад (особливо багатий на аргінін, лізин та лейцин) сприяють розробці хлібобулочних виробів зі збільшеною поживністю та зниженим глікемічним впливом. Ці характеристики роблять люпинове борошно цінним інгредієнтом у рецептурі композитного борошна, спрямованого на покращення харчової якості, текстурних характеристик готових хлібобулочних виробів [21, 22, 23, 24].

Зростає інтерес до розширення використання солодкого люпину (*Lupinus albus*) завдяки легкості його вирощування в різних кліматичних умовах та багатому на білок складу, подібному до соєвих бобів. Більше того, солодкий люпин є економічно вигідним завдяки своїй здатності процвітати на бідних ґрунтах. На Близькому Сході люпин є популярним, тоді як у світі він набирає популярності як високобілкова альтернатива сої. Солодкий люпин багатий на

біологічні речовини, такі як вуглеводи (43,80%), білки (40,80%) та харчові волокна (5,80%). В ньому також високий вміст заліза, цинку, магнію, кальцію, калію та вітамінів А, В та Е. Вміст жиру становить від приблизно 8% до 11,5%, і він складається переважно з мононасичених жирних кислот (58,8%) та поліненасичених жирних кислот (15,0%), а також омега-3, 6 та 9 жирних кислот. Борошно солодкого люпину містить більше поліфенольних танінів та флавоноїдів з підвищеною активністю поглинання порівняно з іншими бобовими, такими як соя. Споживання люпинового борошна має кілька переваг для здоров'я, включаючи профілактику діабету та гіпертонії, а також зниження рівня холестерину ліпопротеїнів низької щільності. Завдяки чудовій якості білка, збалансованому вмісту амінокислот, вуглеводів, некрохмальних полісахаридів, мінералів, вітамінів, помірним гелеутворюючим властивостям та відсутності насичених жирів, люпинове борошно вважається ідеальним функціональним інгредієнтом для покращення різноманітних харчових продуктів та різних промислових застосувань. Деякі дослідження вказують на можливість використання солодкого люпинового борошна у виробництві молочних продуктів, таких як йогурт та морозиво з використанням солодкого люпинового молока [25, 26].

В наукових даних описано про збагачення зернових продуктів люпиновим борошном. Були зроблені спроби збагатити макарони з пшеничного борошна люпиновим борошном, і були отримані макарони зі збільшеним вмістом білка. На сьогоднішній день також успішно виробляються безглютенові макарони на основі рисового борошна з додаванням яєць, люпинового борошна та гуарової камеді з покращеною харчовою цінністю [27, 28, 29, 30].

Дослідження показують, що насіння білого люпину може бути цікавою сировиною з позитивним впливом на постпрандіальну глікемію. Протягом багатьох років увага приділялася бажаним поживним властивостям насіння цієї бобової культури, а також легкості та низькій вартості вирощування рослини. Насіння білого люпину багате насамперед на білок та клітковину. Воно містить близько 8–12% жиру, багате на ненасичені жирні кислоти. Порівняно з іншими

бобовими культурами, насіння люпину містить невелику кількість засвоюваних вуглеводів (3,5%) та є багатим джерелом мінералів та біологічно активних речовин, наприклад, токоферолів, каротиноїдів, фенольних кислот та флавоноїдів. Білок, що міститься в люпині, має високу біологічну цінність, порівнянну з білком яєць. Він характеризується високим індексом незамінних амінокислот та коефіцієнтом ефективності використання білка, що базується на доступності лізину та тирозину [31].

Крім того, люпин містить фітохімічні речовини з антиоксидантною здатністю, такі як поліфеноли, головним чином таніни та флавоноїди. Ця бобова культура має значну здатність знижувати рівень холестерину та глюкози. Його білки – це переважно глобуліни, які становлять близько 90% від загального вмісту білка. Використання люпину може бути поширене на виробництво білкових концентратів, які можуть бути перспективними харчовими добавками завдяки своїй збагаченій харчовій цінності для розробки потенційних функціональних продуктів харчування. Багато дослідницьких груп докладали зусиль для отримання білкових концентратів люпину, що містять 60–70% сирого протеїну. Білкові концентрати можуть бути використані як речовина для збагачення різних видів продуктів, таких як випічка та молочні продукти.

Білки люпину не містять глютену, тому ця бобова культура може бути придатною для розробки безглютенових харчових продуктів, які можуть споживатися людьми з алергією на пшеницю, целиакією або іншими захворюваннями, пов'язаними з глютенем [3, 32].

Були розроблені та охарактеризовані потенційна функціональна випічка на основі борошна з білого люпину (*Lupinus albus*). Високий вміст білка та харчових волокон у насінні робить борошно з люпину придатним для розробки потенційних функціональних харчових продуктів з високою харчовою цінністю. Представлені результати розробки солодкого печива та солоних крекерів, збагачених борошном з люпину [3, 32].

Загалом, використання зерен люпину в харчовій промисловості має подібне застосування до використання сої. У літературі повідомляється про

багато продуктів, до складу яких додавалося борошно з люпину, такі як сир, ковбаси, локшина, хліб, кетчуп, тістечка, піца, спеції, варення тощо. Вегетаріанці часто використовують насіння люпину як доповнення до свого раціону замість молока, сої та яєць [3, 32, 33].

1.1.3. Особливості протеїнового порошку люпину

Люпин належить до бобових культур і характеризується високим вмістом білка, що робить його перспективною сировиною для виробництва рослинного протеїну. Люпиновий протеїн - це високобілковий порошок, який отримують шляхом виділення та очищення білкової частини з зерен люпину.

Особливості люпинового протеїну високий вміст білка порівняно з люпиновим борошном, проте клітковини менше ніж у борошні. Текстура однорідний дрібний порошок, світло-жовтий чи кремовий колір. Борошно має більш виражений горіховий смак та жовтуватий колір порівняно з протеїновим порошком.

У люпинового протеїну повноцінний амінокислотний склад з високою часткою аргініну, аспарагінової та глютамінової кислот, низький вміст крохмалю та глютену (натурально безглютеновий продукт). Люпиновий протеїн добре засвоюється, містить харчові волокна, має низький глікемічний індекс, підходить для веганських та безглютенових продуктів [34, 35, 36].

Таблиця 1.1 - Хімічний склад протеїнового порошку люпину

Показник	Вміст	Одиниця виміру
Білки	40–55	%
Жири	5–8	%
Вуглеводи	20–30	%
Харчові волокна	15–20	%
Волога	6–8	%
Зольні речовини	3–4	%
Калій	900–1100	мг/100 г
Магній	180–200	мг/100 г
Фосфор	400–450	мг/100 г
Кальцій	170–200	мг/100 г
Залізо	4–6	мг/100 г
Вітаміни групи В	0,3–1,0	мг/100 г
Вітамін Е	6–8	мг/100 г

Використовується люпиновий протеїновий порошок:

- в кондитерській промисловості для виготовлення білкових батончиків, протеїнового печива, заміни частини яєчного білка в рецептурах;
- для покращення текстури та консистенції рослинних молочних продуктів;
- як м'ясний аналог у виробництві рослинних котлет, фаршів і замінників м'яса;
- для функціонального та спортивного харчування, у складі дієтичних продуктів;
- як білкова добавка з емульгувальними властивостями у різних емульсіях, соусах, пастах, паштетах.



Рисунок 1.3 – Люпиновий протеїновий порошок

Основні технологічні етапи отримання білкового порошку включають:

- Підготовку та очищення насіння люпину, сюди входить: очищення від домішок; термічна або гідротермічна обробка для зменшення вмісту антипоживних речовин (алкалоїдів); подрібнення до борошна.

- Знежирення (за необхідності), що може проводитися: механічно (пресуванням); органічними розчинниками; екстракцією.

Знежирення підвищує частку білка та покращує стабільність продукту.

- Екстракцію білків: ізоелектрична екстракція; лужна екстракція з подальшим осадженням; ферментативний гідроліз; ультрафільтрація та нанофільтрація [37, 38].

- Сушіння та отримання порошку.

Люпиновий протеїновий порошок є перспективною рослинною білковою сировиною завдяки високому вмісту білка, сприятливим функціонально-технологічним властивостям, екологічності виробництва та широким можливостям застосування у харчових технологіях. Його використання відповідає сучасним тенденціям у напрямку здорового харчування, безглютенових продуктів та розвитку рослинних білкових альтернатив в хлібобулочних виробках.

1.1.4. Патентний пошук

Після пошуку патентів, пов'язаних з цією темою кваліфікаційної роботи, було зроблено висновок, що питання булочних виробів збагачених протеїновим порошком люпину є перспективним.

З категорії бобових культур останнім часом люпин привертає все більший інтерес, через значну кількість білка та клітковини, а також корисний вплив на здоров'я. Про це свідчить огляд наукових досліджень, що також зосереджені на використанні нетрадиційної сировини, зокрема бобових культур місцевого походження, які характеризуються багатим хімічним складом і містять значну кількість білків. Залучення даної збагаченої добавки у хлібопекарське виробництво сприяє розширенню асортименту булочних виробів і підвищенню їхньої біологічної цінності.

Оскільки при пошуку патентів в межах України не виявлено результатів, тому виробництва булочних виробів з додаванням обраної сировини можна вважати актуальною, сучасною, потрібною в даний час.

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

Метою кваліфікаційної роботи: розробка рецептури та удосконалення технології виробництва булочки «Дріб'язок» з додаванням обраної сировини збагаченої білком.

Завдання кваліфікаційної роботи:

- Вибір рослинної сировини збагаченої білком
- Вдосконалення рецептури булочних виробів
- Проведення пробного випікання булочних виробів з обраною рослинною сировиною збагаченою білком
- Дослідження якісних характеристик готових виробів

Об'єкт дослідження: технологія виробництва булочки «Дріб'язок» з протеїновим порошком люпину

Предмет досліджень: протеїновий люпиновий порошок, показники якості булочки «Дріб'язок» з протеїновим порошком люпину

Методи досліджень: Загальні та доступні для визначення якості борошна, напівфабрикатів та хлібобулочних виробів.

1.3. Результати досліджень

1.3.1. Обґрунтування вибору сировини та її особливості

Для початку ми підібрали рослинну сировину, що містить велику кількість білка, щоб збагатити булочні вироби. Оскільки насіння люпину здобуло популярність як продукт здорового харчування, і дослідження його застосування як інгредієнтів у виробництві продуктів харчування продовжують проводитися. Особлива увага приділяється білку насіння люпину, який проявляє корисні функціональні та нутрицевтичні властивості при додаванні до харчових продуктів.

Проаналізувавши харчову цінність, хімічний склад, корисність, ми обрали як сировину протеїновий порошок люпину.

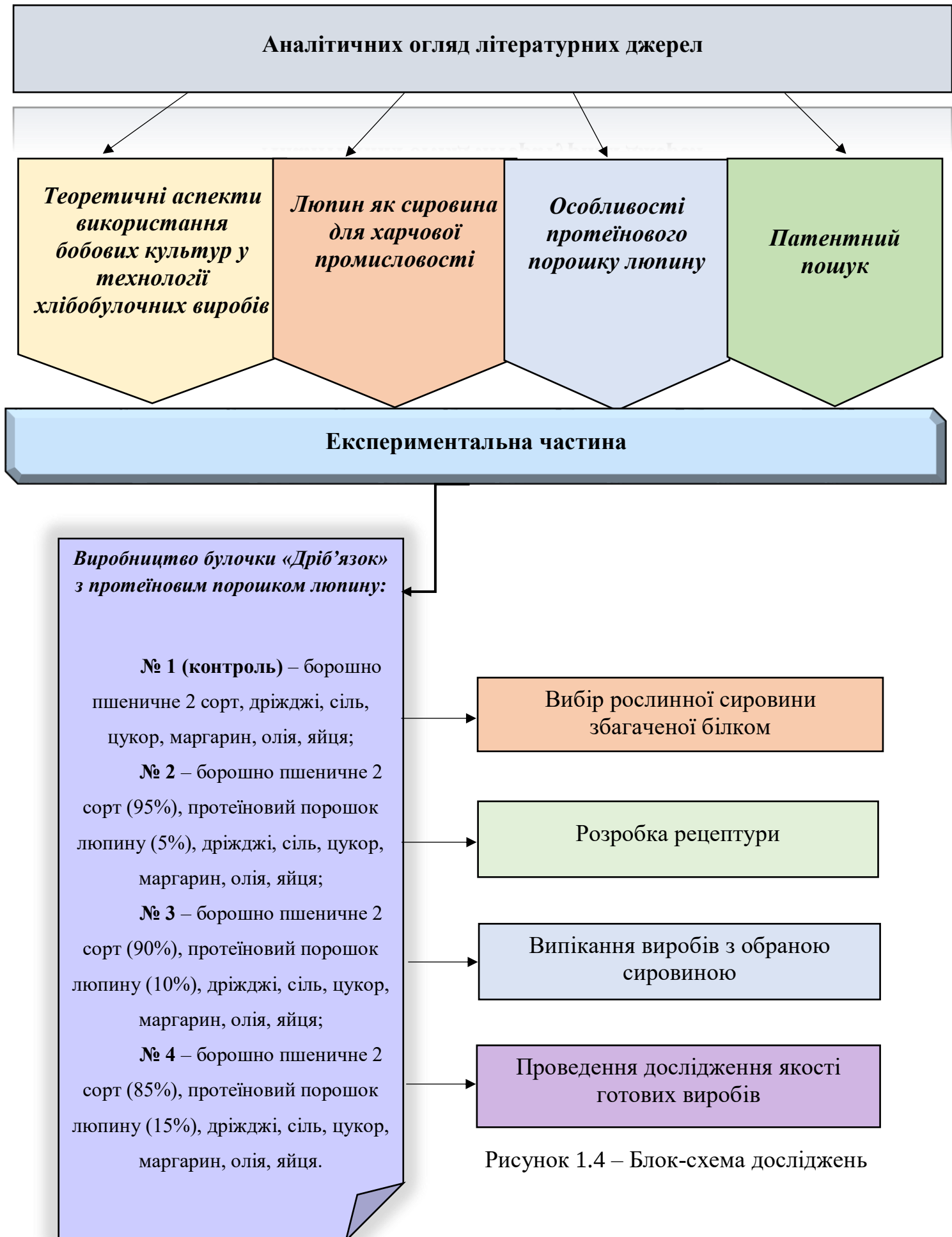


Рисунок 1.4 – Блок-схема досліджень

Булочку «Дріб'язок» готували опарним методом. Першим етапом було приготування опари, тому попередньо для 4 зразків виробів в підготовлені дріжджові суспензії додали частину борошна пшеничного другого сорту. Бродіння опари тривало 180 хвилин.

Далі приготували 4 заміси, куди вносили решту компонентів рецептури, а саме решту борошна пшеничного, розчини цукру та солі, розтоплений маргарин, олію, яйця, а також додаткову сировину.

I заміс – контроль;

II заміс – з внесенням протеїнового порошку люпину 5%;

III заміс – з внесенням протеїнового порошку люпину 10%;

IV заміс – з внесенням протеїнового порошку люпину 15%;

Всі 4 зразки тіста ретельно замісили, залишили на вистоювання до 20 хвилин.

Після ферментації тісто поділили на заготовки та сформували шматки масою 0,25 кг. Уклали заготовки на листи на 50 хв. вистоювання та на випікання на 18 хв. в піч ($t=220^{\circ}\text{C}$).



Рисунок 1.5 – Готові вироби

Готові булочні вироби оцінювали після чотирьох годин випікання, що відповідає стабілізації структури м'якушки та завершенню основних фізико-хімічних процесів охолодження виробів.

Було проведено аналіз якісних характеристик готових виробів.

1.3.2. Дослідження впливу протейнового порошку люпину на фізико-хімічні та органолептичні показники якості пшеничних булочних виробів

Органолептичну оцінку здійснювала дегустаційна комісія у складі 5 осіб, результати занесені в табл.1.2 та табл.1.3

Оцінювання проводили за п'ятибальною шкалою, де 5 балів відповідає відмінній якості, а 1 бал — незадовільній. Аналізу підлягали такі основні органолептичні показники: зовнішній вигляд і форма виробів, стан скоринки, структура та пористість м'якушки, смак, аромат.

Таблиця 1.2 – Органолептична оцінка якості булочки «Дріб'язок» з протейновим порошком люпину

Показники	№1 контроль	№2	№3	№4
Зовнішній вигляд	Правильна форма. Поверхня гладка, без тріщин і підгорілих ділянок	Правильна форма. Поверхня гладка, без тріщин і підгорілих ділянок	Правильна форма. Поверхня гладка, без тріщин і підгорілих ділянок	Спостерігається незначне зменшення об'єму, щільніша структура
Скоринка	Рівномірно забарвлена скоринка світло-золотистого кольору	Рівномірно забарвлена скоринка світло-золотистого кольору	Має більш насичений жовтувато-коричневий відтінок	Колір скоринки темніший, з жовто-коричневим відтінком
Структура м'якушки	Еластична, добре пропечена	Еластична, добре пропечена, з рівномірною дрібнопористою структурою	Еластична, добре пропечена, з рівномірною дрібнопористою структурою	Менш еластична, з ущільненою структурою
Смак	Характерний для пшеничних булочок	Приємний, характерний для пшеничних булочок, з ледь відчутним горіховим відтінком	З легким горіховим присмаком	З вираженим горіховим присмаком
Аромат	Без сторонніх запахів	Виражений, без сторонніх запахів	Специфічний, характерний для люпинової сировини	Специфічний, виражений

Дегустатори за результатами органолептичної оцінки відмітили, що оптимальна кількість введення протеїнового порошку люпину є 5–10%. Оскільки такі пропорції заміни пшеничного борошна II сорту люпиновим протеїновим порошком зберігають високі споживчі властивості у булочках та набувають підвищеної харчової цінності. Збільшення вмісту добавки до 15% призвело до погіршення окремих органолептичних показників булочок. Результати подані в таблиці 1.3 та на рисунку 1.6.

Таблиця 1.3 – Результати дегустаційної оцінки готових булочних виробів

Вироби	П.І.П.	Найменування показників, бали				Середній бал
		Зовнішній вигляд	Колір	Запах	Смак	
Контроль № 1	Безкоровайна І.	4	4	4	4	4
	Клим Ю.	5	4	5	5	4,75
	Войтович Т.	4	4	5	5	4,5
	Божик А.	4	4	4	4	4
	Бенцал О.	4	4	4,5	4,5	4,25
№ 2	Безкоровайна І.	4,5	4,5	4	4	4,25
	Клим Ю.	5	4	5	5	4,75
	Войтович Т.	4,5	4,5	5	5	4,75
	Божик А.	4	4	4,5	4,5	4,25
	Бенцал О.	5	4,5	4,5	4	4,5
№ 3	Безкоровайна І.	5	5	4,5	4,5	4,75
	Клим Ю.	4,5	4,5	5	5	4,75
	Войтович Т.	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
	Божик А.	4,5	4,5	5	5	4,75
	Бенцал О.	5	5	5	5	5
№ 4	Безкоровайна І.	4	5	4	4	4,25
	Безкоровайна І.	4,5	4,5	4	4	4,25
	Клим Ю.	4	4,5	4	3,5	4
	Войтович Т.	4	4	4	4	4
	Божик А.	4	4	4	4	4

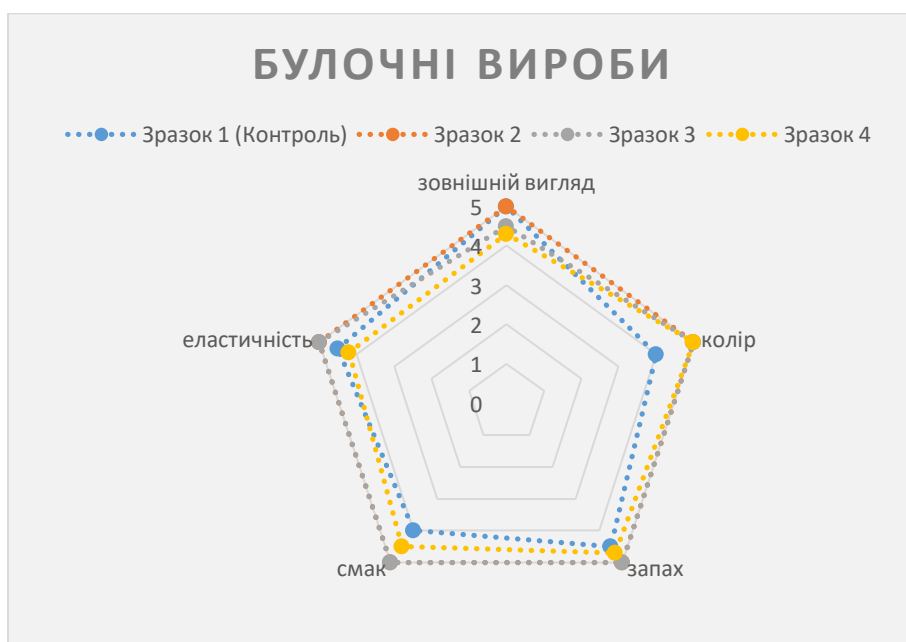


Рисунок 1.6 – Профілограма дослідних булочок «Дріб'язок» з протейновим порошком люпину

№ 1 (контроль) – борошно пшеничне 2 сорт, дріжджі, сіль, цукор, маргарин, олія, яйця;

№ 2 – борошно пшеничне 2 сорт (95%), протейновий порошок люпину (5%), дріжджі, сіль, цукор, маргарин, олія, яйця;

№ 3 – борошно пшеничне 2 сорт (90%), протейновий порошок люпину (10%), дріжджі, сіль, цукор, маргарин, олія, яйця;

№ 4 – борошно пшеничне 2 сорт (85%), протейновий порошок люпину (15%), дріжджі, сіль, цукор, маргарин, олія, яйця.

Згідно з аналізом представлених даних профілограми встановлено, що використання протейнового порошку люпину сприяє отриманню булочних виробів із рум'яною, інтенсивно забарвленою скоринкою. Вироби характеризувалися приємним, добре вираженим смаком і ароматом. Посилення забарвлення скоринки та поліпшення органолептичних показників порівняно з контрольним зразком.

Далі після органолептичного аналізу булочки досліджували за фізико-хімічними показниками якості, такими як: вологість, кислотність та пористість.

Таблиця 1.4 – Фізико-хімічні показники якості булочок «Дріб'язок» з протеїновим порошком люпину

Булочні вироби	Показники		
	Вологість м'якушки, %, не більше	Кислотність, °Т, не більше	Пористість, %, не більше
Згідно ДСТУ	41,0	3,5	-
Зразок №1 Контроль	39,0	3,3	64,0
Зразок №2	40,0	3,5	66,0
Зразок №3	41,0	3,8	65,0
Зразок №3	42,0	3,9	66,0

Введення протеїнового порошку люпину до рецептури пшеничних булочок вплинуло на основні фізико-хімічні показники готових виробів.

За вмісту протеїнового порошку люпину 5% фізико-хімічні показники булочок наближені до контрольного зразка. Чим більша кількість внесення протеїнового порошку люпину, тим більше спостерігали підвищення вологості м'якушки, порівняно з контролем, що зумовлено високою водоутримувальною здатністю люпинового білка. Вологість м'якушки зростає порівняно з контролем, що позитивно впливає на свіжість виробів і уповільнення черствіння. Відмітили, що пористість м'якушки рівномірна у виробках з додаванням 5-10% протеїнового порошку люпину, на відміну від додавання 15%, де знизилася пористість та ущільнилася структура м'якушки.

Аналіз результатів дослідження крихкуватості «Дріб'язок» з протеїновим порошком люпину наведено на рисунку 1.7.

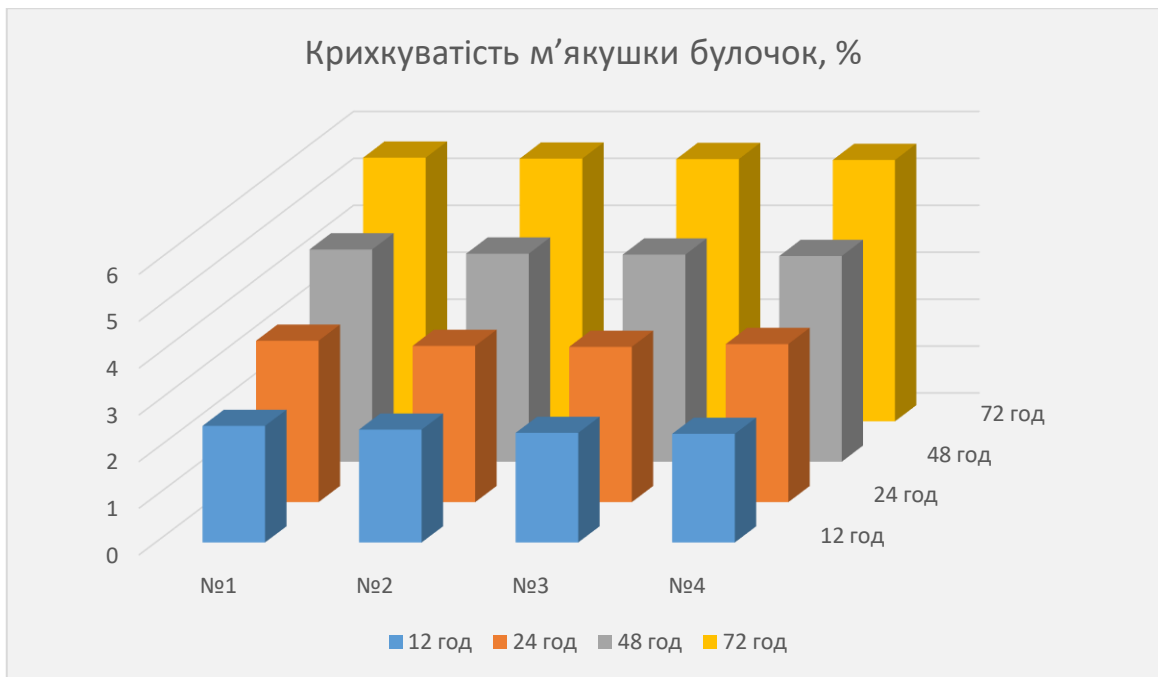


Рисунок 1.7 – Зміна крихкуватості булочки під час зберігання
№ 1 (контроль) – борошно пшеничне 2 сорт, дріжджі, сіль, цукор,
маргарин, олія, яйця;

№ 2 – борошно пшеничне 2 сорт (95%), протеїновий порошок люпину
(5%), дріжджі, сіль, цукор, маргарин, олія, яйця;

№ 3 – борошно пшеничне 2 сорт (90%), протеїновий порошок люпину
(10%), дріжджі, сіль, цукор, маргарин, олія, яйця;

№ 4 – борошно пшеничне 2 сорт (85%), протеїновий порошок люпину
(15%), дріжджі, сіль, цукор, маргарин, олія, яйця.

Отримані результати свідчать про уповільнення процесів черствіння у дослідних зразках порівняно з контрольним.

Таким чином, введення протеїнового порошку люпину у кількості 5–10 % є найбільш доцільним, оскільки забезпечує підвищення харчової цінності пшеничних булочок без суттєвого погіршення їх фізико-хімічних показників. М'якушка у зразках №2 та №3 характеризується підвищеною еластичністю та пружністю, що зумовлено властивостями білків люпину. Проте у зразку №4 з внесенням 15%, призводить до ущільнення м'якушки та зниження еластичності.

РОЗДІЛ 2. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

2.1. Характеристика місця розташування

Місто Винники розташоване поруч із обласним центром — містом Львовом, що забезпечує вигідне логістичне положення для доставки сировини та збуту готової продукції. Територія характеризується розвиненою мережею місцевих і міжміських під'їздів, наявністю маршрутного та міського пасажирського транспорту, що забезпечує зручний під'їзд працівників і постачальників. Для відвантаження продукції доступні як місцеві автодороги, так і маршрути, що ведуть до торговельних мереж Львова та суміжних населених пунктів.

На обраній місцевості під пекарню доступні основні інженерні мережі: електропостачання з достатньою потужністю для промислового обладнання, централізоване водопостачання та каналізація, а також можливість підключення до місцевих систем опалення або автономного теплопостачання. Наявність інтернет-зв'язку та телефонних ліній дозволяє впроваджувати системи автоматизованого обліку виробництва й реалізації.

Наявність робочої сили в місті та у Львівській агломерації дозволяє комплектувати підприємство кваліфікованим персоналом.

Переваги розміщення проєкту

- близькість великого ринку збуту (м.Львів);
- зручна транспортна логістика для постачання сировини і відвантаження продукції;
- доступність робочої сили та сервісних послуг;
- можливість позиціонування як локального «функціонального» продукту;
- відносно менші орендні/земельні витрати порівняно з центром обласного міста.

В таблиці 2.1 подано SWOT – аналіз, в якому детально розписані сильні та слабкі сторони підприємства, побудованого в даному місті.

Таблиця 2.1 – SWOT – аналіз для підприємства

<i>Сильні сторони</i>	<i>Слабкі сторони</i>
Сприятливе географічне розташування поблизу м. Львів	Вищі витрати на виробництво через використання функціональної білкової сировини
Наявність розвиненої транспортної та інженерної інфраструктури	Обмежена обізнаність споживачів щодо користі люпинового протеїну
Виробництво продукції з підвищеною харчовою цінністю (з люпиновим протеїном)	Необхідність коригування традиційної технології та навчання персоналу
Можливість позиціонування продукції як функціональної	Потенційні труднощі зі стабільним постачанням люпинового порошку
Доступність до кваліфікованих кадрів у межах Львівської агломерації	
<i>Можливості</i>	<i>Загрози</i>
Зростання попиту на функціональні та білкові хлібобулочні вироби	Недовіра частини споживачів до нових інгредієнтів у традиційних виробах
Формування власного локального бренду здорової випічки	Коливання цін на сировину та енергоносії
Співпраця з торговельними мережами Львова	Зниження купівельної спроможності населення
Можливість використання місцевої бобової сировини та підтримки локальних виробників	Посилення санітарних і регуляторних вимог до харчових виробництв

2.2. Характеристика сировинної зони

Місто Винники розміщені поруч із великим містом, що полегшує пошук постачальників пшеничного борошна, дріжджів, цукру, солі, маргарину і допоміжних інгредієнтів. Для протеїнового порошку люпину можливі два шляхи забезпечення: закупівля готового порошку у виробників/дистриб'юторів або організації локальної переробки з районних агропідприємств. Близькість до Львова також спрощує доступ до пакувальних матеріалів і сервісного обслуговування обладнання.

Борошно пшеничне виготовляється з пшениці м'яких сортів, що добре пристосовані до ґрунтово-кліматичних умов Західної України. Постачається з млинів Львівської, Тернопільської, Волинської областей.

Люпин вирощується в західних та центральних регіонах України (Львівська, Волинська, Хмельницька області). Протеїновий порошок отримують шляхом переробки насіння люпину, що має високий вміст рослинного білка (до 40–55 %). Використання люпинового протеїну підвищує харчову та біологічну цінність булочних виробів.

Дріжджі хлібопекарські — постачання з українських дріжджових заводів.

Цукор — із цукрових заводів Західної України.

Сіль кухонна — вітчизняного виробництва.

Сировинна зона хлібопекарського підприємства у місті Винники є сприятливою та економічно доцільною для виробництва булочки «Дріб'язок» з протеїновим порошком люпину. Регіон забезпечує доступ до якісної основної та додаткової сировини, що відповідає сучасним вимогам харчової промисловості.

2.3. Обґрунтування асортименту продукції

Формування асортименту продукції хлібопекарського підприємства у м. Винники Львівської області здійснювалося з урахуванням попиту місцевого населення, сучасних тенденцій у харчуванні, технологічних можливостей підприємства та економічної доцільності виробництва. Особлива увага приділялася поєднанню традиційних хлібобулочних виробів із продукцією підвищеної харчової цінності.

Основу асортименту становлять пшеничні булочні вироби щоденного попиту, які користуються стабільним споживчим попитом завдяки доступній ціні, зручності споживання та звичним органолептичним властивостям. До цієї групи належить булочка «Дріб'язок», яка характеризується невеликою масою, та універсальністю використання.

Протеїний порошок люпину є джерелом повноцінного рослинного білка, харчових волокон та мінеральних речовин, що дозволяє підвищити біологічну та харчову цінність виробів.

Включення протеїнового порошку люпину до рецептури булочки «Дріб'язок» дозволяє: розширити асортимент функціональних хлібобулочних

виробів; підвищити вміст рослинного білка; орієнтувати продукцію на споживачів, які дбають про здорове харчування; використовувати вітчизняну, екологічно безпечну сировину.

Таким чином, обраний асортимент продукції забезпечує поєднання традиційних споживчих властивостей хлібобулочних виробів із інноваційною складовою, що підвищує конкурентоспроможність підприємства на локальному ринку та відповідає сучасним вимогам до харчових продуктів підвищеної харчової цінності.

2.4. Характеристика каналів реалізації

Формування каналів реалізації продукції проєктованого підприємства у м. Винники здійснюється з урахуванням не лише потреб місцевого населення через роздрібну торгівлю, місцеві магазини, торговельні точки, а й туристичного потенціалу регіону. Близькість міста до Львова — одного з найбільших туристичних центрів України — створює додаткові можливості для збуту хлібобулочних виробів, зокрема булочки «Дріб'язок» з протеїновим порошком люпину, як локального та функціонального продукту.

Одним із важливих каналів реалізації є торгівля в місцях туристичного скупчення — кафе, кав'ярні, заклади громадського харчування, що орієнтовані на туристів. Також перспективним каналом реалізації є готелі, туристичні комплекси у м. Винники та прилеглих населених територій.

Туристи, як правило, надають перевагу свіжій випічці локального виробництва, що має оригінальну рецептуру та регіональну ідентичність.

РОЗДІЛ 3. ПРОЄКТНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1. Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту

3.1.1. Вихідні дані

Вихідні дані приймають з нормативної документації та оформляють у вигляді таблиці 3.1 [44].

Таблиця 3.1 – Вихідні дані для розрахунків

Показники і параметри, одиниці виміру	Умовні позначення	Булочка «Дріб'язок» з протеїновим порошком люпину	Сайка «Гірчична»
1	2	3	4
Показники якості виробів:			
Маса виробу, кг	$G_{\text{вир}}$	0,2	0,2
Вологість, % не більше	$W_{\text{в}}$	41,0	42,0
Кислотність, град, не більше	К	3,5	3,0
Пористість, % не менше	П	-	68
Розмір виробу, мм:			
Довжина	l	180	180
Ширина	b	90	90
Рецептура на 100 кг борошна, кг			
Борошно пшеничне першого сорту	$G_{\text{б.пш}}^{1.с}$	-	100
Борошно пшеничне другого сорту	$G_{\text{б.пш}}^{2.с}$	95,0	-
Дріжджі хлібопекарські пресовані	$G_{\text{др}}$	1,0	1,0
Сіль кухонна харчова	$G_{\text{с}}$	1,5	1,5
Цукор	$G_{\text{к}}$	5,0	4,0
Маргарин столовий 82%	$G_{\text{м}}$	2,5	-
Олія соняшникова	$G_{\text{о.с}}$	1,0	-
Олія гірчична	$G_{\text{о.г}}$	-	8,0
Яйця курячі, шт./кг	$G_{\text{я}}$	20/0,8	-
Люпиновий порошок	$G_{\text{л.п}}$	5,0	-
Разом	-	111,8	114,5
Основні показники технологічних режимів:			
Вологість опари, %	$W_{\text{о}}$	48	48

1	2	3	4
Вологість тіста, %	W_T	41,5	42,5
Плановий вихід, %	-	129,0	136,5
Тривалість бродіння опари, хв	T_o	180	210
Тривалість бродіння тіста, хв	T_T	20	60
Спосіб приготування	-	Густі опари	Густі опари
Тривалість вистоювання, хв	$T_{\text{вис}}$	50	40
Концентрація сольового розчину	-	25	25
Кратність розведення дріжджів водою	-	1:3	1:3
Марка печі	-	Г4-ХПФ-21	Г4-ХПФ-21
Спосіб випікання	-	На листах	На листах
Розміри листів, мм		660×600	660×600
Тривалість випікання, хв	$T_{\text{вип}}$	18	20
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	$C_{\text{сух}}$	3,3	
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 виробу, % до маси гарячого виробу	$g_{\text{укл}}$	0,5 – 0,8	
Втрати від усихання виробу, % до маси гарячого виробу	$g_{\text{ус}}$	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 виробу	$g_{\text{шт}}$	0,04 – 0,05	
Втрати від перероблення виробу, % до маси борошна	$g_{\text{бр}}$	Близько 0,02	

3.1.2. Розрахунок продуктивності печей

Розрахунки виробничої продуктивності ліній здійснюється на підставі визначення потужності печі [44].

Таблиця 3.2 – Вихідні дані для розрахунку виробничої продуктивності печей

Виріб	Маса виробу, кг	Кількість виробів на листі, штук		Тривалість випікання, хв
		По довжині	По ширині	
Булочка «Дріб'язок» з протеїновим порошком люпину	0,2	5	3	18
Сайка «Гірчична»	0,2	5	3	20

Вироби булочка «Дріб'язок» з протеїновим порошком люпину та сайка «Гірчична» будуть випікатись на листах. Спочатку проводимо розрахунок кількості виробів по ширині та довжині листа (розміри листів 660×600мм) [45].

Розрахунок кількості виробів по довжині листа за формулою:

$$N_{\text{л}}^{\text{в}} = \frac{L' - a}{l' + a} \quad (3.1)$$

L' , l' – відповідно довжина листа і виробу;

a – відстань між виробами.

Для булочки «Дріб'язок» з протеїновим порошком люпину:

$$N_{\text{л}}^{\text{в}} = \frac{660 - 30}{180 + 30} = 3 \text{ шт.}$$

Для сайки «Гірчична»:

$$N_{\text{л}}^{\text{в}} = \frac{660 - 30}{180 + 30} = 3 \text{ шт.}$$

Розрахунок кількості виробів по ширині листа за формулою:

$$n_{\text{л}}^{\text{в}} = \frac{B' - a}{b' + a} \quad (3.2)$$

B' , b' – відповідно ширина листа та виробу.

Для булочки «Дріб'язок» з протеїновим порошком люпину:

$$n_{\text{л}}^{\text{в}} = \frac{600 - 30}{90 + 30} = 5 \text{ шт.}$$

Для сайки «Гірчична»:

$$n_{\text{л}}^{\text{в}} = \frac{600-30}{90+30} = 5 \text{ шт.}$$

Годинну продуктивність розраховуємо за формулою [45]:

$$P_{\text{год}} = \frac{(N_{\text{л}}^{\text{в}} + n_{\text{л}}^{\text{в}}) * n * g * 60}{t} \quad (3.3)$$

де n – кількість листів на контейнері;

g – маса виробу, кг;

t – час випікання, хв.

Для булочки «Дріб'язок» з протеїновим порошком люпину годинна продуктивність становитиме:

$$P_{\text{год}} = \frac{(3*5)*20*0,2*60}{18} = 200 \text{ кг/год}$$

Для сайки «Гірчична»:

$$P_{\text{год}} = \frac{(3*5)*20*0,2*60}{20} = 180 \text{ кг/год}$$

Продуктивність за добу для булочки «Дріб'язок» з протеїновим порошком люпину становитиме:

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

$$P_{\text{доб}} = 200 * 23 = 4600 \text{ кг/доб}$$

Проводимо розрахунок добової продуктивності для сайки «Гірчична» відповідно до формули (3.4):

$$P_{\text{доб}} = 180 * 23 = 4140 \text{ кг/доб}$$

Таблиця 3.3 – Виробнича продуктивність цеху

№з/п	Марка печі	Асортимент виробів	Продуктивність за годину	Тривалість роботи печі за добу, год	Продуктивність за добу, кг
1	Г4-ХПФ-21	Булочка «Дріб'язок» з протеїновим порошком люпину	200	23	4600
2	Г4-ХПФ-21	Сайка «Гірчична»	180	23	4140
	Разом				8740

Формуємо графік роботи печі Г4-ХПФ-21

№ з/П	Марка печі	Години роботи					
		Перша зміна		Друга зміна		Третя зміна	
		6		12		18	
1	Г4-ХПФ-21						
		7		15		23	
2	Г4-ХПФ-21						

Рисунок 3.1 – Графік роботи печей

Умовні позначення:

	– робота печі
	– профілактика

3.1.3. Розрахунок пофазних рецентур

Для булочки «Дріб'язок» з протеїновим порошком люпину згідно літературних рекомендацій використовуємо спосіб приготування на густих опарах [44].

Таблиця 3.4 – Співвідношення сухих речовин та вологі в сировині тіста булочки «Дріб'язок» з протеїновим порошком люпину

Сировина	Маса, кг	Вологість, %	Частка вологі в сировині, в %	Частка вологі в сировині, в кг
Борошно пшеничне другого сорту	95,0	14,5	85,5	81,2
Дріжджі хлібопекарські пресовані	1,0	75,0	25,0	0,25
Сіль кухонна харчова	1,5	-	-	1,5
Цукор білий	5,0	0,15	99,85	4,99
Маргарин столовий зі вмістом жиру 82%	2,5	17,0	83,0	2,07

Олія соняшникова	1,0	0,3	99,7	0,99
Яйця курячі	0,8	73,0	27,0	0,22
Люпиний порошок	5,0	14,5	85,5	4,3
Разом	111,8	-	-	95,52

За формулою (3.5) розраховуємо масу тіста:

$$W_T = 41 + 0,5 = 41,5 \% [45].$$

$$G_T = \frac{95,52 \cdot 100}{100 - 41,5} = 163,28 \text{ кг.}$$

Кількість води на заміс тіста за формулою (3.6) становить:

$$G_B^T = 163,28 - 111,8 = 51,48$$

Для булочки «Дріб'язок» з протеїновим порошком люпину сировину передбачену рецептурою необхідно вводити у вигляді розчинів.

Сіль у розчин за формулою:

$$G_{c.p} = \frac{G_c \cdot 100}{C_{c.p}} \quad (3.7)$$

де $G_{c.p}$ – концентрація розчину, % 25% – концентрація сольового розчину

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

Маса води в сольовому розчині:

$$G_B^{c.p} = G_{c.p} - G_c \quad (3.8)$$

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

Кількість води у розчині цукру:

$$G_B^{ц.p} = \frac{5,0 \cdot 100}{50} = 10,0 \text{ кг.}$$

$$G_B^{ц.p} = G_{ц.p} - G_{ц} \quad (3.9)$$

$$G_B^{ц.p} = 10,0 - 5,0 = 5,0 \text{ кг.}$$

Дріжджі в суспензію дріжджову:

$$G_{д.p} = G_{др} + G_{др} \cdot n \quad (3.10)$$

n – кількість розведень, ($n = 3$)

$$G_{\text{др.с}} = 1 + 1 \times 3 = 4,0 \text{ кг.}$$

Кількість води в суспензії:

$$G_{\text{в}}^{\text{др.с}} = G_{\text{др.с}} - G_{\text{др}} \quad (3.11)$$

$$G_{\text{в}}^{\text{др.с}} = 4 - 1 = 3 \text{ кг.}$$

Розраховуємо масу води в тісті з урахуванням замін:

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

$$G_{\text{в}}^3 = 51,48 - [4,5 + 3 + 5] = 38,98 \text{ кг.}$$

Від загального борошна в тісті 50 % борошно, це борошно вносимо в опару.

Виходячи з маси сухих речовин розраховуємо масу опари.

Таблиця 3.5 – Співвідношення сухих речовин та вологи в сировині опари:

Сировина	Маса, кг	Вологість, %	Маса сухих речовин в %	Маса сухих речовин в кг
Борошно пшеничне другого сорту	50	14,5	85,5	42,75
Дріжджі хлібопекарські пресовані	1,0	75	25	0,25
Разом	51,0	-	-	43,0

Проводимо розрахунок виходу опари:

$$G_o = \frac{G_{\text{с.р}} \cdot 100}{100 - W_o} \quad (3.13)$$

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

W_o – вологість опари, %; $W_o = 48 \%$

$$G_o = \frac{43 \cdot 100}{100 - 48} = 82,69 \text{ кг.}$$

Масу води в опарі розраховуємо за формулою:

$$G_{\text{в}}^o = G_o - G_{\text{сир}} \quad (3.14)$$

$$G_{\text{в}}^o = 82,69 - 51,0 = 31,69 \text{ кг.}$$

Маса води в опарі, за винятком тієї, що входить із суспензією дріжджовою становитиме [45]:

$$G_B^{1.0} = G_B^0 - G_B^{др.с} \quad (3.15)$$

$$G_B^{1.0} = 31,69 - 3 = 28,69 \text{ кг.}$$

Проводимо розрахунок маси води, що вноситься при замісі тіста за формулою:

$$G_B^{1.т} = G_B - G_B^{1.0} \quad (3.16)$$

$$G_B^{1.т} = 51,48 - [4,5 + 3 + 5 + 28,69] = 10,29 \text{ кг.}$$

Таблиця 3.6 – Пофазна рецептура для виробництва булочки «Дріб'язок» з протейновим порошком люпину кг, на 100 кг борошна

Сировина і напівфабрикати	Маса, кг	Опара	Тісто
Борошно пшеничне другого сорту	95,0	50	45,0
Дріжджова суспензія	4,0	4,0	-
Сольовий розчин	6,0	-	6,0
Цукровий розчин	10,0	-	10,0
Маргарин	2,5	-	2,5
Олія соняшникова	1,0	-	1,0
Яйця курячі	0,8	-	0,8
Люпиновий порошок	5,0	-	5,0
Опара	-	-	82,69
Вода	38,98	28,69	10,29
Разом	163,28	82,69	163,28

Приготування сайки «Гірчична» здійснюється також на густих опарах.

Таблиця 3.7 – Співвідношення сухих речовин та вологи в сировині тіста сайки «Гірчична»

Сировина	Маса, кг	Вологість, %	Частка вологи в сировині, в %	Частка вологи в сировині, в кг
Борошно пшеничне першого сорту	100,0	14,5	85,5	85,5
Дріжджі хлібопекарські пресовані	1,0	75,0	25,0	0,25
Сіль кухонна харчова	1,5	-	-	1,5
Цукор білий	4,0	0,15	99,85	3,99
Олія гірчична	8,0	0,3	99,7	7,98
Разом	114,5	-	-	99,22

За формулою (3.5) розраховуємо масу тіста:

$$W_T = 42 + 0,5 = 42,5 \% [45].$$

$$G_T = \frac{99,22 \cdot 100}{100 - 42,5} = 172,56 \text{ кг.}$$

Кількість води на заміс тіста за формулою (3.6) становить:

$$G_B^T = 172,56 - 114,5 = 60,06$$

Для приготування сайки сировину, передбачену рецептурою, необхідно вносити у вигляді розчинів.

Сіль у розчин за формулою (3.7)

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

Маса води в сольовому розчині (3.8)

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

Кількість води у розчині цукру (3.9)

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

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

Дріжджі в суспензію дріжджову (3.10)

n – кількість розведень, ($n = 3$)

$$G_{\text{др.с}} = 1 + 1 \times 3 = 4,0 \text{ кг.}$$

Кількість води в суспензії (3.11)

$$G_{\text{в}}^{\text{др.с}} = 4 - 1 = 3 \text{ кг.}$$

Розраховуємо масу води в тісті з урахуванням замін (3.12)

$$G_{\text{в}}^3 = G_{\text{в}} - [G_{\text{в}}^{\text{с.р}} + G_{\text{в}}^{\text{др.с}} + G_{\text{в}}^{\text{ц.р}}]$$

$$G_{\text{в}}^3 = 60,06 - [4,5 + 3 + 4] = 48,56 \text{ кг.}$$

Від загального борошна в тісті 50 % борошно, це борошно вносимо в опару.

Виходячи з маси сухих речовин розраховуємо масу опари.

Таблиця 3.8 – Співвідношення сухих речовин та вологості в сировині опари:

Сировина	Маса, кг	Вологість, %	Маса сухих речовин в %	Маса сухих речовин в кг
Борошно пшеничне 1 сорту	50	14,5	85,5	42,75
Дріжджі хлібопекарські пресовані	1,0	75	25	0,25
Разом	51,0	-	-	43,0

Проводимо розрахунок виходу опари, за формулою (3.13)

$$W_0 = 48 \%$$

$$G_0 = \frac{43 \cdot 100}{100 - 48} = 82,69 \text{ кг.}$$

Масу води в опарі розраховуємо за формулою (3.14)

$$G_{\text{в}}^0 = 82,69 - 51,0 = 31,69 \text{ кг.}$$

Маса води в опарі, за винятком тієї, що входить із суспензією дріжджовою становитиме (3.15)

$$G_{\text{в}}^{1.0} = 31,69 - 3 = 28,69 \text{ кг.}$$

Проводимо розрахунок маси води, що вноситься при замісі тіста за формулою (3.16)

$$G_{\text{в}}^{1\cdot\text{т}} = 60,06 - [4,5 + 3 + 4 + 28,69] = 19,87 \text{ кг.}$$

Таблиця 3.9 – Пофазна рецептура для виробництва сайки «Гірчична», кг, на 100 кг борошна

Сировина і напівфабрикати	Маса, кг	Опара	Тісто
Борошно пшеничне першого сорту	100	50	50
Дріжджова суспензія	4,0	4,0	-
Сольовий розчин	6,0	-	6,0
Цукровий розчин	8,0	-	8,0
Олія гірчична	8,0	-	8,0
Опара	-	-	82,69
Вода	48,56	28,69	19,87
Разом	172,56	82,69	172,56

3.1.4. Розрахунок виходу виробів

Вихід хлібобулочних виробів визначають з урахуванням виходу тіста, а також технологічних витрат і втрат у процесі його виготовлення [44, 45].

Розрахунок виходу булочки «Дріб'язок» з протеїновим порошком люпину:

$$V_{\text{х}} = G_{\text{т}} - (V_{\text{б}} + V_{\text{т}} + Z_{\text{бр}} + Z_{\text{обр}} + Z_{\text{уп}} + Z_{\text{укл}} + Z_{\text{ус}} + V_{\text{шт}}), \quad (3.17)$$

де $V_{\text{б}}$ – втрати борошна до замішування напівфабрикатів;

$V_{\text{т}}$ – 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 виробу під час його транспортування від печі, та укладання на вагонетки, або контейнери;

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

$V_{шт}$ – втрати від неточності маси виробу при приготування штучних виробів;

Згідно формули визначаємо середньозволожену вологість сировини [45]:

$$W = \frac{G_6 * W_6 + G_{др} * W_{др} + G_c + G_{ц} * W_{ц} + G_m * W_m + G_o * W_o + G_{я} * W_{я} + G_{л.п} * W_{л.п}}{G_6 + G_{др} + G_c + G_{ц} + G_m + G_o + G_{я} + G_{л.п.}} \quad (3.18)$$

$W_{сир}$ – вологість сировини, %.

$$W = \frac{90 * 14,5 + 1,0 * 75 + 1,5 + 5,0 * 0,15 + 2,5 * 17 + 1,0 * 0,3 + 0,8 * 73 + 10 * 14,5}{111,8} = 14,56 \%$$

Знаходимо масу тіста за формулою:

$$G_T = \frac{G_{сир} * (100 - W_{сир})}{(100 - W_T)} \quad (3.19)$$

де $G_{сир}$ – маса сировини у тісті з 100 кг борошна, кг.;

$$G_T = 111,8 * \frac{100 - 14,56}{100 - 41,5} = 163,28 \text{ кг.}$$

Втрати і затрати, що розраховуються, виражаємо у перерахунку на масу тіста у кілограмах.

Визначаємо втрати борошна в тісті до замішування тіста B_6 , кг:

$$B_6 = \frac{g_6 * (100 - W_6)}{100 - W_T} \quad (3.20)$$

де g_6 – втрати борошна до замішування напівфабрикатів, % до маси борошна; $g_6 = 0,02 - 0,06 \%$

$$B_6 = \frac{0,03 * (100 - 14,5)}{100 - 41,5} = 0,04 \%$$

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

$$B_T = \frac{g_T * (100 - W_{сер})}{100 - W_T} \quad (3.21)$$

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

$W_{сер}$ – вологість середня, %

$$W_{сер} = \frac{W_T + W_6}{2} \quad (3.22)$$

$$W_{сер} = \frac{41,5 + 21,17}{2} = 31,34 \%$$

$$B_T = \frac{0,06 \cdot (100 - 31,34)}{100 - 41,5} = 0,07 \%$$

Затрати на оброблення тіста $Z_{обр}$, за формулою [45]:

$$Z_{обр} = \frac{g_{обр} \cdot (W_T - W_6)}{100 - W_T} \quad (3.23)$$

де $g_{обр}$ – затрати борошна під час оброблення тіста, % до маси борошна,
 $g_{обр} = 0,6 - 1\%$

$$Z_{обр} = \frac{0,8 \cdot (41,5 - 14,5)}{100 - 41,5} = 0,37 \%$$

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

$$Z_{бр} = \frac{C_{сух} \cdot 0,96 \cdot (G_{сир} - g_{обр}) \cdot (100 - W_{сер})}{1,96 \cdot 100 \cdot (100 - W_T)} \quad (3.24)$$

де $C_{сух}$ – затрати сухих речовин на бродіння, % до сухих речовин тіста;
 $g_{обр}$ – затрати борошна під час оброблення тіста, % до маси борошна;
 $g_{обр} = 0,6 - 1,0 \%$

$$Z_{бр} = \frac{0,95 \cdot 3,3 \cdot (111,8 - 0,8) \cdot (100 - 31,34)}{1,96 \cdot 100 \cdot (100 - 41,5)} = 2,08 \%$$

Затрати від упікання, $Z_{уп}$, кг:

$$Z_{уп} = \frac{g_{уп} \cdot [G_T - (B_6 + B_T + Z_{бр} + Z_{обр})]}{100} \quad (3.25)$$

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

$$Z_{уп} = \frac{11 \cdot [163,28 - (0,04 + 0,07 + 2,08 + 0,37)]}{100} = 16,7 \%$$

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

$$Z_{укл} = \frac{g_{укл} \cdot [G_T - (B_6 + B_T + Z_{бр} + Z_{обр} + Z_{уп})]}{100} \quad (3.26)$$

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

$$Z_{укл} = \frac{0,7 \cdot [163,28 - (0,04 + 0,07 + 2,08 + 0,37 + 14,5)]}{100} = 0,95 \%$$

Затрати від усихання, $Z_{ус}$, кг:

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

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

$$Z_{yc} = \frac{3,5 * [163,28 - (0,04 + 0,07 + 2,08 + 0,37 + 14,5 + 0,58)]}{100} = 4,7 \%$$

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

$$V_{шт} = \frac{g_{шт} * [G_T - (B_6 + B_T + 3B_p + 3B_{обр} + 3y_p + 3y_{кл} + 3y_c)]}{100} \quad (3.28)$$

де $g_{шт}$ – втрати внаслідок відхилення маси виробу, % до маси гарячого виробу; $g_{шт} = 0,4-0,5 \%$

$$V_{шт} = \frac{0,5 * [163,28 - (0,04 + 0,07 + 2,08 + 0,37 + 14,5 + 0,58 + 4,4)]}{100} = 0,64 \%$$

$$V_x = 163,28 - (0,04 + 0,07 + 2,08 + 0,37 + 16,7 + 0,95 + 4,7 + 0,64) = 128 \%$$

Фактичний вихід булочки «Дріб'язок» з протейновим порошком люпину становить 128%, плановий 129 % [44].

Таблиця 3.10 – Зведена таблиця розрахунку виходу булочки «Дріб'язок» з протейновим порошком люпину

Види втрат і витрат при заданих технологічних умовах	Вихідні дані для розрахунку виходу виробу		Втрати і витрати у перерахунку до тіста	
	Позначення	Величина	Позначення	Величина
Вихід тіста	$g_T \%$	163,28	-	-
Втрати борошна до приготування тіста за умови безтарного зберігання	$g_6, \%$ до маси борошна	0,03	B_6	0,04
Втрати борошна і тіста у разі приготування в тістовому агрегаті	$g_T, \%$ до маси тіста	0,06	B_T	0,07
Витрати сухих речовин на бродіння за умови приготування тіста на рідких заквасках	$g_{сух} \%$ до СР тіста	3,3	$3_{бр}$	2,08
Витрати борошна під час оброблення тіста	$g_{обр}, \%$ до маси борошна	0,8	$3_{обр}$	0,37

Прод.табл. 3.10

Витрати на упікання	$g_{уп}, \% \text{ до маси тіста}$	11	$З_{уп}$	16,7
Витрати під час укладання гарячого виробу	$g_{укл}, \% \text{ до маси гарячого виробу}$	0,7	$З_{укл}$	0,95
Витрати від усихання виробу	$g_{ус}, \% \text{ до маси гарячого виробу}$	3,5	$З_{ус}$	4,7
Втрати за рахунок неточної маси виробів	$g_{шт}, \% \text{ до маси гарячого виробу}$	0,5	$В_{шт}$	0,64
Всього втрат і витрат у розмірності виходу тіста				25,55

Розрахунок виходу сайки «Гірнична»:

Кількість вологи в сировині сайки «Гірнична» визначаємо за формулою (3.18):

$$W_{сер} = \frac{100 \cdot 14,5 + 1,0 \cdot 75 + 1,5 + 4,0 \cdot 0,15 + 8,0 \cdot 0,3}{100 + 1,0 + 1,5 + 4,0 + 8,0} = 13,4 \%$$

Масу тіста визначаємо за формулою (3.18):

$$C_T = \frac{114,5 \cdot (100 - 13,4)}{100 - 42,5} = 172,45 \text{ кг.}$$

Обчислюємо втрати борошна в тісті до замішування тіста B_6 , кг за формулою (3.20):

$$B_6 = \frac{0,06 \cdot (100 - 13,4)}{100 - 42,5} = 0,09 \%$$

Проводимо розрахунок втрати борошна і напівфабрикатів від замішування до випікання, B_T , кг за формулою (3.21):

$$W_{сер} = \frac{42,5 + 13,4}{2} = 28 \%$$

$$B_T = \frac{0,06 \cdot (100 - 28)}{100 - 42,5} = 0,08 \%$$

За формулою (3.23) розраховуємо затрати на оброблення тіста $Z_{обр}$:

$$Z_{обр} = \frac{2,5 \cdot (42,5 - 14,5)}{100 - 42,5} = 1,22 \%$$

Розраховуємо за формулою (3.24) витрати при бродінні напівфабрикатів, $Z_{бр}$, кг:

$$Z_{бр} = \frac{0,95 \cdot 3,3 \cdot (114,5 - 1,22) \cdot (100 - 28)}{1,96 \cdot 100 \cdot (100 - 42,5)} = 2,3 \%$$

Затрати від упікання, $Z_{уп}$, кг за формулою (3.25):

$$Z_{уп} = \frac{10 \cdot [172,56 - (0,09 + 0,08 + 1,22 + 2,3)]}{100} = 16,9 \%$$

За формулою (3.26) розраховуємо затрати під час укладання, $Z_{укл}$, кг:

$$Z_{укл} = \frac{0,8 \cdot [172,56 - (0,09 + 0,08 + 1,22 + 2,3 + 16,9)]}{100} = 1,2 \%$$

У відповідності до формули (3.27) розраховуємо затрати від усихання, $Z_{ус}$, кг:

$$Z_{ус} = \frac{4,0 \cdot [172,56 - (0,09 + 0,08 + 1,22 + 2,3 + 16,9 + 1,2)]}{100} = 6,03 \%$$

Втрати від неточності маси штучних виробів, $V_{шт}$, кг розраховуємо за формулою (3.28):

$$V_{шт} = \frac{0,5 \cdot [172,56 - (0,09 + 0,08 + 1,22 + 2,3 + 16,9 + 1,2 + 6,03)]}{100} = 0,8 \%$$

За формулою (3.29) розраховуємо

$$V_x = 172,56 - (0,09 + 0,08 + 1,22 + 2,3 + 16,9 + 1,2 + 6,03 + 0,8) = 139,5 \%$$

Вихід плановий для сайки «Гірчична» становить 136, 5% [44], фактичний 139,5 %

Таблиця 3.11 – Зведена таблиця розрахунку виходу сайки «Гірчична»

Види втрат і витрат при заданих технологічних умовах	Вихідні дані для розрахунку виходу виробу		Втрати і витрати у перерахунку до тіста	
	Позначення	Величина	Позначення	Величина
Вихід тіста	g_t %	172,56	-	-
Втрати борошна до приготування тіста за умови безтарного зберігання	g_b , % до маси борошна	0,06	V_b	0,09

Прод.табл. 3.11

Втрати борошна і тіста у разі приготування в тістовому агрегаті	$g_T, \% \text{ до маси тіста}$	0,06	B_T	0,08
Витрати сухих речовин на бродіння за умови приготування тіста на рідких заквасках	$g_{\text{сух}} \% \text{ до СР тіста}$	3,3	$З_{\text{бр}}$	2,3
Витрати борошна під час оброблення тіста	$g_{\text{обр}}, \% \text{ до маси борошна}$	2,5	$З_{\text{обр}}$	1,22
Витрати на упікання	$g_{\text{уп}}, \% \text{ до маси тіста}$	10	$З_{\text{уп}}$	16,9
Витрати під час укладання гарячого виробу	$g_{\text{укл}}, \% \text{ до маси гарячого виробу}$	0,8	$З_{\text{укл}}$	1,2
Витрати від усихання виробу	$g_{\text{ус}}, \% \text{ до маси гарячого виробу}$	4,0	$З_{\text{ус}}$	6,03
Втрати за рахунок неточної маси виробів	$g_{\text{шт}}, \% \text{ до маси гарячого виробу}$	0,5	$B_{\text{шт}}$	0,8
Всього втрат і витрат у розмірності виходу тіста				28,62

3.1.5. Розрахунок виробничих рецептур і вибір технологічних параметрів

Для булочки «Дріб'язок» з протейновим порошком люпину:

Ритм замішування та необхідну кількість діж визначають, виходячи з годинних витрат борошна на приготування напівфабрикатів [44, 45].

Насамперед розраховують максимальну масу борошна, яку можна завантажити в діжу G_D^6 , кг, за такою формулою:

$$G_D^6 = \frac{V_D \cdot q}{100}, \text{ кг} \quad (3.30)$$

Дані для опари $q = 26$, для тіста $q = 32$.

$$G_{\text{д}}^{\text{б}} = \frac{140 \cdot 26}{100} = 36,4 \text{ кг/год}$$

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

Далі, за формулою розраховуємо кількість діж необхідних для забезпечення годинної продуктивності печі:

$$G_{\text{год}} = \frac{P_{\text{год}} \cdot 100}{B_{\text{п}}}, \text{ кг/год} \quad (3.31)$$

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

$B_{\text{пл}}$ – плановий вихід виробу

$$G_{\text{год}} = \frac{200 \cdot 100}{129} = 155,04 \text{ кг/год}$$

$$D_{\text{год}} = \frac{G_{\text{б}}^{\text{год}}}{G_{\text{б}}^{\text{д}}} \quad (3.32)$$

де $G_{\text{б}}^{\text{год}}$ – годинні витрати борошна на приготування напівфабрикату (до них входять і годинні витрати борошна на приготування закваски), кг/год.

$$D_{\text{год}} = \frac{155,04}{36,4} = 4 \text{ шт.}$$

$$D_{\text{год}} = \frac{155,04}{44,8} = 3 \text{ шт.}$$

Отже, приймаємо 7 діж.

Тоді, за формулою ритм замішування, хв, становитиме:

$$r = \frac{60}{D_{\text{год}}} \quad (3.33)$$

Для замісу опари

$$r = \frac{60}{4} = 15 \text{ хв}$$

Для замісу тіста

$$r = \frac{60}{3} = 20 \text{ хв}$$

Розрахований ритм не перевищує максимально допустимий ритм для замішування тіста з борошна першого сорту – 30 хв. [44, 45].

Кількість діж розраховуємо, виходячи з їх зайнятості на замішування і бродіння напівфабрикатів.

Зайнятість діж t_d хв, розраховуємо за формулою:

$$t_d^T = t_{\text{зам}}^T + t_{\text{бр}}^T + t_{\text{дод}} \quad (3.33)$$

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

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

$$t_d^O = 10 + 180 + 10 = 200 \text{ хв.}$$

$$t_d^T = 10 + 20 + 10 = 40 \text{ хв.}$$

Необхідну кількість діж для приготування опари і тіста визначаємо за формулою:

$$D_T = \frac{t_d^T}{r} \quad (3.34)$$

Для приготування опари

$$D_O = \frac{200}{15} = 13 \text{ шт.}$$

Для приготування тіста

$$D_T = \frac{40}{20} = 2 \text{ шт.}$$

Отже на технологічний процес необхідно 2 тістомісильні машини марки А2 – ХТТ

Температуру води на замішування опари розраховую за формулою:

$$t_B^O = t_o + \frac{G_o^O * C_o(t_o - t_6)}{G_B^O * C_B} + n \quad (3.35)$$

де $t_{н/ф}$, t_6 – відповідно температура опари і борошна, °C; $t_o = 25$ °C; $t_6 = 20$ °C; C_o , C_B = теплоємність борошна і води, кДж/кг*к (відповідно $C_o = 1,257$, $C_B = 4,19$); n – поправка, яка залежить від пори року (влітку приймають 1 °C).

$$t_B^O = 25 + \frac{50 * 1,257 * (25 - 20)}{28,69 * 4,19} + 1 = 28,6 \text{ °C}$$

Температуру води для замішування тіста t_B^T °C, обчислюю за формулою:

$$t_B^T = t_T + \frac{G_o^T * C_o * (t_T - t_6)}{G_B^T * C_B} + \frac{G_o * C_o * (t_T - t_o)}{G_B^O * C_B} \quad (3.36)$$

Розраховую теплоємність напівфабрикату, (опари) $C_{н/ф}$ за формулою:

$$C_{н/ф} = \frac{G_6^0 * C_6 + G_B^0 * C_B}{G_0} \quad (3.37)$$

$$C_{н/ф} = \frac{50 * 1,257 + 28,69 * 4,19}{82,69} = 2,2 \text{ кДж/кг*К}$$

$$t_B^T = 28 + \frac{50 * 1,257 * (28 - 20)}{10,29 * 4,19} + \frac{82,69 * 2,2 * (28 - 25)}{28,69 * 4,19} + 1 = 40,7 \text{ } ^\circ\text{C}$$

До таблиці технологічних режимів також вносимо розрахункову величину маси шматків $n_{шм}^T$, кг, приймаючи до уваги прийняті технологічні затрати на упікання та усихання:

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

де $G_{вир}$ – маса готового виробу, кг ($G_{вир} = 0,2$ кг);

$G_{уп}$ – упікання, %; $G_{ус}$ – усихання, %

$$n_{шм}^T = \frac{0,2 * 100 * 100}{(100 - 16,7) * (100 - 4,7)} = 0,25 \text{ кг.}$$

Таблиця 3.12 – Технологічний режим приготування булочки «Дріб'язок» з протейновим порошком люпину [44, 45].

Параметри процесів	Одиниці виміру	Опара	Тісто
Початкова температура	°C	25	28
Кінцева кислотність	град	3,5	3,5
Вологість	%	48	41,5
Тривалість бродіння	хв	180	20
Маса шматків тіста	кг	-	0,25
Тривалість вистоювання	хв	-	50
Температура у вистійній шафі	°C	-	40
Відносна вологість у вистійній шафі	%	-	75
Тривалість випікання	хв	-	18
Температура пекарної камери	°C	-	200

Заміс опари та тіста для сайки «Гірчична» проводитиметься також порційним способом у діжах, аналогічно попередньому виробу.

$$G_{\text{д}}^{\text{б}} = \frac{140 \cdot 26}{100} = 36,4 \text{ кг/год}$$

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

Згодом, формулою (3.30) та (3.31) обраховуємо кількість діж необхідних для годинної продуктивності печі:

$$G_{\text{год}} = \frac{180 \cdot 100}{136,5} = 131,9 \text{ кг/год}$$

Для опари:

$$D_{\text{год}} = \frac{131,9}{36,4} = 4 \text{ шт.}$$

Для тіста:

$$D_{\text{год}} = \frac{131,9}{44,8} = 3 \text{ шт.}$$

Ритм замішування, хв, становитиме:

Для замісу опари

$$r = \frac{60}{4} = 15 \text{ хв}$$

Для замісу тіста

$$r = \frac{60}{3} = 20 \text{ хв}$$

Кількість діж розраховуємо, виходячи з їх зайнятості на замішування і бродіння напівфабрикатів.

Зайнятість діж $t_{\text{д}}$ (хв) для приготування опари та тіста обчислюємо за формулою (3.33):

$$t_{\text{д}}^{\text{о}} = 10 + 210 + 10 = 230 \text{ хв.}$$

$$t_{\text{д}}^{\text{т}} = 10 + 60 + 10 = 80 \text{ хв.}$$

Для приготування опари і тіста необхідну кількість діж розраховуємо за формулою (3.34):

$$D_{\text{о}} = \frac{230}{15} = 16 \text{ шт.}$$

$$D_T = \frac{80}{20} = 4 \text{ шт.}$$

Температуру води на замішування напівфабрикатів розраховуємо за формулою (3.35):

$$t_B^0 = 27 + \frac{50 \cdot 1,257 \cdot (27 - 20)}{28,69 \cdot 4,19} + 1 = 31,7 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Температуру води для замішування тіста t_B^T $^\circ\text{C}$, визначаємо за формулою (3.36):

$$C_{H/\phi} = \frac{50 \cdot 1,257 + 28,69 \cdot 4,19}{82,69} = 2,21 \text{ кДж/кг} \cdot \text{K}$$

$$t_B^T = 29 + \frac{50 \cdot 1,257 \cdot (29 - 20)}{19,87 \cdot 4,19} + \frac{82,69 \cdot 2,21 \cdot (29 - 27)}{28,69 \cdot 4,19} = 38,8 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Проводимо обчислення розрахункової величини маси шматків $n_{\text{шм}}^T$, кг, за формулою (3.38):

$$n_{\text{шм}}^T = \frac{0,2 \cdot 100 \cdot 100}{(100 - 16,09) \cdot (100 - 6,03)} = 0,25 \text{ кг.}$$

Таблиця 3.13 – Технологічний режим приготування сайки «Гірчична»

Параметри процесів	Одиниці виміру	Опара	Тісто
Початкова температура	$^\circ\text{C}$	27	29
Кінцева кислотність	град	3,5	3,0
Вологість	%	48	42,5
Тривалість бродіння	хв	210	60
Маса шматків тіста	кг	-	0,25
Тривалість вистоювання	хв	-	40
Температура у вистійній шафі	$^\circ\text{C}$	-	40
Відносна вологість у вистійній шафі	%	-	75
Тривалість випікання	хв	-	20
Температура пекарної камери	$^\circ\text{C}$	-	200

3.2. Вибір та обґрунтування технологічних процесів і режимів виробництва

3.2.1. Вимоги до сировини використовуваної для виробництва запроєктованого асортименту

Сировина для даного асортименту булочних виробів

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

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

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

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

ДСТУ 4465:2005 Маргарин. Загальні технічні умови. К. – Держспоживстандарт України, 2015. 18 с. (Український науково-дослідний інститут олії та жирів).

ДСТУ 4492:2017. Олія соняшникова. Технічні умови. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2018. – 15 с.

ДСТУ 4968:2008. Олія гірчична. Технічні умови. – Київ: Держспоживстандарт України, 2009. – 12 с.

ДСТУ 5028:2008. Яйця курячі харчові. Технічні умови. – Київ: Держспоживстандарт України, 2009. – 13 с.

3.2.2. Обґрунтування та опис технології запроєктованого асортименту

Для даного асортименту виробів використовується пшеничне борошно першого та другого сорту. Борошно надходить на виробництво у мішках, далі мішки розпаковують та транспортують у бункер на зберігання. Потім борошно йде на просіювання (л.4, п.7), де очищається від домішок. Далі зважується поступає в збірники ХЕ-112 (л.4, п.4) і поступово на виробництво [46, 47].

Дріжджі на пекарні зберігаються в холодильній камері, при температурі 0-4°C, вологості 75%, у брикетах або картонних коробках. Далі для приготування дріжджові суспензії дріжджі подрібнюють, розводять 1:3 і відправляють суспензію на приготування опари в бродильну ємкість (л.4, п.12) [47].

Сіль кухонну зберігають у вигляді розчину в спеціальному солерозчиннику, з концентрацією розчину 25%.

Цукор зберігається в сухому складі при вологості 75%. В подальших потребах готують цукровий розчин 50% концентрації.

Воду для виробництва розчинів готують у водомірі з ємкістю. Холодну та гарячу воду в резервуарі змішують до потрібної температури, а далі подають в розчинник.

Маргарин столовий 82% зберігається в ящиках в холодильній камері за температури 0-4°C тривалістю до двох місяців. В подальших потребах виробництва маргарин розтоплюють у жиророзчиннику.

Булочка «Дріб'язок» з протеїновим порошком люпину масою 0,2 кг.

Особливістю виробництва даної булочки є додавання до її рецептури протеїнового люпинового порошку [47].

Для булочки «Дріб'язок» з протеїновим люпиновим порошком використовується опарний метод виробництва. Для цього попередньо готують опару, додаючи дріжджову суспензію та частину борошна в бродильну ємкість, тривалість бродіння опари 180 хв.

Далі готову опару переміщують в тістомісильну машину А2-ХТТ (л.4, п.11) замішуючи з іншими компонентами рецептури, а саме розчинами цукру та солі, розтопленим маргарином, додають олію, яйця, решту пшеничного борошна, а також протеїновий люпиновий порошок. Тісто замішується до 12 хв. і направляється в діжі на до 20 хвилин бродіння.

Виброджене тісто вивантажують у тістоподільник (л.4, п.14) для поділу на шматки 0,25 кг, потім заготовки надходять для округлення (л.4, п.15). Наступні етапи це остаточне формування заготовок та укладання на листи у вистійну шафу (л.4, п.16) на 50 хвилин.

Вистояні вироби переносять з вистійної шафи в піч для випікання (л.4, п.17) на 18 хв. при температурі 220⁰С у печі.

Сайка «Гірчична» масою 0,2 кг

Основні технологічні операції аналогічні, як для виробництва попереднього виробу. Відмінність заключається: бродіння опари 210 хвилин; заміс тіста, а саме додавання до опари розчину солі та розчину цукру, олії гірчичної та тривалість бродіння тіста 1 година.

Далі після ферментації тісто вивантажують з бродильних ємкостей направляють в машину для розділення на шматки 0,25 кг (л.4, п.14), далі на округлення (л.4, п.15), формування, вистоявання до 40 хв. (л.4, п.16) та випікання (л.4, п.17) на 20 хв. при температурі печі 220⁰С.

3.2.3. Організація технохімічного і мікробіологічного контролю запроектованого асортименту.

Організація технохімічного та мікробіологічного контролю запроектованого асортименту булочних виробів передбачає систематичний нагляд за якістю сировини, перебігом технологічного процесу та безпечністю готової продукції. Контроль здійснюють на всіх етапах виробництва — від приймання основної та збагачувальної сировини (пшеничного борошна, протеїнового порошку люпину, дріжджів) до оцінювання фізико-хімічних і органолептичних показників готових виробів.

Технохімічний контроль включає визначення вологості, кислотності, пористості та масової частки білка в напівфабрикатах і готових булочках, що дозволяє оцінити вплив люпинового протеїну на якість продукції та стабільність технологічного процесу. Мікробіологічний контроль спрямований на забезпечення безпечності виробів шляхом визначення показників мікробного забруднення відповідно до чинних санітарних норм [46].

Таблиця 3.14 – Схема контролю якості сировини, напівфабрикатів і готової продукції [46]

Етап контролю	Об'єкт контролю	Показники	Метод контролю	Періодичність	Нормативні значення
Вхідний контроль сировини	Борошно пшеничне	Вологість, клейковина, кислотність, зольність	Лабораторний аналіз	Кожна партія	Вологість $\leq 15\%$, клейковина 24–32%
	Дріжджі	Підймальна сила, вологість, запах	Органолептичний, лабораторний	Кожна партія	Підймальна сила ≤ 70 хв
	Цукор	Чистота, вологість	Органолептичний	Кожна партія	Білий, без домішок
	Вода	Прозорість, запах, жорсткість	Органолептичний, хімічний	Періодично	Відповідає ДСанПіН
Контроль тіста	Тісто	Вологість, температура, кислотність	Лабораторний	Кожна заміс	Температура 28–30 °С
		Консистенція	Органолептичний	Кожна заміс	Еластичне, не липке
Контроль бродіння	Тісто в процесі бродіння	Тривалість, підйом, кислотність	Візуальний, лабораторний	Кожна партія	Кислотність 2,5–3,5°
Контроль випікання	Напівфабрикат	Температура печі, тривалість	Вимірювальний	Постійно	200–230 °С
Контроль готових виробів	Булочні вироби	Маса, форма, стан поверхні	Органолептичний	Кожна партія	Правильна форма, без підривів
		Вологість м'якушки	Лабораторний	Періодично	38–45%
		Кислотність	Лабораторний	Періодично	2,5–4,0°
		Пористість	Візуальний	Періодично	Рівномірна, дрібна
Зберігання	Готові вироби	Свіжість, ознаки черствіння	Органолептичний	Щоденно	Відповідає терміну реалізації

3.3. Забезпечення технологічного процесу виробництва запроєктованого асортименту

3.3.1. Розрахунок витрат сировини і площ для її зберігання

Розрахунок витрат сировини для булочки «Дріб'язок» з протейновим порошком люпину.

Розраховуємо годинні витрати борошна, $G_6^{\text{год}}$, кг/год за формулою [45]:

$$G_6^{\text{год}} = \frac{P_{\text{год}} * 100}{V_{\text{пл}}} \quad (3.39)$$

$$G_6^{\text{год}} = \frac{200 * 100}{129} = 155,04 \text{ кг/год}$$

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

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

$$G_6^{\text{доб}} = 155,04 * 23 = 3565,9 \text{ кг/доб}$$

Розраховуємо добову витрату сировини за формулою:

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

де C – маса дріжджів.

$$G_{\text{др}}^{\text{доб}} = \frac{3565,9 * 1,0}{100} = 35,6 \text{ кг/доб}$$

Розраховуємо добову витрату солі, кг:

$$G_c^{\text{т}} = \frac{C_c * 100}{(100 - W_c) * \frac{100 - 0,85}{100} - 0,6 * H} \quad (3.42)$$

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

$$G_c^{\text{доб}} = \frac{G_6^{\text{доб}} * G_c^{\text{т}}}{100} \quad (3.43)$$

$$G_c^{\text{доб}} = \frac{3565,9 * 1,52}{100} = 54,2 \text{ кг/доб}$$

Добова потреба цукру становить:

$$G_{\text{ц}}^{\text{доб}} = \frac{3565,9 * 5,0}{100} = 178,3 \text{ кг/доб}$$

Добова потреба маргарину:

$$G_{\text{м}}^{\text{доб}} = \frac{3565,9 \cdot 2,5}{100} = 89,1 \text{ кг/доб}$$

Добова потреба олії соняшникової:

$$G_{\text{о.с}}^{\text{доб}} = \frac{3565,9 \cdot 1}{100} = 35,6 \text{ кг/доб}$$

Добова потреба яєць:

$$G_{\text{я}}^{\text{доб}} = \frac{3565,9 \cdot 0,8}{100} = 28,5 \text{ кг/доб}$$

Добова потреба протеїнового порошку люпину:

$$G_{\text{л.п}}^{\text{доб}} = \frac{3565,9 \cdot 5,0}{100} = 178,3 \text{ кг/доб}$$

За формулами (3.41) та (3.42) здійснюю розрахунок добової потреби сировини для сайки «Гірчична»:

$$G_{\text{б}}^{\text{год}} = \frac{180 \cdot 100}{136,5} = 131,9 \text{ кг/год}$$

$$G_{\text{б}}^{\text{доб}} = 131,9 \cdot 23 = 3033,7 \text{ кг/доб}$$

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

$$G_{\text{с}}^{\text{доб}} = \frac{3033,7 \cdot 1,52}{100} = 46,1 \text{ кг/доб}$$

$$G_{\text{др}}^{\text{доб}} = \frac{3033,7 \cdot 1,0}{100} = 30,3 \text{ кг/доб}$$

$$G_{\text{ц}}^{\text{доб}} = \frac{3033,7 \cdot 4,0}{100} = 122,3 \text{ кг/доб}$$

$$G_{\text{о.г}}^{\text{доб}} = \frac{3033,7 \cdot 8,0}{100} = 244,7 \text{ кг/доб}$$

Таблиця 3.15 – Добові витрати сировини

Сировина	Булочка «Дріб'язок» з протеїновим порошком люпину	Сайка «Гірчична»	Разом
Борошно пшеничне 1 сорту	-	3033,7	3033,7
Борошно пшеничне 2 сорту	3565,9	-	3565,9
Дріжджі хлібопекарські пресовані	35,6	30,3	65,9
Сіль кухонна харчова	54,2	46,1	100,3

Цукор	178,3	122,3	300,6
Маргарин	89,1	-	89,1
Олія соняшникова	35,6	-	35,6
Олія гірчична	-	244,7	244,7
Яйця курячі	28,5	-	28,5
Люпиновий порошок	178,3	-	178,3

Таблиця 3.16 – Сумарний запас сировини для виробництва виробів

Найменування сировини	Добові витрати	Спосіб зберігання	Нормативний термін зберігання	Запас діб	Необхідний запас сировини, кг
Борошно пшеничне 1 сорту	3033,7	В мішках	6 – 8 місяців	7	21235,9
Борошно пшеничне 2 сорту	3565,9	В мішках	6 – 8 місяців	7	24 961,3
Дріжджі хлібопекарські пресовані	65,9	В ящиках, на полицях	12 діб	3	197,7
Сіль кухонна харчова	100,3	В мішках	1 рік	15	1 504,5
Цукор	300,6	В мішках	1 рік	15	4 509
Олія соняшникова	35,6	У цистернах	1 рік	15	534
Олія гірчична	244,7	У цистернах	1 рік	15	3 670,5
Маргарин	89,1	У ящиках	15 діб	5	445,5
Яйця	28,5	У ящиках	1 місяць	5	142,5
Люпиновий порошок	178,3	В мішках	6 місяців	7	1 248,1

Проводимо розрахунок необхідних для зберігання сировини площ

Розраховуємо площу для зберігання борошна [45]:

$$F = \frac{G_6 * f}{g * k} * \mu \quad (3.44)$$

де G_6 – маса борошна, що зберігається, кг;

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

g – маса мішка, кг ; ($g = 50 \text{кг}$);

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

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

$$F = \frac{46\,197,2 \cdot (1,25 \cdot 1,0)}{50 \cdot 24} \cdot 1,25 = 60,2 \text{ м}^2$$

Розраховуємо потрібну площу складу для сировини за формулою [45]:

$$F_c = \frac{G_{\text{зап}}}{g_{\text{сер}}} \quad (3.45)$$

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

$g_{\text{сер}}$ – середнє навантаження на 1 м^2 , кг/м^2 (для солі – 800, для цукру – 800, для маргарину – 400, для олії – 660, для яєць – 300, для люпинового порошку – 600, для дріжджів – 540).

Площа складу для солі:

$$F_c^c = \frac{1504,5}{800} = 1,9 \text{ м}^2$$

Площа для цукру:

$$F_c^c = \frac{4509}{800} = 5,6 \text{ м}^2$$

Для маргарину столового:

$$F_c^c = \frac{445,5}{400} = 1,1 \text{ м}^2$$

Для олії соняшникової:

$$F_{o.c}^c = \frac{534}{660} = 0,8 \text{ м}^2$$

Для олії гірчичної:

$$F_{o.g}^c = \frac{3670,5}{660} = 5,5 \text{ м}^2$$

Для яєць:

$$F_{\text{я}}^c = \frac{142,5}{300} = 0,5 \text{ м}^2$$

Для люпинового порошку:

$$F_{\text{я}}^{\text{с}} = \frac{1\,248,1}{600} = 2,3 \text{ м}^2$$

Розраховую необхідну площу холодильної камери для зберігання дріжджів:

$$F_{\text{др}}^{\text{с}} = \frac{197,7}{540} = 0,4 \text{ м}^2$$

Таблиця 3.17 – Розрахунок площі складу тарного зберігання сировини

Вид сировини	Необхідний запас, т	Середнє навантаження	Площа для зберігання, м ²
Борошно пшеничне 1 сорту	27,7	-	F = 27,7 м ²
Борошно пшеничне 2 сорту	32,5	-	F = 32,5 м ²
Дріжджі хлібопекарські пресовані	0,4	0,54	F = 0,4 ÷ 0,54 = 0,74 м ²
Сіль кухонна харчова	1,9	0,8	F = 1,9 ÷ 0,8 = 2,4 м ²
Цукор	5,6	0,8	F = 5,6 ÷ 0,8 = 7 м ²
Маргарин столовий	1,1	0,4	F = 1,1 ÷ 0,4 = 2,7 м ²
Олія соняшникова	0,8	0,66	F = 0,8 ÷ 0,66 = 1,2 м ²
Олія гірчична	5,5	0,66	F = 5,5 ÷ 0,66 = 8,3 м ²
Яйця	0,4	0,3	F = 0,4 ÷ 0,3 = 1,3 м ²
Люпиновий порошок	2,3	0,65	F = 2,3 ÷ 0,65 = 3,5 м ²
Разом	-	-	87,34 м ²

Отже, площа складу для тарного зберігання сировини становитиме

$$F_{\text{заг}} = 87,34 \text{ м}^2$$

3.3.2. Розрахунок і вибір технологічного обладнання

Розрахунок місткостей для зберігання борошна:

Необхідну кількість силосів для безтарного зберігання борошна розраховую за формулою:

$$N = \frac{G_6^{\text{доб}} * t}{V_6} \quad (3.46)$$

де, $G_6^{\text{доб}}$ – добові витрати борошна одного сорту, т;

V_6 – ємність одного бункера, т ($V_6 = 29000$).

t – норма запасу борошна ($t = 7$ діб)

Для борошна пшеничного першого сорту

$$N = \frac{21235,9 * 7}{29000} = 3$$

Для борошна пшеничного другого сорту

$$N = \frac{24961,3 * 7}{29000} = 3$$

Приймаю до встановлення силоси марки ХЕ–160А у кількості 6 штуки.

Для розрахунку приймаю просіювач марки П2-П

Для борошна пшеничного 1 сорту:

$$N_{\text{б.л.}} = \frac{21235,9}{23 * 1500} = 1 \text{ шт.}$$

Для борошна пшеничного 2 сорту:

$$N_{\text{б.л.}} = \frac{24961,3}{23 * 1500} = 1 \text{ шт.}$$

До встановлення приймаю дві просіювальні лінії.

Для зберігання підготовленого борошна установлюють виробничі бункери. Їх кількість повинна забезпечувати двогодинний запас борошна.

Потрібний об'єм виробничого бункера м^2 обчислюю за формулою [45]:

$$V_{\text{бун}} = \frac{G_6^{\text{год}} * t}{\rho_6} \quad (3.47)$$

де, $G_6^{\text{год}}$ – витрати борошна для приготування напівфабрикату за годину, кг/м^3 ;

t – запас борошна в бункері, год ($t = 2$ год);

ρ – об'ємна маса борошна, кг/м^3 ($\rho = 650 \text{ кг/м}^3$).

Для борошна пшеничного 1 сорту:

$$V_{\text{бун}} = \frac{200 * 2}{650} = 1 \text{ м}^2$$

Для борошна пшеничного 2 сорту:

$$V_{\text{бун}} = \frac{180 \cdot 2}{650} = 1 \text{ м}^2$$

Встановлюємо 2 виробничі бункери для зберігання борошна.

Проводимо розрахунок кількості лотків за годину для зберігання виробів, за формулою:

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

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

$g_{\text{в}}$ – маса виробу, кг;

n – кількість виробів на лотку, шт.;

Для булочки «Дріб'язок» з протейновим порошком люпину:

$$N_{\text{л}}^{\text{год}} = \frac{200}{16 \cdot 0,2} = 62 \text{ шт.}$$

Для сайки «Гірчична»:

$$N_{\text{л}}^{\text{год}} = \frac{180}{16 \cdot 0,2} = 56 \text{ шт.}$$

Кількість контейнерів за годину для зберігання виробів визначаємо за формулою:

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

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

Для булочки «Дріб'язок» з протейновим порошком люпину:

$$N_{\text{год}} = \frac{62}{8} = 8 \text{ шт.}$$

Для сайки «Гірчична»:

$$N_{\text{год}} = \frac{56}{8} = 7 \text{ шт.}$$

Розраховуємо ритм заповнення контейнерів, хв за формулою:

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

Для булочки «Дріб'язок» з протейновим порошком люпину:

$$R = \frac{60}{8} = 7,5 \text{ хв.}$$

Для сайки «Гірчична»:

$$R = \frac{60}{7} = 8,5 \text{ хв}$$

Необхідна кількість контейнерів на термін зберігання [45]:

$$N_B = \frac{P_{\text{год}} * t_{\text{зб}}}{n_B * g_B * N_L} \quad (3.51)$$

Для булочки «Дріб'язок» з протейновим порошком люпину:

$$N_B = \frac{200 * 8}{16 * 0,2 * 8} = 60 \text{ шт.}$$

Для сайки «Гірчична»:

$$N_B = \frac{180 * 8}{16 * 0,2 * 8} = 24 \text{ шт.}$$

Кількість контейнерів для зберігання булочки «Дріб'язок» з протейновим порошком люпину розраховуємо за формулою [45]:

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

$$N_{\text{заг}} = 60 * 2 + 20 \% = 144 \text{ шт.}$$

Для сайки «Гірчична»:

$$N_{\text{заг}} = 24 * 2 + 20 \% = 68 \text{ шт.}$$

Кількість контейнерів для зберігання обох виробів:

$$N_{\text{заг}} = 144 + 68 = 202 \text{ шт.}$$

Визначаємо площу хлібосховища для виробів за формулою:

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

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

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

Для булочки «Дріб'язок» з протейновим порошком люпину:

$$S_{\text{хл}} = \frac{200 * 8 * 30}{1000} = 48 \text{ м}^2$$

Для сайки «Гірчична»:

$$S_{\text{хл}} = \frac{180 * 8 * 30}{1000} = 43 \text{ м}^2$$

Розраховуємо площу експедиції:

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

Для булочки «Дріб'язок» з протейновим порошком люпину:

$$S_{\text{експ}} = 0,2 * 48 = 10 \text{ м}^2$$

Для сайки «Гірчична»:

$$S_{\text{експ}} = 0,2 * 43 = 9 \text{ м}^2$$

Загальна площа експедиції:

$$S_{\text{експ}} = 10 + 9 = 19 \text{ м}^2$$

Таблиця 3.18 – Специфікація основного технологічного обладнання [47, 48].

№з/п	Найменування обладнання	Кількість	Технічна характеристика
1	Приймальний лоток борошна Ц10-28	2	700×570×650
2	Силос для зберігання борошна ХЕ-160А	6	2652×2652×12180
3	Бункер А1-ХБУ-26	2	4000×3220×4850
4	Виробничий бункер ХЕ-112	4	1500×1700×2841
5	Дозатор борошна Ш2-ХДА	4	1540×870×1930
6	Перемикач КСД2-203	2	3100×2500×2700
7	Просіювач П2-П	2	3100×740×196
8	Проміжний бункер А2-ХПІ	2	1982×668×410
9	Дозатор ваговий ВК-1007	2	1500×1400×3000
10	Дозувальна станція Ш2-ХДМ	4	985×920×1640
11	Тістомісильна машина А2-ХТТ	2	985×920×1640
12	Бродильне корито І8-ХТА-12/6	4	3100×1060×3220
13	Транспортер стрічковий А2-ХКІ-1	2	3200×560×690
14	Тістоподільник ШЗЗ-ХДЗУ	2	2700×875×1550
15	Тістоокруглювач А2-ХПО\6	2	1290×940×1450
16	Вистійна шафа Т1-ХР-Г-30	2	5300×2700×3560
17	Піч Г4-ХПФ-21	2	8230×3650×4000
18	Контейнери	202	-

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Охорона праці

Гарантії прав працівників на охорону праці

Права працівників на охорону праці є невід'ємною складовою трудових відносин і гарантуються законодавством України як на етапі укладання трудового договору, так і в процесі виконання трудових обов'язків. Умови трудового договору не можуть містити положень, що суперечать законам та іншим нормативно-правовим актам з охорони праці.

Під час укладання трудового договору роботодавець зобов'язаний поінформувати працівника під розписку про умови праці, наявність на робочому місці небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які ще не усунуто, можливі наслідки їх впливу на здоров'я, а також про права працівника на пільги і компенсації за роботу в таких умовах відповідно до законодавства і колективного договору. Працівникові забороняється пропонувати роботу, яка за медичним висновком протипоказана йому за станом здоров'я. До виконання робіт підвищеної небезпеки або таких, що потребують професійного добору, допускаються лише особи за наявності відповідного висновку психофізіологічної експертизи.

Усі працівники підлягають загальнообов'язковому державному соціальному страхуванню від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань, що спричинили втрату працездатності. У процесі роботи працівник має право на безпечні та здорові умови праці. Умови на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування, стан засобів колективного та індивідуального захисту, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам законодавства з охорони праці.

Працівник має право відмовитися від виконання дорученої роботи, якщо виникла виробнича ситуація, небезпечна для його життя чи здоров'я, для людей, які його оточують, або для довкілля. Про таку ситуацію він зобов'язаний негайно

повідомити безпосереднього керівника або роботодавця. За період простою, що виник не з вини працівника, за ним зберігається середній заробіток. Крім того, працівник має право розірвати трудовий договір за власним бажанням, якщо роботодавець не дотримується законодавства про охорону праці або умов колективного договору. У такому разі йому виплачується вихідна допомога в розмірі, передбаченому колективним договором, але не менше тримісячного заробітку.

Особлива увага приділяється захисту працівників, які за станом здоров'я потребують легшої роботи. За медичним висновком роботодавець зобов'язаний перевести такого працівника за його згодою на іншу роботу, встановити скорочений робочий день та, за потреби, організувати навчання для здобуття нової професії. У разі зупинення експлуатації підприємства, цеху чи обладнання органами державного нагляду або службою охорони праці за працівником зберігається місце роботи та середній заробіток.

Працівники, зайняті на роботах із важкими та шкідливими умовами праці, мають право на пільги і компенсації. До них належать безоплатне забезпечення лікувально-профілактичним харчуванням, молоком або рівноцінними продуктами, газованою солоною водою, скорочення тривалості робочого часу, додаткові оплачувані відпустки, підвищена оплата праці, пільгове пенсійне забезпечення та інші компенсації, визначені законодавством. У разі роз'їзного характеру роботи працівникові виплачується грошова компенсація на придбання таких продуктів. Роботодавець також має право за власні кошти встановлювати додаткові пільги і компенсації, не передбачені законодавством, що фіксується в колективному або трудовому договорі.

Важливою гарантією охорони праці є забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям, іншими засобами індивідуального захисту, а також мийними і знешкджувальними засобами. На роботах зі шкідливими та небезпечними умовами праці такі засоби видаються безоплатно за встановленими нормами. Роботодавець зобов'язаний за власний рахунок придбавати, утримувати, своєчасно замінювати та компенсувати вартість засобів

індивідуального захисту у разі їх передчасного зношення або самостійного придбання працівником.

У разі ушкодження здоров'я працівника або його смерті відшкодування шкоди здійснюється Фондом соціального страхування від нещасних випадків. За потерпілими зберігаються місце роботи і середній заробіток на період до відновлення працездатності або встановлення стійкої втрати професійної працездатності. Час перебування на інвалідності зараховується до трудового стажу, у тому числі стажу роботи в шкідливих умовах.

Нещасний випадок на виробництві визначається як раптовий вплив небезпечного виробничого фактора під час виконання трудових обов'язків, що призвів до шкоди здоров'ю або смерті працівника. Професійне захворювання — це захворювання, спричинене умовами праці та впливом шкідливих факторів виробничого середовища. Таким чином, об'єктом страхування від нещасних випадків є життя, здоров'я та працездатність застрахованої особи, що підкреслює соціальну значущість системи охорони праці.

Охорона праці жінок, неповнолітніх та осіб з інвалідністю є важливим напрямом державної політики у сфері трудових відносин і регулюється нормами Закону України.

Відповідно до статті 10 Закону України «Про охорону праці», забороняється застосування праці жінок на важких роботах, на роботах зі шкідливими або небезпечними умовами праці, а також на підземних роботах, за винятком окремих нефізичних робіт або робіт, пов'язаних із санітарним і побутовим обслуговуванням. Також не допускається залучення жінок до підймання і переміщення вантажів, маса яких перевищує встановлені для них граничні норми. Переліки таких робіт і норми навантажень затверджуються спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади у сфері охорони здоров'я.

Праця вагітних жінок і жінок, які мають неповнолітніх дітей, перебуває під особливим захистом законодавства. Зокрема, обмежується використання жіночої праці в нічний час (ст. 175 КЗпП). Вагітні жінки та жінки, які мають дітей віком

до трьох років, не можуть залучатися до нічних, надурочних робіт, робіт у вихідні дні, а також направлятися у відрядження (ст. 176 КЗпП). Будь-які домовленості сторін трудового договору, що суперечать цим вимогам, є недійсними.

Для жінок, які мають дітей віком від трьох до чотирнадцяти років або дітей з інвалідністю, залучення до надурочних робіт і направлення у відрядження допускається лише за їх згодою (ст. 177 КЗпП). Вагітним жінкам на підставі медичного висновку роботодавець зобов'язаний знизити норми виробітку або перевести їх на легшу роботу, що виключає вплив несприятливих виробничих факторів, зі збереженням середнього заробітку (ст. 178 КЗпП). До моменту вирішення питання щодо переведення така жінка звільняється від роботи зі збереженням заробітної плати.

Законодавством передбачено також надання жінкам відпусток у зв'язку з вагітністю, пологами та для догляду за дитиною (ст. 179, 181, 182 КЗпП). За заявою жінки до відпустки у зв'язку з вагітністю та пологами приєднуються щорічні основна і додаткова відпустки незалежно від стажу роботи на підприємстві (ст. 180 КЗпП). Жінкам, які мають дітей віком до півтора року, надаються додаткові оплачувані перерви для годування дитини, що включаються до робочого часу (ст. 183 КЗпП).

Окремі гарантії встановлено для жінок і осіб, які виховують дітей. Так, щорічно надається додаткова оплачувана відпустка тривалістю 7 календарних днів жінкам, які мають двох і більше дітей віком до 15 років, дитину з інвалідністю, а також батькові чи опікуну, які виховують дитину без матері. Загальна тривалість такої відпустки не може перевищувати 14 календарних днів.

Чинне законодавство забороняє відмову у прийнятті на роботу та звільнення вагітних жінок і жінок, які мають дітей, з мотивів, пов'язаних із вагітністю або сімейним станом (ст. 184 КЗпП). Аналогічні гарантії поширюються на осіб, які виховують малолітніх дітей без матері (ст. 186-1 КЗпП).

Охорона праці неповнолітніх регулюється статтею 11 Закону України «Про охорону праці» та главою XIII КЗпП. Неповнолітніх заборонено залучати до

важких, шкідливих і небезпечних робіт, до нічних, надурочних робіт та робіт у вихідні дні, а також до підймання вантажів понад установлені норми. Прийняття на роботу можливе лише після попереднього медичного огляду. Для них встановлено скорочену тривалість робочого часу та подовжену щорічну основну відпустку тривалістю 31 календарний день.

Особливий правовий захист надається також особам з інвалідністю. Згідно зі статтею 12 Закону України «Про охорону праці», роботодавці зобов'язані створювати для них безпечні та належні умови праці з урахуванням рекомендацій медико-соціальної експертної комісії та індивідуальних програм реабілітації. Залучення осіб з інвалідністю до нічних і надурочних робіт не допускається. Робочі місця для таких працівників можуть бути як звичайними, так і спеціалізованими, обладнаними з урахуванням їхніх фізичних можливостей.

Таким чином, законодавство України передбачає систему пільг, гарантій і обмежень, спрямованих на збереження життя, здоров'я та працездатності жінок, неповнолітніх і осіб з інвалідністю, забезпечуючи соціальну справедливість і безпеку праці [49].

4.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях

Вимоги до санітарно-побутових приміщень підприємств

Згідно з Державними санітарними правилами планування та забудови населених пунктів, підприємства та їх окремі будівлі, які є джерелами хімічного, фізичного або біологічного забруднення навколишнього середовища, у разі неможливості застосування безвідходних технологій повинні відокремлюватися від житлової забудови санітарно-захисними зонами (СЗЗ). Розмір санітарно-захисної зони визначається від джерел забруднення атмосферного повітря до межі житлової забудови.

Джерелами забруднення повітря можуть бути організовані викиди через труби та шахти, розосереджені викиди через ліхтарі промислових споруд, а також неорганізовані джерела — відкриті склади, підвали, місця завантаження і

зберігання промислових відходів. Залежно від класу шкідливості підприємств встановлено такі розміри санітарно-захисних зон:

для підприємств I класу — 1000 м,

II класу — 500 м,

III класу — 300 м,

IV класу — 100 м,

V класу — 50 м.

До підприємств I–III класів шкідливості належать переважно підприємства хімічної та металургійної промисловості, а також окремі виробництва з видобутку руди й виготовлення будівельних матеріалів. До IV класу відносять, зокрема, підприємства металообробної промисловості з обмеженими ливарними процесами, виробництва будівельних матеріалів, обробки деревини, а також багато підприємств легкої, текстильної та харчової промисловості. До V класу належать підприємства з термічною обробкою металів без ливарних процесів, великі друкарні, меблеві фабрики та інші відносно малошкідливі виробництва.

Таким чином, раціональний вибір майданчика, правильне зонування території та дотримання санітарно-захисних зон є обов'язковими умовами безпечного функціонування промислових підприємств і захисту здоров'я населення.

Санітарно-захисні зони є важливим елементом забезпечення безпечних і комфортних умов праці та проживання населення. Вони повинні бути обов'язково озеленені, оскільки зелені насадження ефективно виконують роль природних захисних бар'єрів, що зменшують поширення виробничого пилу, шкідливих газів і шуму. На зовнішній межі санітарно-захисної зони, зверненої до житлової забудови, концентрації та рівні шкідливих факторів не повинні перевищувати гігієнічні нормативи (ГДК, ГДР), а на межі курортно-рекреаційних зон — не більше 0,8 від установлених нормативних значень.

Важливе санітарно-гігієнічне значення має благоустрій території підприємства, який передбачає озеленення, облаштування тротуарів, майданчиків для відпочинку та занять спортом. Площа озелених ділянок

повинна становити не менше 10–15 % загальної площі підприємства. Для збирання та зберігання виробничих відходів необхідно передбачати спеціально відведені ділянки з огороженням і зручними під'їздами для транспорту.

Проектування та експлуатація будівель виробничого призначення здійснюються відповідно до вимог СНиП 2.09.02-85. Під час планування виробничих приміщень слід враховувати санітарну характеристику виробничих процесів, дотримуватися норм корисної площі на одного працівника, а також нормативів площ для розміщення устаткування і ширини проходів, що забезпечують безпечну роботу та зручне обслуговування обладнання. Згідно з санітарними нормами, об'єм виробничих приміщень на одного працівника має бути не менше 15 м³, а площа — не менше 4,5 м².

У разі розміщення в одній будівлі приміщень із різними санітарними та протипожежними вимогами їх необхідно групувати таким чином, щоб забезпечити взаємну ізоляцію. Цехи та ділянки зі значними шкідливими виділеннями, надлишком тепла або підвищеною пожежною небезпекою слід розташовувати біля зовнішніх стін будівель, а за можливості — на верхніх поверхах. Нешкідливі цехи, а також адміністративні та конторські приміщення не допускається розміщувати над шкідливими виробництвами, оскільки це може призвести до проникнення газів і парів у робочу зону.

Приміщення з обладнанням підвищеної небезпеки (електрощитові, вентиляційні, компресорні тощо) повинні бути постійно зачиненими для обмеження доступу сторонніх осіб. Для запобігання виробничому травматизму застосовують попереджувальне пофарбування будівельних конструкцій і знаки безпеки відповідно до вимог. Зокрема, жовтим кольором або жовто-чорними смугами позначають низько розташовані конструкції, звуження проїздів, виступи та перепади рівня підлоги.

Ширина основних проходів у виробничих приміщеннях повинна бути не менше 1,5 м, а проїздів — не менше 2,5 м. Двері та ворота, що ведуть безпосередньо на двір, необхідно обладнувати тамбурами або повітряними (тепловими) завісами. Рациональне розташування основного й допоміжного

устаткування, а також правильна організація робочих місць мають вирішальне значення для безпечних умов праці. До обладнання з електроприводом повинен бути забезпечений вільний підхід: не менше 1 м з боку робочої зони і 0,6 м — з боку неробочої.

Для захисту внутрішніх поверхонь приміщень від впливу агресивних і шкідливих речовин застосовують керамічну плитку, кислотостійку штукатурку та олійну фарбу, які легко миються і перешкоджають сорбції небезпечних речовин. Висота виробничих приміщень має бути не меншою 3,2 м, а для складських та енергетичних — 3 м. Галереї, містки, сходи й майданчики повинні мати достатню ширину та бути обладнані поруччями і бортиками згідно з нормативами.

Підлоги виробничих приміщень повинні бути міцними, неслизькими, теплими, легко очищуватися, а в окремих цехах — волого-, кислото- та вогнестійкими. До складу підприємства обов'язково входять допоміжні приміщення: санітарно-побутові, медичні, громадського харчування, культурного обслуговування та адміністративні. Їх зазвичай розміщують компактно, в окремих будівлях або блоках, у зонах з мінімальним впливом шуму та інших шкідливих факторів, при цьому санітарно-побутові приміщення необхідно максимально наближати до робочих місць для зручності працівників і дотримання санітарних вимог.

Розрахунок санітарно-побутових приміщень на підприємстві здійснюється з урахуванням санітарної характеристики виробничих процесів та чисельності працівників у найбільш завантажену зміну. Такий підхід дає змогу забезпечити належні гігієнічні умови праці, раціональне використання площ і відповідність чинним санітарним нормам.

Залежно від санітарної характеристики всі виробничі процеси поділяються на чотири групи, кожна з яких, у свою чергу, має кілька підгруп. До першої групи належать процеси, що відбуваються за нормальних метеорологічних умов і не супроводжуються виділенням шкідливих газів або пилу. Друга група охоплює процеси, які здійснюються в несприятливих метеорологічних умовах, пов'язані

з виділенням пилу або характеризуються напруженою фізичною працею. Третю групу становлять процеси з наявністю різко виражених шкідливих факторів. До четвертої групи відносяться виробничі процеси, що потребують особливого режиму для забезпечення якості продукції, зокрема переробка харчових продуктів і виробництво стерильних матеріалів, де необхідне дотримання підвищених вимог до чистоти.

Розташування, розміри та внутрішнє облаштування допоміжних приміщень визначаються санітарними вимогами. Так, вбиральні, як правило, передбачають на кожному поверсі будівлі на відстані не більше 75 м від найбільш віддаленого робочого місця, а душові розміщують у приміщеннях, суміжних із гардеробними, переважно біля внутрішніх стін будівлі.

Виробничі будівлі повинні бути забезпечені системами виробничого, протипожежного та господарсько-питного водопостачання, а також господарсько-побутовою і виробничою каналізацією. Виняток становлять невеликі підприємства з чисельністю до 25 працівників у зміну, розташовані в районах без централізованих систем водопроводу і каналізації. Під час проєктування інженерних мереж необхідно застосовувати сучасні технології підготовки та подачі води, відведення й очищення стічних вод, зменшуючи рівень їх забруднення та забезпечуючи можливість утилізації відходів виробництва.

Норми витрат води на пиття та побутові потреби встановлюються залежно від умов праці. Для цехів зі значним надлишком тепла вони складають 45 л на одну людину за зміну, а для інших виробничих приміщень — 25 л. У проходах між цехами, вестибюлях і приміщеннях для відпочинку необхідно встановлювати фонтанчики або установки з газованою водою. У гарячих цехах передбачають спеціальні місця площею 2–3 м² для установок з охолодженою підсоленою газованою водою [50].

Відстань від найбільш віддаленого робочого місця до пристроїв питного водопостачання не повинна перевищувати 75 м. Забороняється з'єднання мереж

господарсько-питного водопроводу з мережами спеціального виробничого або протипожежного водопостачання, які подають не питну воду.

Усі стічні води підприємства повинні відводитися до міської каналізаційної системи. Зливання відпрацьованих розчинів кислот, лугів, електролітів та інших хімічних речовин допускається лише після їх попередньої нейтралізації та очищення. Забороняється скид у каналізацію таких речовин, як бензин, ацетон, толуол і мінеральні мастила. На ділянках шліфування, полірування та при використанні мокрих способів обробки пилових матеріалів стічні води повинні надходити до загальної каналізації через відстійники, а на окремих ділянках мереж необхідно передбачати пристрої для вловлювання нафтопродуктів [50].

Таким чином, правильний розрахунок і раціональне планування санітарно-побутових приміщень, а також ефективна організація водопостачання і каналізації є важливими умовами забезпечення безпечних, гігієнічних та комфортних умов праці на підприємстві.

ВИСНОВКИ

Метою роботи було розробити та удосконалити технологію виробництва булочки «Дріб'язок, обравши рослинну сировину збагачену білком. Виконуючи роботу було розроблено нові рецептури булочок з додаванням протеїнового порошку люпину.

У результаті проведення пробного випікання встановлено, що використання протеїнового порошку люпину у рецептурі пшеничних булочок істотно впливає на їх фізико-хімічні та структурно-механічні показники. За кількості протеїнового порошку люпину 5% фізико-хімічні показники виробів є наближеними до контрольного зразка, що свідчить про збереження традиційних якісних характеристик.

Зі збільшенням кількості протеїнового порошку люпину спостерігається підвищення вологості м'якушки порівняно з контролем, що позитивно впливає на уповільнення процесів черствіння.

Встановлено, що за додавання 5–10 % протеїнового порошку люпину пористість м'якушки залишається рівномірною, а структура — еластичною та пружною. Натомість при внесенні 15 % люпинового протеїну відмічено зниження пористості та еластичності, ущільнена структура м'якушки.

Таким чином, оптимальним є введення протеїнового порошку люпину у кількості 5–10 %, оскільки це забезпечує підвищення харчової цінності пшеничних булочок без суттєвого погіршення їх фізико-хімічних і структурних показників якості.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Lupin as Ingredient in Durum Wheat Breadmaking: Physicochemical Properties of Flour Blends and Bread Quality URL: <https://www.mdpi.com/2304-8158/13/5/807> (дата звернення 21.07.2025)
2. Горіссен, С.Х.; Кромбаг, Дж.Дж.; Сенден, Дж.М.; Вотервал, В.Х.; Бірау, Дж.; Вердейк, Л.Б.; ван Лун, Л.Дж. Вміст білка та амінокислотний склад комерційно доступних ізолятів рослинного білка. Амінокислоти 2018, 50, 1685–1695.
3. Development and evaluation of potential functional food biscuits made from White Lupin URL: <https://akjournals.com/view/journals/446/17/1/article-p89.xml> (дата звернення 12.08.2025)
4. Çakir, Ö.; Uçarlı, C.; Tarhan, Ç.; Pekmez, M.; Turgut-Kara, N. Nutritional and health benefits of legumes and their distinctive genomic properties. Food Sci. Technol. 2019, 39, 1–12.
5. Spina, A. Prodotti alimentari innovativi a base di farine di legumi per celiaci, vegetariani e vegani. In I Libri dell'Accademia—I Legumi in Italia: Attualità e Prospettive; Annali CXXXIX (Anno 2019); Accademia Nazionale di Agricoltura (ANA): Bologna, Italy, 2020; pp. 525–540.
6. Previtali, M.A.; Mastromatteo, M.; De Vita, P.; Ficco, D.B.M.; Conte, A.; Del Nobile, M.A. Effect of the lentil flour and hydrocolloids on baking characteristics of wholemeal durum wheat bread. Int. J. Food Sci. Technol. 2014, 49, 2382–2390.
7. Gorissen, S.H.; Crombag, J.J.; Senden, J.M.; Waterval, W.H.; Bierau, J.; Verdijk, L.B.; van Loon, L.J. Protein content and amino acid composition of commercially available plant-based protein isolates. Amino Acids 2018, 50, 1685–1695.
8. Makri, E.; Papalamprou, E.; Doxastakis, G. Study of functional properties of seed storage proteins from indigenous European legume crops (lupin, pea, broad bean) in admixture with polysaccharides. Food Hydrocoll. 2005, 19, 583–594.

9. Influence of Chemical Properties of Wheat-Lupine Flour Blends on Cake Quality URL: <https://pubs.sciepub.com/ajfst/2/2/4/index.html> (дата звернення 12.08.2025)
10. Du, S.K.; Jiang, H.; Yu, X.; Jane, J.L. Physicochemical and functional properties of whole legume flour. *LWT-Food Sci. Technol.* 2014, 55, 308–313.
11. Pleming, D.; Farahnaky, A.; Majzoobi, M. Effects of bread making methods, lupin variety and gluten powder on the quality of bread enriched with high percentage of lupin flour. *Int. J. Food Sci.* 2021, 56, 6707–6718.
12. Boucheham, N.; Galet, L.; Patry, S.; Zidoune, M.N. Physicochemical and hydration properties of different cereal and legume gluten-free powders. *Food Sci. Nutr.* 2019, 7, 3081–3092.
13. Ficco, D.B.M.; Muccilli, S.; Padalino, L.; Giannone, V.; Lecce, L.; Giovanniello, V.; Del Nobile, M.A.; De Vita, P.; Spina, A. Durum wheat breads ‘high in fibre’ and with reduced in vitro glycaemic response obtained by partial semolina replacement with minor cereals and pulses. *J. Food Sci. Technol.* 2018, 55, 4458–4467.
14. Incorporation of Protein Alternatives in Bakery Products: Biological Value and Techno-Functional Properties URL: <https://www.mdpi.com/2076-3417/15/20/11279> (дата звернення 14.08.2025)
15. Rocchetti, G.; Lucini, L.; Rodriguez, J.M.L.; Barba, F.J.; Giuberti, G. Gluten-free flours from cereals, pseudocereals and legumes: Phenolic fingerprints and in vitro antioxidant properties. *Food Chem.* 2019, 271, 157–164.
16. Cacak-Pietrzak, G.; Sujka, K.; Księżak, J.; Bojarszczuk, J.; Ziarno, M.; Studnicki, M.; Krajewska, A.; Dziki, D. Assessment of physicochemical properties and quality of the breads made from organically grown wheat and legumes. *Foods* 2024, 13, 1244.
17. Goldstein, N.; Reifen, R. The potential of legume-derived proteins in the food industry. *Grain Oil Sci. Technol.* 2022, 5, 167–178.

18. Technological Potential of a Lupin Protein Concentrate as a Nutraceutical Delivery System in Baked Cookies URL: <https://www.mdpi.com/2304-8158/10/8/1929> (дата звернення 15.08.2025)
19. Mota, J.; Lima, A.; Ferreira, R.B.; Raymundo, A. Lupin Seed Protein Extract Can Efficiently Enrich the Physical Properties of Cookies Prepared with Alternative Flours. *Foods* 2020, 9, 1064.
20. Lupin-enriched bread increases satiety and reduces energy intake acutely URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S000291652329139X>
21. Wheat-Lupin Flour Blends, Functionally and Nutritionally Valuable Raw Materials for Bakery Applications URL: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsfoodscitech.5c00452> (дата звернення 15.08.2025)
22. Vogelsang-O'Dwyer, M.; Bez, J.; Petersen, I. L.; Joehnke, M. S.; Detzel, A.; Busch, M.; Krueger, M.; Ispiryan, L.; O'Mahony, J. A.; Arendt, E. K.; Zannini, E. Techno-functional, nutritional and environmental performance of protein isolates from blue lupin and white lupin. *Foods* 2020, 9 (2), 230.
23. Olukomaiya, O. O.; Adiamo, O. Q.; Fernando, W. C.; Mereddy, R.; Li, X.; Sultanbawa, Y. Effect of solid-state fermentation on proximate composition, anti-nutritional factor, microbiological and functional properties of lupin flour. *Food Chem.* 2020, 315.
24. Malekipoor, R.; Johnson, S. K.; Bhattarai, R. R. Lupin kernel fibre: nutritional composition, processing methods, physicochemical properties, consumer acceptability and health effects of its enriched products. *Nutrients* 2022, 14 (14), 2845.
25. Mazumder, K.; Biswas, B.; Kerr, P. G.; Blanchard, C.; Nabila, A.; Golder, M.; Aziz, M. G.; Farahnaky, A. Comparative assessment of nutritional, thermal, rheological and functional properties of nine Australian lupin cultivars. *Sci. Reports* 2021, 11 (1), 21515.
26. Muñoz-Llandes, C. B.; Palma-Rodríguez, H. M.; de Jesús Perea-Flores, M.; Martínez-Villaluenga, C.; Castro-Rosas, J.; Salgado-Delgado, R.; Guzmán-Ortiz,

F. A. Incorporation of germinated lupin into corn-based extrudates: focus on starch digestibility, matrix structure and physicochemical properties. *Food Chem.* 2024, 458.

27. The Effect of the Addition of Low-Alkaloid Lupine Flour on the Glycemic Index In Vivo and the Physicochemical Properties and Cooking Quality of Durum Wheat Pasta URL: <https://www.mdpi.com/2304-8158/11/20/3216> (дата звернення 17.08.2025)

28. Gangola, M.P.; Ramadoss, B.R.; Jaiswal, S.; Chan, C.; Mollard, R.; Fabek, H.; Tulbek, M.; Jones, P.; Sanchez-Hernandez, D.; Anderson, G.H.; et al. Faba bean meal, starch or protein fortification of durum wheat pasta differentially influence noodle composition, starch structure and in vitro digestibility. *Food Chem.* 2021, 349.

29. Wandersleben, T.; Morales, E.; Burgos-Díaz, C.; Barahona, T.; Labra, E.; Rubilar, M.; Salvo-Garrido, H. Enhancement of functional and nutritional properties of bread using a mix of natural ingredients from novel varieties of flaxseed and lupine. *LWT—Food Sci. Technol.* 2018, 91, 48–54.

30. Arnoldi, A.; Boschin, G.; Zanoni, C.; Lammi, C. The health benefits of sweet lupin seed flours and isolated proteins. *J. Funct. Foods* 2015, 18, 550–563.

31. The Effect of the Addition of Low-Alkaloid Lupine Flour on the Glycemic Index In Vivo and the Physicochemical Properties and Cooking Quality of Durum Wheat Pasta URL: <https://www.mdpi.com/2304-8158/11/20/3216> (дата звернення 17.08.2025)

32. Shrestha, S.; van't Hag, L.; Haritos, V. S.; Dhital, S. Lupin proteins: structure, isolation and application. *Trends Food Sci. Technol.* 2021, 116, 928–939.

33. Possibilities to Use Germinated Lupine Flour as an Ingredient in Breadmaking to Improve the Final Product Quality URL: <https://www.mdpi.com/2073-4395/12/3/667> (дата звернення 19.08.2025)

34. Nutraceutical and Functional Properties of Lupin Protein Extracts Obtained via a Combined Ultrasonication and Microwave-Assisted Process URL: <https://www.mdpi.com/2227-9717/11/10/2858> (дата звернення 19.08.2025)

35. Bryant, L.; Rangan, A.; Grafenauer, S. Lupins and health outcomes: A systematic literature review. *Nutrients* 2022, 14, 327.

36. Villarino, C.B.J.; Jayasena, V.; Coorey, R.; Chakrabarti-Bell, S.; Johnson, S.K. Nutritional, health, and technological functionality of lupin protein addition to bread and other baked products: Benefits and challenges. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2016, 56, 835–857.
37. Guemes-Vera, N.; Martinez-Herrera, J.; Hernandez-Chavez, J.F.; Yanez-Fernandez, J.; Totosa, A. Comparison of chemical composition and protein digestibility, carotenoids, tanins and alkaloids content of wild lupinus varieties protein. *Pak. J. Nutr.* 2012, 11, 676–682.
38. El-Adawy, T.A.; Rahma, E.H.; El-Bedawey, A.A.; Gafar, A.F. Nutritional potential and functional properties of sweet and bitter lupin seed protein isolates. *Food Chem.* 2001, 74, 455–462.
39. ДСТУ 46.004-99 Борошно пшеничне. Технічні умови. Чинний від 20- 07-1999. К.: Галуzeвий стандарт України, 1999. 13 с.
40. ДСТУ 3583:2015. Сіль кухонна. Загальні технічні умови. К. – Держспоживстандарт України, 2015. 18 с. (Національний стандарт України).
41. ДСТУ 4623:2023 Цукор. Технічні умови. Чинний від 01-11-2023. К.: Держспоживстандарт України, 2018. 20 с. (Національний стандарт України).
42. ДСТУ 4812:2007 Дріжджі хлібопекарські пресовані. Технічні умови. Чинний від 30-07-2007. К. – Держспоживстандарт України, 2007. 13 с.
43. ДСТУ 4465:2005 Маргарин. Загальні технічні умови. К. – Держспоживстандарт України, 2015. 18 с. (Український науково-дослідний інститут олії та жирів).
44. Дробот В. І. Довідник інженера-технолога хлібопекарного виробництва./ В. І. Дробот Київ: Урожай, 2024. 580 с.
45. Дробот В. І. Технологічні розрахунки у хлібопекарському виробництві: Навчально-методичний посібник. / В. І. Дробот – Київ. Кондор, 2016. 330 с.
46. Дробот В. І. Технохімічний контроль сировини та хлібобулочних і макаронних виробів. / В. І. Дробот. Київ. Кондор, 2015. 958 с.

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

48. 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.

49. Атаманчук П. С., Мендерецький В. В., Панчук О. П. Чорна О. Г. Безпека життєдіяльності. Навч. посіб. – К.: Центр учбової літератури, 2011. – 276 с.

50. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці : підручник / В. Ц. Жидецький. — 5-те вид., доповн. — К. : Знання, 2014. — 373 с

51. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Технологія борошномельного виробництва» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за спеціальності 181 «Харчові технології» денної та заочної форм навчання / Х.Ю. Кравченюк, А.Т. Лялик Тернопіль: ТНТУ, 2024. 27 с.

52. Дерень Д.О., Кравченюк Х.Ю., Лазарюк В.В. Удосконалення технології виробництва хлібобулочних виробів збагачених протеїновим порошком люпину // Матеріали VIII Міжнародної науково-технічної конференції «Стан і перспективи харчової науки та промисловості» присвяченої 30-річчю заснування кафедри харчової біотехнології і хімії ТНТУ імені Івана Пулюя, Тернопіль, 25 – 26 вересня 2025 р. 2025. С. 57.

ДОДАТКИ

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

СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ ХАРЧОВОЇ НАУКИ ТА ПРОМИСЛОВОСТІ

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



Тернопіль
2025

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

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

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

Тези доповідей

25 – 26 вересня 2025 р.

Тернопіль

*УІП Міжнародна науково-технічна конференція «Стан і перспективи харчової науки та промисловості»
працювала 30-го року закарпаття кафедри харчової біотехнології і хімії ІНТУ ім.єв. Пугач*

Кухтин М.В.	43
ПІДБІР ШТАМІВ ТА ОЦІНКА ЯКОСТІ СИРІВ З ПЛІСНЯВОЮ	
Процак П.В.	44
БАЗИЛІК ЯК ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ ІНГРЕДІЄНТ У ВИРОБНИЦТВІ	
ЖИТНЬО-ПШЕНИЧНОГО ХЛІБА	
Кременчук І., Горюк Ю.В., Кухтин М.Д.	45
ПІДХОДИ ЩОДО КОНСЕРВУВАННЯ МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ	
ЛІТИЧНИМИ ФАГАМИ	
Шикірява О.В.	46
ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИННИХ БІЛКІВ ДЛЯ СТВОРЕННЯ	
КОМБІНОВАНИХ МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ	
Юкало В.Г., Сторож Л.А., Дацишин К.Є., Крупа О.М., Сторож С.І.	47
АНАЛІЗ, ВИДІЛЕННЯ І ВИКОРИСТАННЯ ОСНОВНИХ БІЛКІВ	
МОЛОКА В ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЯХ	
Величко І.А., Сторож Л.А., Назарко І.С.	48
СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ У ФОРМУВАННІ АСОРТИМЕНТУ	
ВЕРШКОВОГО МАСЛА	
Демченко М.М.	50
ХАРЧОВА І БІОЛОГІЧНА ЦІННІСТЬ БОРОШНЯНИХ ВИРОБІВ	
ЗБАГАЧЕНИХ ТОМАТАМИ	
Цісарик О.Й., Мусій Л.Я., Сливка І.М.	51
РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ КИСЛОМОЛОЧНОГО НАПОЮ НА	
ОСНОВІ ВТОРИННОЇ МОЛОЧНОЇ СИРОВИНИ	
Дмитренко І.Т., Поліщук Г.Є.	54
ВПЛИВ ЕКСТРАКТУ КАРДАМОНУ НА ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ	
ЙОГУРТУ	
Сичова О.О., Завгородній М.М., Поліщук Г.Є.	55
РОЗРОБЛЕННЯ НОВОГО ВИДУ ЙОГУРТУ З ІНУЛІНОМ	
Данилець А.Ю., Кравченко Х.Ю., Криськова Л.П.	56
СОЧЕВИЦЯ ЧОРНА ЯК СКЛАДОВА ЧАСТИНА КОМПОЗИТНОГО	
БОРОШНА ДЛЯ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ	
Дерень Д.О., Кравченко Х.Ю., Лазарюк В.В.	57
УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА	
ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ ЗБАГАЧЕНИХ ПРОТЕЇНОВИМ	
ПОРОШКОМ ЛЮПИНУ	
Galenko O., Vorontsov M.	58
MODELING THE NUTRITIONAL VALUE OF PATÉS WITH FAT	
REPLACEMENT AND USING BAMBOO FIBER	

*ГЛП Міжнародної науково-технічної конференції «Стан і перспективи харчової науки та промисловості»
присвяченої 30-річчю виконання вищої державної біологічної школи ГНУ імені Василя Пукія*

УДК 664.6

Д. О. Дерень, студент; Х. Ю. Кравченко, канд. техн. наук; В. В. Лазарюк, канд. техн. наук., доцент

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА ХЛІБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ ЗБАГАЧЕНИХ ПРОТЕЇНОВИМ ПОРОШКОМ ЛЮПИНУ

**D. Deren, student; K. Kravcheniuk, Ph.D.; V. Lazaryuk, Ph.D., Associate Professor
IMPROVEMENT OF THE TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF BAKERY
PRODUCTS ENRICHED WITH LUPINE PROTEIN POWDER**

Хлібобулочні вироби, виготовлені з пшеничного борошна, є одними з найбільш широко споживаних основних продуктів харчування у світі та служать основним джерелом вуглеводів, білків та харчових волокон. Як правило, в пшениці недостатньо якісного білка, особливо незамінних амінокислот, таких як лізин та метіонін. Це обмеження поживних речовин та відносно висока вартість пшениці спонукають до досліджень щодо збагачення пшеничного борошна альтернативними джерелами білка, включаючи бобові, для підвищення його харчової цінності.

В багатьох наукових працях бобові досліджувалися як функціональні інгредієнти в хлібобулочних виробах завдяки високому вмісту білка, клітковини та біоактивних сполук. Серед них люпин виділяється своїм винятковими поживними властивостями, що містить 30–40% білка, 25–30% харчових волокон, незамінні жирні кислоти. Крім того, люпин багатий на мінерали та антиоксиданти, що робить його цінним для розробки функціональних продуктів харчування. Порівняно з пшеницею та іншими бобовими, люпин є недорогим. Крім того, часткова заміна люпину в пшеничному борошні також може знизити вартість хліба [1, 2].

Зі зростанням сегмента ринку безглютенової та веганської продукції у сфері здорового харчування, насіння солодкого люпину почали замінювати сою в продуктах харчування (макарони, борошно). З точки зору харчової цінності, насіння люпину є альтернативою сої, оскільки воно не є генетично модифікованими організмами. Люпин не містить холестерину, глютену та подразників шлунка. Відповідно до низького вмісту крохмалю, він має дуже низький глікемічний індекс і показаний людям з діабетом. Люпин є пробіотиком, сприяє росту корисних бактерій в організмі та містить значну кількість незамінних амінокислот. Люпин містить значну кількість поліфенолів, каротиноїдів, фітостеролів, токоферолів та пептидів. Отже, додавання люпину до пшеничного борошна в хлібопеченні може значно збагатити мікроелементами, покращити вміст клітковини та білка. Це особливо актуально для вирішення проблеми білково-енергетичної недостатності та задоволення попиту на рослинний білок [1, 2].

Література

1. Lupin (*Lupinus* spp.)-Fortified Bread: A Sustainable, Nutritionally, Functionally, and Technologically Valuable Solution for Bakery URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9316204/> (дата звернення 10.09.2025).

2. Effect of blending ratios of roasted and unroasted lupine flour on the physicochemical properties, antinutritional factors, and organoleptic qualities of wheat-lupine composite bread URL:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S277250222500650X> (дата звернення 10.09.2025)

