

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 безглютенового хліба
з покращеними якісними властивостями з
проєктуванням цеху виробництва хліба**

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

181 Харчові технології

(шифр і назва спеціальності)

Кирнична У.І.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Кравченко Х.Ю.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Кухтин М.Д.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

Кухтин М.Д.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Кравець О.І.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Тернопіль 2024

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

Факультет Інженерії машин, споруд і технологій
(повна назва факультету)
Кафедра Харчової біотехнології і хімії
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Кухтин М.Д.
(підпис) (прізвище та ініціали)
« » _____ 2024 р.

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

на здобуття освітнього ступеня Магістр
(назва освітнього ступеня)

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

студенту Кирничній Уляні Іванівні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення технології безглютенового хліба з покращеними якісними властивостями з проєктуванням цеху виробництва хліба

Керівник роботи Кравченко Христина Юрївна, к.т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 08 » 10 2024 року № 4/7-975

2. Термін подання студентом завершеної роботи грудень 2024

3. Вихідні дані до роботи Хліб «Білково-гречаний», хліб «Древлянський покращений»

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

Анотація. Вступ. Науково-дослідна частина. Техніко-економічне обґрунтування. Проектно-технологічна частина. Охорона праці та безпека в надзвичайній ситуації. Висновки.

Перелік посилань

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

План цеху – 1 л. А1

Поздовжній розріз – 1 л. А1

Поперечний розріз – 1 л. А1

Апаратурно-технологічні схеми виробництва – 2 л. А1

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці			
Безпека в надзвичайних ситуаціях			
Нормоконтроль			

7. Дата видачі завдання 08 жовтня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний огляд літературних джерел відповідно до теми кваліфікаційної роботи		
2	Опрацювання методів досліджень		
3	Виконання експериментальних досліджень і опрацювання результатів		
4	Оформлення науково-дослідної частини		
5	Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту		
6	Підбір та розрахунок технологічного обладнання		
7	Викреслювання плану цеху		
8	Викреслювання розрізу та перерізу цеху		
9	Викреслювання апаратурно-технологічних схем		
10	Виконання розділу «Охорона праці і безпека в надзвичайних ситуаціях»		
11	Оформлення роботи		

Студентка

(підпис)

Кирнична Уляна Іванівна

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Кравченко Христина Юріївна

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Клейковина є фракцією пшениці, жита, вівса, ячменю її гібридів, та похідних і є виключно білковмісним продуктом для випікання. Ось чому на світовому ринку безглютенового хліба стався особливий вибух після появи пандемії COVID-19, коли так звана «здорова» продукція намагалася зміцнити імунну систему населення. Кількість людей, які не можуть перетравлювати глютен, різко зростає, і, отже, одночасно збільшується попит на продукти, які підтримують таку дієту. Оскільки хлібопекарські вироби становлять основну частину щоденного споживання їжі, нова безглютенова сировина для випічки та способи обробки традиційної сировини є достатньо практичними. Початком дослідження стала заміна глютену нетрадиційними продуктами для забезпечення стабільності та еластичності тіста, підвищення якісних характеристик та сенсорних властивостей безглютенового хліба, і тим самим розширити можливості його розповсюдження у свіжому якісному вигляді.

Ключові слова: безглютенові вироби, зелене гречане борошно, псіліум, біологічно-активні речовини, флейвори, сенсорний аналіз

ANOTATION

Gluten is a fraction of wheat, rye, oats, barley, its hybrids, and derivatives and is an exclusively protein-containing baking product. That is why the global gluten-free bread market has seen a particular explosion since the COVID-19 pandemic, when so-called «healthy» products tried to strengthen the immune system of the population. The number of people who cannot digest gluten is growing sharply, and thus the demand for products that support such a diet is increasing at the same time. Since bakery products make up a major part of daily food consumption, new gluten-free raw materials for baking and ways to process traditional raw materials are quite practical. The study was initiated by replacing gluten with non-traditional products to ensure dough stability and elasticity, improve the quality characteristics and sensory properties of gluten-free bread, and thereby expand the possibilities of its distribution in fresh, high-quality form.

Keywords: gluten-free products, green buckwheat flour, psyllium, biologically active substances, flavors, sensory analysis

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА.....	10
1.1. Аналітичний огляд літературних джерел	10
1.1.1. Особливості виробництва безглютенових виробів.....	10
1.1.2. Класифікація безглютенового борошна.....	12
1.1.3. Гречка і продукти її переробки – перспективна сировина в харчовому виробництві.....	18
1.1.4. Патентний пошук	24
1.2. Мета, об’єкт, предмет та методи досліджень.....	24
1.3. Результати досліджень.....	27
1.3.1. Біохімічні особливості амарантового борошна та борошна зеленої гречки.....	27
1.3.2. Харчова цінність псиліум та переваги перед сухою клейковиною	29
1.3.3. Підготовка сировини до пробного випікання	30
1.3.4. Дослідження якісних характеристик готових виробів	32
РОЗДІЛ 2. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	37
РОЗДІЛ 3. ПРОЄКТНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	39
3.1. Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту.....	39
3.1.1. Вихідні дані.....	39
3.1.2. Розрахунок продуктивності печей.....	41
3.1.3. Розрахунок пофазних рецептур	43
3.1.4. Розрахунок виходу виробів	47
3.1.5. Розрахунок виробничих рецептур і вибір технологічних параметрів.....	52
3.2. Вибір та обґрунтування технологічних процесів і режимів виробництва ...	57
3.2.1. Вимоги до сировини використовуваної для виробництва запроєктованого асортименту	57
3.2.2. Обґрунтування та опис технології запроєктованого асортименту	58

3.2.3. Організація технохімічного і мікробіологічного контролю запроєктованого асортименту.	59
3.3. Забезпечення технологічного процесу виробництва запроєктованого асортименту	60
3.3.1. Розрахунок витрат сировини і площ для її зберігання	60
3.3.2. Розрахунок і вибір технологічного обладнання	65
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	70
4.1. Охорона праці	70
4.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях	72
ВИСНОВКИ	74
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	75
ДОДАТКИ	82

ВСТУП

Хліб та інші хлібобулочні вироби є основними продуктами харчування і створюють проблему для безглютенової дієти через короткий термін зберігання та необхідність заміни глютену. Безглютенові зернові та псевдозернові культури, а також мелені бобові, насіння та горіхи все частіше використовуються для приготування безглютенових виробів.

У наш час зростає інтерес споживачів до поживної та здорової їжі. Таким чином, розробка здорових продуктів харчування є дуже важливою у зв'язку зі зростанням кількості хворих на целиацію, а також через людей, які страждають на чутливість до глютену, та зростаючу кількість споживачів, які хочуть уникати безглютенових продуктів через свій спосіб життя. Кількість безглютенових продуктів на ринку зростає, але знайти їх все ще залишається проблемою в основному через обмежений асортимент, доступність, слабкі сенсорні характеристики та високу ціну, що призводить до слабкої прихильності споживачів та загальної низької задоволеності. Таким чином, коли підприємці намагаються розробити якусь безглютенову продукцію, вони повинні уникати джерел, що містять глютен, обирати альтернативні джерела, забезпечувати сенсорні характеристики, забезпечувати поживну цінність безглютенового продукту, відповідати рекомендованим дієтичним нормам, враховувати економічні аспекти, а також дотримання рекомендацій ВООЗ.

Актуальність теми: різноманітність сировини, яка використовується у виробництві безглютенових хлібобулочних виробів, впливає на органолептичні характеристики хліба, а також на його технологічні та поживні властивості, тому виробництво інноваційних рецептур є доволі актуальною темою на сьогодні.

Метою даної роботи є виробництво удосконаленої рецептури безглютенового хліба покращеної якості, збагаченого БАР.

Виконуючи роботу кваліфікаційну магістрантки, частину дослідження висвітлено у матеріалах Міжнародної науково-практичної конференції «Інноваційні технології у хлібопекарському виробництві» 17 вересня 2024 року.

Кваліфікаційна робота на тему: Удосконалення технології безглютенового хліба з покращеними якісними властивостями з проектуванням цеху виробництва хліба. Робота складається із представлених 4-ох частин, також із переліку посилань – 57 позицій, листів графічної частини та додатків. Загалом обсяг роботи це – 91 сторінка, в яких застосовано 56 формул, а також представлено 14 таблиць та 26 рисунків.

РОЗДІЛ 1. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

1.1. Аналітичний огляд літературних джерел

1.1.1. *Особливості виробництва безглютенових виробів*

Хліб і хлібобулочні вироби є обов'язковими складовими щоденного раціону. Тому пошук нових інгредієнтів для створення інноваційних та натуральних безглютенових продуктів [1] триває, оскільки рецептура безглютенових продуктів вимагає компонентів, які підвищують пластичність тіста, поживні та органолептичні властивості. Враховуючи зростаючий попит на безглютенові альтернативи через непереносимість глютену та численні переваги для здоров'я, пов'язані з безглютеновими продуктами [2], у поєднанні з експоненціальним зростанням ринку безглютенових продуктів за останні роки [3], вкрай важливо розширити та диверсифікувати виробництво безглютенових та функціональних харчових продуктів [4].

Основна сировина, яка використовується у виробництві безглютенових хлібобулочних виробів не містить глютену, оскільки замість глютенівмісного борошна використовується інше безглютенове борошно, що веде до зниження харчової цінності виробів. Це означає, що рівень харчових волокон, білків, вітамінів групи В та мінералів (таких як магній, цинк, залізо та мідь) значно знижується [5, 6]. Враховуючи важливість харчової цінності при виготовленні безглютенового хліба, в даний час розглядаються та досліджуються різні методи підвищення та покращення харчової цінності [7].

Недоїдання та харчова алергія є взаємопов'язаними факторами, які можуть призвести до пошкодження шлунка та порушення мікробіоти, сприяючи різним захворюванням. Серед цих станів здоров'я – целиакія, яка останнім часом постійно зростає. Це аутоімунне захворювання тонкого кишечника [8].

Дослідження показують, що близько 1% населення планети страждає на целиакію, і єдиним ефективним рішенням є виключення продуктів, що містять глютен, із щоденного раціону [9]. Для людей з целиакією дотримання суворої безглютенової дієти не підлягає обговоренню, оскільки це запобігає

аутоімунним реакціям. Крім того, зростає інтерес до потенційної користі для здоров'я безглютенової дієти для людей чутливих до глютену [10].

У безглютеновому хлібі може бути менше харчових волокон, заліза та вітамінів групи В порівняно з традиційним хлібом на основі пшениці. Це особливо вірно, якщо безглютеновий хліб не збагачений цими поживними речовинами. Люди, які дотримуються безглютенової дієти, повинні знати про потенційний дефіцит поживних речовин і розглядати альтернативи та добавки, якщо це необхідно. Деякі безглютенові хлібобулочні вироби можуть бути калорійнішими та менш ситними порівняно з глютенними аналогами. Це може мати наслідки для контролю ваги, і люди повинні пам'ятати про розміри порцій і загальне споживання калорій [11]. У деяких випадках дієта без глютену, включаючи безглютеновий хліб, може допомогти покращити шлунково-кишкові симптоми в осіб із проблемами травлення, пов'язаними з глютенном.

Технологія виробництва безглютенової продукції має кілька проблемних моментів. Оскільки безглютенові продукти не містять глютену, безглютеновий хліб має малу пористість [12] і об'єм. Для вдосконалення технології приготування безглютенового хліба, а також підвищення їх поживної цінності, проводиться багато досліджень, щоб зменшити проблеми, пов'язані з консистенцією тіста, зменшити труднощі при вистоюванні тіста, підвищити низький вміст натуральних волокон [13] та мікроелементів [14]. Крім того, вміст дієтичних волокон безглютенового хліба ретельно вивчається на предмет його потенційного впливу на здоров'я травної системи та загальне харчування [15].

Безглютенові хлібобулочні вироби не містять багато жиру та клітковини [16]. Тому при виготовленні безглютенового хліба рекомендується використовувати харчові інгредієнти, багаті клітковиною, для поліпшення фізичних властивостей, органолептичних показників і харчової цінності [17].

1.1.2. Класифікація безглютенового борошна

Люди все більше усвідомлюють труднощі, з якими стикаються ті, хто страждає від непереносимості глютену. Як наслідок, на ринку зріс попит на продукти без глютену.

Одним із найважливіших безглютенових продуктів, які можна придбати, є борошно без глютену. Існує різноманітність безглютенового борошна, і всі вони мають різні характеристики [18].

Амарантове борошно. Амарантове борошно виготовляється з насіння рослини амарант. Незважаючи на те, що виготовляється з насіння і тому не містить зерна, амарант називають древнім зерном. У цьому борошні багато білка, а також заліза, вітамінів групи В, калію, кальцію та магнію. Амарантове борошно має горіховий смак, тому воно чудово підходить для кексів, печива, хліба та коржів для піци [18].



Рисунок 1.1 – Амарантове борошно

Борошно з коричневого рису. Борошно з коричневого рису виробляється з коричневого рису, тому воно щільніше, ніж борошно з білого рису, і містить білок і клітковину. Борошно з коричневого рису має горіховий смак, оскільки воно важке, його добре поєднувати з іншим борошном. Його можна використовувати як у солодких, так і в солоних рецептурах [18].



Рисунок 1.2 – Борошно з коричневого рису

Гречане борошно. Належить до сімейства псевдозернових, це борошно використовується для приготування дріжджового хліба, і, як правило, для отримання якісного продукту також додають інше борошно без глютену, наприклад борошно з коричневого рису. Гречане борошно багате різноманітними мінералами, такими як залізо, фолієва кислота, магній, цинк, марганець і клітковина, а також високим вмістом антиоксидантів із протизапальними властивостями [18].



Рисунок 1.3 – Гречане борошно

Кукурудзяне борошно. Кукурудзяне борошно, використовується для приготування коржів і хліба. Може бути у білому та жовтому кольорі, містить багато клітковини та каротиноїдів, які називаються лютеїном і зеаксантином. Крім того, містить вітамін В₆, тіамін, магній і селен [19].



Рисунок 1.4 – Кукурудзяне борошно

Мигдальне борошно. Мигдальне борошно виготовляється з меленого мигдалю, що робить його горіховим, а не зерновим борошном. Підходить для печива, хліба, кексів та інших видів випічки [19].



Рисунок 1.5 – Мигдальне борошно

Кокосове борошно. Кокосове борошно стало дуже популярним як у кулінарії, так і в випічці. Це борошно, виготовлене з подрібнених висушених твердих частинок кокосового горіха, має найвищий вміст клітковини серед будь-якого борошна, а також велику кількість білка. Кокосове борошно має солодкий смак, який ідеально підходить для випічки та десертів [19].



Рисунок 1.6 – Кокосове борошно

Пшоняне борошно. Пшоняне борошно походить із насіння проса, належить до сімейства злакових. Вважається стародавнім зерном. Пшоняне борошно не містить глютену та наповнене протеїном, залізом, кальцієм і вітамінами. Воно має легкий горіховий смак і надзвичайно універсальне, добре поєднується з іншим борошном у всіх рецептах випічки та десертів [19].



Рисунок 1.7 – Пшоняне борошно

Нутове борошно. Найновішим на ринку є борошно виготовлене із сухих бобів. Це безглютенове борошно, що добре поєднується з іншим борошном для приготування їжі та випічки. Борошно має високий вміст білка, клітковини та антиоксидантів, має нейтральний смак [19].



Рисунок 1.8 – Нутове борошно

Борошно з кіноа. Борошно з кіноа – це суперпродукт і повноцінний білок. Виготовлене із меленого насіння кіноа, не містить глютену та містить усі необхідні амінокислоти. Борошно з кіноа має приємний смак і добре підходить для випічки [19].



Рисунок 1.9 – Борошно з кіноа

Соргове борошно. Соргове борошно – ще одне борошно без глютену, виготовляється з мелених зерен сорго, ще одного стародавнього зерна. Це хороше джерело білка та клітковини. Соргове борошно має злегка солодкуватий смак і гладку текстуру, що робить його хорошим вибором для випічки та десертів [19].



Рисунок 1.10 – Соргове борошно

Соєве борошно. Соєве борошно виготовляють із соєвих бобів, не містить глютену та містить багато білка. Має нейтральний смак і гладку текстуру, можна використовувати його в хлібобулочних виробках [19].



Рисунок 1.11 – Соєве борошно

Біле рисове борошно. Біле рисове борошно отримують із шліфованого білого рису. Його можна використовувати з іншим борошном, включаючи борошно з коричневого рису, щоб додати поживну цінність виробам. Борошно має нейтральний смак. Також надає випічці легку текстуру. Біле рисове борошно поширене в азіатській та індійській кулінарії [19].



Рисунок 1.12 – Біле рисове борошно

Вівсяне борошно. Вівсяне борошно – це подрібнивши мелений овес, має більш розсипчасту текстуру. Бета-глюкан, що міститься у вівсяному борошні, також може знизити рівень холестерину і цукру в крові [19].



Рисунок 1.13 – Вівсяне борошно

Борошно тапіоки. З низьким загальним вмістом поживних речовин борошно тапіоки є хорошим варіантом борошна без глютену та використання в хлібобулочних виробках. Борошно виготовляється з крохмалистої рідини, видобутої з південноамериканського кореня маніоки, і вважається, що борошно має корисні властивості для травлення [19].



Рисунок 1.14 – Борошно тапіоки

Борошно тигрового горіха. Багате поживними речовинами борошно з тигрового горіха є легкою альтернативою білому борошну для випічки. Тигровий горіх – невеликий коренеплід, який росте в Північній Африці та Середземномор’ї. Борошно з тигрового горіха має солодкий і горіховий смак, який добре підходить для випічки. Його солодкість дозволяє скоротити кількість цукру у рецепті [18].



Рисунок 1.15 – Борошно тигрового горіха

1.1.3. Гречка і продукти її переробки – перспективна сировина в харчовому виробництві

В останні роки зростає інтерес до використання гречки для виробництва продуктів харчування, які задовольняють потреби споживачів у більш здорових та функціональних продуктах харчування [20]. Гречка є стійкою та універсальною культурою, що належить до псевдозернових культур, яку цінують за поживну цінність [20].

Гречка відноситься до роду *Fagopyrum* і є однією з рослин з високою екологічною адаптивністю. Незважаючи на те, що вони дводольні, вони називаються псевдозлаками через схожість хімічного складу зі злаками. Її можна вирощувати навіть у важкодоступних середовищах [21].

Гречка відрізняється від «справжніх» злаків, таких як пшениця чи рис, оскільки вона належить не до родини злакових, а до квіткових рослин. Тому класифікується як насіння і підпадає під категорію псевдо злаків. Гречка є однією з найдавніших культур у світі, було знайдено докази її вирощування в Азії понад 5000 років тому. Тому її також вважають старовинним зерном.

Гречка цікава завдяки своєму природному безглютеновому походженням і високоякісному вмісту білка. Гречка широко використовується в різних кухнях світу для приготування таких страв, як каша, млинці, локшина та випічка.

Гречка зовсім не споріднена з пшеницею. Незважаючи на свою назву, гречка не відноситься до сімейства пшениці і не містить глютену. Це робить її придатним варіантом для людей з непереносимістю глютену або целиацією. Завдяки своєму безглютеновому походженням гречка також прокладає собі шлях до харчової промисловості по всьому світу як універсальний інгредієнт (наприклад, гречане борошно) у багатьох харчових виробництвах.



Рисунок 1.16 – Гречка

Гречка містить білки з високою поживною цінністю завдяки добре збалансованому амінокислотному складу, особливо лізин, аргінін, метіонін і триптофан. Білки гречаної крупи багаті альбуміном і глобуліном, але дуже бідні проламіном і глютеїном.

Із зерна гречки виготовляють наступні харчові напівфабрикати: крупу гречану, крупу гречану лущену та дроблену, борошно гречане, гречані пластівці. Завдяки зростаючому попиту на продукти без глютену та інтересу до альтернативного борошна, яке набирає обертів у багатьох харчових виробництвах.

Є два типи гречаної крупи: зелена гречка – природного очищення (термічний процес не використовувався) і коричнева. Обробка забезпечує тривалий термін зберігання і полегшує приготування гречаної крупи.

Зелена гречка – це сира гречка, яка зберігає всі свої природні властивості та корисні речовини. На відміну від звичайної коричневої гречки, зелена гречка не піддається тепловій обробці, зберігаючи свій природний зеленувато-сірий колір і унікальні властивості. Це дозволяє зберегти більше вітамінів, мінералів і антиоксидантів, які часто втрачаються під час термічної обробки. Смак гречаної крупи теж різний; зелена – більш трав'янистий і ніжний, тоді як коричнева має приємний горіховий смак.

Зелена гречка стає все більш популярною серед прихильників здоров'я, тому її вважають суперпродуктом завдяки багатій поживній цінності та численним перевагам для здоров'я.



Рисунок 1.17 – Борошно з зеленої гречки

Зелена гречка містить вітаміни групи В, вітамін Е, магній, фосфор, залізо, цинк. Ці поживні речовини необхідні для підтримки здоров'я нервової системи,

імунної системи, шкіри та волосся. Також багата антиоксидантами, такими як рутин і кверцетин, які допомагають боротися із запаленнями, зміцнюють кровоносні судини та захищають клітини від шкідливого впливу вільних радикалів. Регулярне вживання зеленої гречки сприяє зниженню рівня холестерину в крові та підтримці нормального артеріального тиску, знижуючи ризик серцево-судинних захворювань. Зелена гречка природно не містить глютену, що робить її чудовим вибором для людей з целиакією або тих, хто дотримується безглютенової дієти. У зеленій гречці багато харчових волокон, які сприяють травленню і нормалізують роботу кишечника. Це також допомагає підтримувати здоровий мікробіом кишечника, необхідний для загального благополуччя. Зелена гречка – універсальний продукт, який можна використовувати в різноманітних дієтах. Завдяки своїм корисним властивостям він підходить для вегетаріанців, веганів, сиродів і тих, хто дотримується безглютенової дієти [22].

Гречана крупа – це очищені від лущення ядра гречки. Щоб виготовити крупу, потрібно позбутися зовнішньої оболонки за допомогою механічного процесу. Дроблену гречку (також називають крупною), яка є подрібненими ядрами гречаної крупи, зібраними під час звичайного виробництва крупи. Гречану крупу можна вживати в сирому вигляді (після замочування), але зазвичай перед вживанням гречану крупу потрібно відварити.

Гречану крупу використовують майже так само, як рис (варять як кашу), тоді як інші види гречки можна використовувати в різних виробництвах, таких як: хлібобулочні вироби (хліб, млинці або печиво), виробництво борошна (гречане борошно), виробництво локшини, приготування чаю або у вигляді екструдованих продуктів, такі як гречані пластівці.

Продукти з гречаної крупи виробники харчових продуктів використовують різними способами, пристосовуючись до мінливих потреб споживачів. Традиційно переробники гречки пропонували термічно оброблену гречану крупу, яка в основному використовується в класичних рецептах, таких як варена гречана крупа (або каша). Завдяки безглютеновому та альтернативному

борошну, яке представляє одні з найуспішніших секторів харчової промисловості та виробництва напоїв, гречка стала універсальною та поживною альтернативою традиційним зернам.

Гречане борошно являє борошно від білого до сірого кольору з чорними вкрапленнями. Має хорошу поживну цінність і унікальний смак.

Традиційно його використовують для приготування млинців, локшини та бездріжджового хліба в Азії, Східній Європі та Сполучених Штатах. Не містить глютену, має солодкуватий аромат і горіховий, гіркуватий та інтенсивний смак. Гречане борошно добре поєднується з іншими видами борошна у випічці [23].

Хімічний склад гречаного борошна залежить від розміру частинок після процесу помелу та просіювання, який корелює з відносною кількістю тканин насіння. Частинки насіння гречки містять крохмаль (81,2–75%), білок (5,4–6%), ліпіди (0,7–1%) та харчові волокна (3%), тоді як зародок насіння містить високу кількість білка (12–27,7%), ліпідів (4–5,2%), харчових волокон (3,8–7%) і мінеральних речовин (К, Р, Mg, Са). Дослідники заявили, що гречане борошно, отримане з центрального ендосперму, багате крохмалем і може використовуватися в основному для млинців, хліба та локшини. Різниця в гранулометричному складі зернового борошна, залежно від хімічних і фізичних властивостей, відіграє важливу роль у якісних характеристиках отриманих продуктів. Різноманітні дослідження оцінювали розмір часток зернових і псевдозернових і підкреслювали вирішальний вплив на приблизний склад, реологію тіста та кінцеві випічки. В дослідженнях описано, що розмір частинок є одним із важливих факторів і може мати значний вплив на характеристики борошна та випічки. Показано, що фракції борошна із середнім розміром частинок забезпечують кращу якість випікання. З іншого боку, інше дослідження показало, що фракції борошна з дрібним розміром частинок запропонували кращу якість випікання завдяки вищому вмісту білка в цих фракціях [24].

Крім безглютенового застосування, гречане борошно покращує поживні властивості хліба, частково замінюючи пшеничне борошно. Оскільки склад і властивості поглинання цього борошна відрізняються, у рецептах, де

використовується гречка, потрібно більше води та часу на змішування. Поріг заміни гречаного борошна в хлібі становить 30% [23].

Гречані пластівці мають високий вміст водо- і солерозчинних фракцій, що допомагає повністю засвоювати продукт організмом людини, а вміст вітамінів В₁, В₂, В₆, РР, Е в пластівцях гречаних – найвищий в порівнянні з іншими видами зернопродуктів. Крім того, гречані пластівці – багате джерело мінеральних речовин, таких як калій, фосфор, мідь, цинк. Все це робить гречані пластівці продуктом здорового харчування, що володіє високою поживною цінністю і що розглядається лікарями як дієтичний продукт, рекомендований дітям і вагітним жінкам.



Рисунок 1.18 – Гречані пластівці

Багато традиційних страв з гречки все ще популярні в деяких країнах, наприклад, японська «локшина». Круп'яні каші та страви досі є улюбленою традиційною їжею в країнах Східної Європи.

Крім того, гречка отримала статус «суперпродукту» на рослинній арені [25]. Наповнена корисними для серця сполуками, такими як рутин, магній, мідь, клітковина та білок, гречка пропонує низку переваг для здоров'я, включаючи профілактику серцевих захворювань.

Також використовують лушпиння гречки, побічний продукт переробки гречаної крупи. Незважаючи на те, що гречку важко очистити, це лушпиння знайшло свій шлях в різних галузях промисловості. Лушпиння є багатим джерелом харчових волокон, переважно нерозчинних, але здатних до бродіння.

Численні дослідження показали, що лушпиння гречки корисне для здоров'я кишечника і травного тракту.

Дрібний порошок лушпиння та меланін, отримані з лушпиння гречки, можна використовувати як функціональні харчові інгредієнти в різних харчових рецептурах. Останні дослідження підтвердили, що 3% гречаної лушпиння в хлібі може позитивно впливати на організм людини [26].

1.1.4. Патентний пошук

В Україні до середини минулого століття споживали переважно зелену гречку. Після цього була прийнята американська система термічної обробки гречки, і оригінальний продукт був забутий на довгі роки [27].

На сьогодні додавання продуктів зеленої гречки в хлібобулочні вироби є актуальним, в цьому зацікавлені виробники та науковці. Крім того поєднання безглютенових видів борошна компенсує окремі недоліки кожного виду борошна, тим самим доповнює. Поєднання борошно зеленої гречки та амарантового борошна надасть виробам функціональності та збагатить біологічно активними компонентами.

Пошук патентів по Україні не дав результатів. Можна вважати тему виробництва безглютенового хліба з борошна амаранту та зеленої гречки із додаванням псиліум актуальною.

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

Мета кваліфікаційної роботи магістрантки – удосконалення технології виробництва та розробка рецептури безглютенового хліба з борошна амаранту та зеленої гречки із додаванням псиліум.

Завдання кваліфікаційної роботи:

- Удосконалити технологію та розрахувати рецептуру безглютенового хліба з борошна амаранту та зеленої гречки із додаванням псиліум;
- Провести дослідження якості тіста;
- Провести дослідження якості готових виробів.

Об'єкт дослідження: удосконалення технології безглютенових виробів

Предмет досліджень: безглютенові вироби, борошно амарантове, борошно зеленої гречки, псиліум

Методи та методики досліджень: загальноприйняті визначення якості виробів хлібних.



Рисунок 1.19 – Схема проведення експериментальних досліджень

1.3. Результати досліджень

1.3.1. Біохімічні особливості амарантового борошна та борошна зеленої гречки

Для того, щоб підвищити харчову та поживну цінність нашого безглютенового хліба ми додаємо сировину багату на жирні кислоти, поліфеноли, вітаміни, мінерали, поживні речовини та амінокислоти, а саме борошно амаранта і зеленої гречки.

Амарантове борошно відоме своїми безглютеновими властивостями, клітковиною, мінералами та біоактивними сполуками. Подібним чином, борошно зеленої гречки визнане своїми функціональними та поживними властивостями, із різноманітним набором біологічно активних компонентів, флавоноїдів, фітостеролів та антиоксидантів [28, 29, 30].

Розроблення функціонального безглютенового хліба з використанням даної сировини покращить фізико-хімічні властивості, вміст мінералів, вміст фенолів і загальну сенсорну оцінку якості.

Таблиця 1.1 – Характеристика амарантового борошна за хімічним складом

<i>Мінеральні речовини</i>	<i>В 100 г продукту</i>
Кальцій	159 мг
Залізо	7,6 мг
Магній	248 мг
Фосфор	557 мг
Калій	508 мг
<i>Вітаміни</i>	<i>В 100 г продукту</i>
Вітамін В ₁ (Тіамін)	0,1 мг
Вітамін В ₂ (Рибофлавін)	0,2 мг
Вітамін В ₆	0,3 мг
Вітамін С	4,2 мг
Вітамін Е	1,2 мг



Рисунок 1.20 – Амарантове борошно Рисунок 1.21 – Борошно зеленої гречки

Таблиця 1.2 – Характеристика борошна зеленої гречки за хімічним складом

<i>Мінеральні речовини</i>	<i>В 100 г продукту</i>
Кальцій	20 мг
Магній	200 мг
Натрій	3 мг
Калій	380 мг
Фосфор	298 мг
Хлор	33 мг
Сірка	88 мг
Залізо	6,7 мг
Цинк	2,05 мг
Йод	3,3 мкг
Мідь	640 мкг
Селен	8,3 мкг
Хром	4 мкг
Фтор	23 мкг
Молібден	34,4 мкг
Бор	350 мкг
Кремній	81 мг
<i>Вітаміни</i>	<i>В 100 г продукту</i>
Вітамін РР	4,2 мг
Вітамін Е	6,65 мг
Бета-каротин	0,01 мг
Вітамін А (РЕ)	2 мкг
Вітамін В ₁ (тіамін)	0,43 мг
Вітамін В ₂ (рибофлавін)	0,2 мг
Вітамін В ₆ (піридоксин)	0,4 мг
Вітамін В ₉ (фолієва кислота)	32 мкг
Вітамін Е	0,8 мг
Вітамін РР	7,2 мг

1.3.2. Харчова цінність псиліум та переваги перед сухою клейковиною

Основні проблеми у виробництві безглютенового хліба пов'язані з структурою виробів, терміном зберігання, сенсорними властивостями. Ці проблеми виникають через те, що безглютенові види борошна не мають структуроутворюючої дії, яку має глютен, так звана суха пшенична клейковина. Для подолання цих проблем було використано багато підходів, які включають пошук нових інгредієнтів, добавок, умов процесу та технологічних альтернатив.

Серед альтернативних перспектив у виробництві безглютенового хліба є додаванням псиліум [31].

Псиліум – це лушпиння подорожника, отримане з насіння рослини *Plantago ovata*, переважно в Азії, являє собою подрібнене лушпиння, насичене розчинною клітковиною. Псиліуму складається з l-арабінози, d-ксилози, d-галакторонової кислоти та слідів інших цукрів.

Псиліум є багатим джерелом харчових волокон з переважанням гелеутворюючої розчинної фракції, добре відомої своїм медичним використанням. Його використовували як дієтичну добавку, серед іншого, через його властивості, зниження рівня холестерину та чутливість до інсуліну. Фізіологічний ефект клітковини подорожника зумовлений його високою водопоглинаючою здатністю та здатністю утворювати в'язкі гелі.

Завдяки його фізико-хімічним і поживним властивостям, а також його стабільності при різних температурах і рівнях рН, ефекти введення псиліуму в хлібобулочні вироби були широко вивчені, як добавка до пшеничного борошна, що має переваги над сухою пшеничною клейковиною. З оптимізованим ступенем гідратації структуроутворюючі властивості клітковини подорожника можуть позитивно вплинути на об'єм хліба, зовнішній вигляд, структуру м'якушки та сприяти подовженню терміну зберігання випічки, збільшуючи при цьому концентрацію харчових волокон.

Продукти, отримані з подорожника, набувають все більшого інтересу завдяки своїй технологічній та поживній функціональності. Насіння

подорожника використовуються як дієтичні добавки та є перспективними інгредієнтами для рецептур збагачених харчових продуктів [32].



Рисунок 1.22 – Псиліум

Псиліум становить 80-85 % клітковини (целюлоза і геміцелюлоза); більша її частина (71%) розчинна, що і є основною цінністю. Він не містить простих вуглеводів, які легко піддаються гідролізу, а також глютену. Це пребіотик і користь для кишкової флори, таким чином забезпечуючи її здоров'я разом зі здоров'ям шлунково-кишкового тракту. Для порівняння: у вівсяних і пшеничних висівках клітковина містить лише 10-15% цих продуктів, і з цієї кількості лише 5% є розчинами.

Псиліум у випічці є заміною глютену для «підняття» тіста. Однак добре поєднується з гречаним, рисовим та кокосовим борошном, добре піднімає тісто на основі висівків та меленого мигдалю.

У випічці без глютену насіння подорожника діє як зв'язуюча речовина – заміник глютену, який утримує випічку разом, надає їй еластичності, розтяжності та гнучкості, а отже запобігає її надто розсипанню. Завдяки тому, що це гідроколоїд, який зв'язує воду, він також підтримує випічку вологою та запобігає її швидкому висиханню [33, 34].

1.3.3. Підготовка сировини до пробного випікання

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

За основу контролю ми брали технологію виробництва хліба «Древлянський з гречаними пластівцями» в склад якого входить – борошно пшеничне цільозернове, суха пшенична клейковина, пластівці гречані, дріжджі, сіль, цукор, олія соняшникова.

В новостворену рецептуру хліба з назвою «Древлянський покращений» входить (амарантове цільозернове борошно, борошно зеленої гречки, дріжджі, псиліум, сіль, цукор, олія соняшникова).



Рисунок 1.23 – Процес приготування опари:

№1 (контроль) – хліб «Древлянський з гречаними пластівцями»

№2 – хліб «Древлянський покращений»

Хліб готується опарним методом, тому для опари двох взірців підготували дріжджову суспензію у співвідношенні 1:3. Для контролю взірця №1 додали борошно пшеничне цільозернове, пластівці гречані. Для опари взірця №2 додали амарантове цільозернове борошно, борошно зеленої гречки.

Для замісу опари додали дріжджову суспензію, воду, необхідне борошно. Вимішавши опару та поставили на вистоювання тривалістю 210 хв.

Наступним процесом було замішування тіста. Після вистоювання у кожному опару додали решту борошна, сольовий розчин, цукровий розчин, олію соняшкову. В контроль внесли суху пшеничну клейковину та гречані пластівці. У взірець №2 внесли псиліум та зелене борошно гречки. Замісили два взірці тіста.

Замішане тісто вистоювалось при $t\ 28^{\circ}\text{C}$, 40 хв. Далі формували тістові заготовки та клали у форми, де вироби вистоювались 20 хв. Випікали хлібні вироби 20 хв. Готові вироби зображені на рисунку



Рисунок 1.24 – Готові вироби в розрізі:

№1 (контроль) – хліб «Древлянський з гречаними пластівцями» борошно (пшеничне цільозернове, суха пшенична клейковина, пластівці гречані, дріжджі, сіль, цукор, олія соняшникова)

№2 – хліб «Древлянський покращений» (амарантове цільозернове борошно (82%), борошно зеленої гречки (15%), дріжджі, псиліум (3%), сіль, цукор, олія соняшникова).

1.3.4. Дослідження якісних характеристик готових виробів

Після випікання готові вироби витягли з духовки, залишили остигати на 4 години. Згодом провели органолептичні та фізико-хімічні дослідження якості. Результати приведені в таблицях

Таблиця 1.3 – Характеристики якості тіста та готового хліба

№ з/п	Назва показників	Хліб	
		Взірець №1 (контроль) «Древлянський з гречаними пластівцями»	Взірець №2 «Древлянський покращений»
ТІСТО			
1	Кислотність, град.	4,5	4,3

2	Тривалість вистоювання, хв	40	40
3	Розпливання кульки тіста за період бродіння, % до початкового діаметру	182	180
4	Питомий об'єм тіста в кінці бродіння, см ³ /100 г	1,86	1,92
ХЛІБ			
5	Питомий об'єм, см ³ /г	2,3	2,34
6	Формостійкість, Н/Д	0,39	0,43
7	Пористість, %	65,0	68,0
8	Кислотність, град.	4,0	3,9
9	Збереження свіжості, %	62	65

Проаналізувавши отримані експериментальні дані, можна сказати що готові хлібні вироби відповідають нормативним та технічним вимогам документації.

Проведено органолептичний і сенсорний контроль досліджуваних взірців хліба. Цей підхід використовується в харчовій промисловості, фармацевтичних компаніях, косметичних компаніях та багатьох інших галузях промисловості, де необхідно оцінити якість продукції або перевірити її на відповідність певним вимогам. Органолептичний контроль вимагає оцінки запаху, смаку, зовнішнього стану. Це може включати такі показники, як колір, форма, поверхня, еластичність, структура. Сенсорний аналіз вимагає більшої об'єктивної методології тестування. Органолептичні та сенсорні оцінювання доповнюють одне одного та показують загальне сприйняття виробу, його якість [35].

Проведено органолептичне оцінювання якості дослідних взірців хліба за допомогою дегустаційної комісії, що була створена студентами. Також проведено оцінювання взірців хліба за бальною шкалою. Встановлено, що удосконалена рецептура безглютенового хліба взірець №2 є прийнятною для виробництва за органолептичними показниками. Результати показані в таблиці.

Таблиця 1.4 – Органолептичні показники експериментальних зразків хліба

Назва показника	Хліб	
	Взірець №1 (контроль) «Древлянський з гречаними пластівцями»	Взірець №2 «Древлянський покращений»
Зовнішній вигляд хліба: -Форма -Поверхня	Формовий хліб Бугриста, без тріщин, без підривів	Формовий хліб Без тріщин, легенькі підриви на поверхні хліба
Колір скоринки	Темно-коричнева, рівномірною, без підгорілої	Коричнева, рівномірною, без підгорілої.
Стан м'якушки: Колір Рівномірність забарвлення Еластичність Пористість: -за крупністю -за рівномірністю за товщиною стінок пор липкість	Світло-коричневий Рівномірне Середня Дрібна Рівномірною Тонкостінною Наявна	Сіро-коричневий Рівномірне Хороша Середня Рівномірною Тонкостінною Відсутня
Смак	Нормальний, властивий хлібу	
Грудкування під час розжовування	Відсутнє	
Крихкуватість	Некрихкуватий	Некрихкуватий

За даними таблиці хліб контроль взірець №1 «Древлянський з гречаними пластівцями» не зовсім відповідав органолептичній оцінці якості. М'якушка хліба була липкою. В той час взірець №2 «Древлянський покращений» відповідав вимогам.

Таблиця 1.5 – Зведені дані бального оцінювання органолептичного аналізу готових виробів

Дослідні взірці хліба	Показники оцінювання	Бальна оцінка	Загальна кількість балів
Взірець №1 (контроль) «Древлянський з гречаними пластівцями»	Смак і запах	4,1±0,1	11
	Зовнішній вигляд, колір скоринки	3,2±0,1	
	Колір і стан м'якушки	1,5±0,1	
	Колір і зовнішній вигляд	2,2±0,1	
Взірець №2 «Древлянський покращений»	Смак і запах	4,4±0,1	12,8
	Зовнішній вигляд, колір скоринки	3,4±0,1	
	Колір і стан м'якушки	2,5±0,1	
	Колір і зовнішній вигляд	2,5±0,1	

Дегустаційна комісія відмітила, що максимальна кількість балів – 12,8 у взірця №2 хліб «Древлянський покращений»

Контрольний взірець №1 хліб «Древлянський з гречаними пластівцями» має 11 балів за рахунок легкої липкості м'якушки.

Подальшим етапом нашої роботи став сенсорний аналіз дослідних взірців хліба. Адже сучасна концепція аналізу флейвору готового виробу дає можливість описати сенсорні показники, що зумовлені відчуттями смаку, запаху, текстурою та іншими [35].

Дослідження аналізу флейвора взірців хліба наведені в таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 – Аналіз флейвора готових виробів

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

Згідно результатів побудовано профілограму флейвора дослідних взірців хліба на рис.1.25 [35].



Рисунок 1.25 – Профілограма флейвора виробів

РОЗДІЛ 2. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

Для харчової та переробної промисловості з основних галузей є хлібопекарська промисловість. Хліб – надзвичайно важливий соціальний продукт, наявність чи вихід якого націлений на продовольчу безпеку країни.

Під хлібом розуміються ті продукти, які підпадають під цінове регулювання держави. Виробляти хліб в умовах війни часто не вигідно. Адже зростання і дефіцит сировини, енергоресурсів, людських ресурсів – усе це йде в собівартість продукції. З іншого боку, якщо це обмежує виробників у моменті впливу на цінову політику щодо їхньої готової продукції, то це створює великі проблеми у виробництві, особливо у відмінненні капіталу.

Недостатня ефективність сформованих у виробництві оборотних коштів негативно впливає на весь технологічний процес виробництва хліба та хлібобулочних виробів. Отже, немає можливості змінити прогресивні технології та модернізувати виробництво.

Таким чином, вирішується питання з розширення асортименту безглютенової продукції за рахунок збагачення готової продукції бюджетними видами сировини.

Оскільки майже вся хлібобулочна продукція, представлена на споживчих ринках України, є вітчизняною, важливо знайти шляхи та можливість працювати не за рахунок виробників. Більше того, необхідно підкреслити, що виробництво в Україні сьогодні – це дійсно дуже великий ризик. Адже на війні будь-яке підприємство під час постійних ракетних обстрілів може бути зруйновано.

А відноситися до плану розвитку, адже це правильно? Необхідні працюючі підприємства потрібно зберегти. Тим більше, що виробництво розширюватися в даний момент ніяк не передбачено, ефективно вдосконалювати технології на підприємствах. Удосконалення технологій, які не вимагають серйозних капіталовкладень, можливо при деяких нових видах сировини для хлібопечення, вирощуваної в Україні.

Таким чином, вирішується декілька задач:

1. Виробники не залежать від експортованої сировини;
2. Розширюється асортимент готових виробів;
3. Покращується якість готової продукції;
4. Випускається продукція підвищеної якості.

Якщо говорити про розрахунок економічної доцільності даного проєкту, то варто зазначити, що однозначно економічна доцільність присутня за рахунок випуску продукції збагаченої БАР, зокрема псиліум та борошна з зеленої гречки.

РОЗДІЛ 3. ПРОЄКТНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1. Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту

3.1.1. Вихідні дані

Основою продуктового розрахунку є вихідні дані, які отримані із нормативної документації такої як стандарти, літературні джерела, посібники і підручники.

Вихідні дані для розрахунків оформляють у вигляді таблиці, в яку вносять показники, необхідні для здійснення розрахунків (табл. 3.1) [40,41].

Таблиця 3.1 – Вихідні дані для розрахунків

Найменування показників, одиниці виміру	Умовні позначення	Норми для виробів	
		Хліб «Білково- гречаний» масою 0,5 кг	Хліб «Древлянський покращений» масою 0,5 кг
1	2	3	4
Стандарт	-	ДСТУ 4588-2006	
Показники якості:			
Вологість, %, не більше	W	53,0	45,0
Кислотність, град, не більше	K	5,5	6,0
Пористість, %, не менше	П	-	70
Рецептура на 100 кг борошна, кг.:			
Борошно пшеничне цільнозернове	G _{б.п.ц.}	60,0	-
Борошно амарантове цільнозернове	G _{б.а.ц.}	-	82,0
Суша пшенична клейковина	G _{кл.}	20,0	-
Псіліум	G _{пс.}	-	3,0
Пластівці гречані	G _{пл.г}	20,0	-
Гречане борошно	G _{б.г}	-	15,0
Дріжджі хлібопекарські пресовані	G _{др}	3,0	3,0
Сіль кухонна харчова	G _с	1,5	1,5
Олія соняшникова	G _{о.с.}	2,0	2,0
Цукор білий	G _ц	-	3,0
Разом	-	106,5	109,5

Прод.табл. 3.1

1	2	3	4
Основні показники технологічних режимів			
Вологість опари, %	W_o	-	50
Вологість тіста, %	W_T	54,0	46,0
Плановий вихід, %	-	157,0	146
Тривалість бродіння опари, хв	T_o	-	210
Тривалість бродіння тіста, хв	T_T	180	40
Спосіб приготування	-	Безопарний	Густа опара
Тривалість вистоювання, хв	$T_{\text{вис}}$	20	20
Спосіб випікання	-	У формах	
Тривалість випікання, хв	$T_{\text{вип}}$	30	30
Марка печі	-	А2-ХНП/10	
Концентрація розчину солі, %	$C_{\text{с.р}}$	25	
Концентрація розчину цукру, %	$C_{\text{ц.р}}$	50	
Кратність розведення дріжджів водою	-	1:3	
Технологічні витрати і затрати:			
Втрати борошна до замішування тіста, % до маси борошна	g_b	0,02 – 0,06	
Втрати борошна від замішування до випікання, % до маси борошна	g_T	0,03 – 0,05	
Втрати сухих речовин на бродіння, % до сухих речовин тіста	$C_{\text{сух}}$	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 хліба, % до маси гарячого хліба	$g_{\text{укл}}$	0,5 – 0,8	
Втрати від усихання хліба, % до маси гарячого хліба	$g_{\text{ус}}$	2,5 – 4,0	
Масова частка крихт і лому, % до маси борошна	$g_{\text{кр}}$	0,03	
Втрати за рахунок не точності маси виробів, % до маси гарячого хліба	$g_{\text{шт}}$	0,04 – 0,05	
Втрати від перероблення хліба, % до маси борошна	$g_{\text{бр}}$	Близько 0,02	

3.1.2. Розрахунок продуктивності печей

Розрахунок виробничої продуктивності ліній виконується на основі розрахунку потужності печі [41].

Таблиця 3.2 – Вихідні дані для розрахунку виробничої продуктивності печей

Виріб	Маса виробу, кг	Кількість виробів на листі, маса		Тривалість випікання, хв
		По довжині	По ширині	
Хліб «Білково-гrecаний»	0,5	3	5	30
Хліб «Древлянський покращений»	0,5	3	5	30

Здійснюю розрахунок продуктивності печі зі стаціонарним подом (секційної) А2-ХНП /10 для виробництва виробів

Продуктивність секційних печей розраховую за формулою [5].

$$P_{\text{год}} = \frac{N \cdot n \cdot g \cdot 60}{t_{\text{вип}} + 5}, \quad (3.1)$$

де N – кількість секцій печі, шт.; $N = 3$;

n – кількість форм на 1 секції, шт.;

g – маса виробу;

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

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

Згідно технологічних характеристик печі на 1 секцію встановлюємо 8 потрійних форм з тістовими заготовками.

Розраховую продуктивність печі для хліба «Білково-гrecаний»:

$$P_{\text{год}} = \frac{3 \cdot (3 \cdot 8) \cdot 0,5 \cdot 60}{30 + 5} = 61,7 \text{ кг/год}$$

Продуктивність за добу становить:

$$P_{\text{доб}} = P_{\text{год}} \cdot T_{\text{печі}} \quad (3.2)$$

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

$$P_{\text{доб}} = 61,7 * 23 = 1419,1 \text{ кг/доб}$$

Розраховую продуктивність печі за годину для хліба «Древлянський покращений» (3.1):

$$P_{\text{год}} = \frac{3*(3*8)*0,5*60}{30+5} = 61,7 \text{ кг/год}$$

Для хліба «Древлянський покращений» добова продуктивність згідно формули (3.2) буде:

$$P_{\text{доб}} = 61,7 * 23 = 1419,1 \text{ кг/доб}$$

Для збільшення виробничої продуктивності підприємства приймаю до встановлення по дві печі марки А2-ХНП/10 для кожного виробу.

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	А2-ХНП/10	Хліб «Білково-гречаний»	61,7	23	1419,1
2	А2-ХНП/10	Хліб «Древлянський покращений»	61,7	23	1419,1
Разом					2838,2

Будуємо графік роботи печі А2-ХНП/10

№ печі	Марка печі	Години роботи					
		Перша зміна		Друга зміна		Третя зміна	
		7		15		23	
1	А2-ХНП/10						
2	А2-ХНП/10						

Рисунок 3.1 – Графік роботи печей

Умовні позначення:

-  – робота печі
-  – профілактика

3.1.3. Розрахунок пофазних рецептур

Розрахунок рецептури для хліба «Білково-гречаний»

За нормативними вимогами тісто для хліба передбачено готувати безопарним способом. Тривалість бродіння тіста – 180 хв [40, 41].

Проводжу визначення маси сухих речовин у компонентах тіста:

Таблиця 3.4 – Співвідношення сухих речовин та вологи в сировині тіста хліба «Білково-гречаний»

Сировина	Маса, кг	Вологість, %	Масова частка с. р, %	Масова частка с. р, кг
Борошно пшеничне цільозернове	60,0	15,0	85,0	51,0
Суша пшенична клейковина	20,0	8,0	92,0	18,4
Пластівці гречані	20,0	12,0	88,0	17,6
Дріжджі хлібопекарські пресовані	3,0	75,0	25,0	0,75
Сіль кухонна харчова	1,5	-	100,0	1,5
Олія соняшникова	2,0	0,3	99,7	1,994
Разом	106,5	-	-	91,244

Обраховую масу сухих речовин, кг:

Масу тіста визначаю за формулою:

$$G_T = \frac{G_{с.р} \cdot 100}{100 - W_T} \quad (3.3)$$

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

W_T – вологість тіста, %; $W_T = W_B + 1$; $W_B = 53 + 1 = 54$ %

$$G_T = \frac{91,244 \cdot 100}{100 - 54} = 198,31 \text{ кг.}$$

Переводжу сировину в розчини:

Сіль у сольовий розчин за формулою:

$$G_{с.р} = \frac{G_{с.100}}{C_{с.р}} \quad (3.4)$$

де $G_{с.р}$ – концентрація розчину, % 25% – концентрація сольового розчину

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

Маса води в сольовому розчині:

$$G_{\text{в}}^{\text{с.р}} = G_{\text{с.р}} - G_{\text{с}} \quad (3.5)$$

$$G_{\text{в}}^{\text{с.р}} = 6,0 - 1,5 = 4,5 \text{ кг}$$

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

$$G_{\text{д.р}} = G_{\text{др}} + G_{\text{др}} * n \quad (3.6)$$

n – кількість розведень, ($n=3$)

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

Кількість води в дріжджовій суспензії:

$$G_{\text{в}}^{\text{др.с}} = G_{\text{др.с}} - G_{\text{др}} \quad (3.7)$$

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

Кількість води на заміс тіста становить:

$$G_{\text{в}}^{\text{т}} = G_{\text{т}} - G_{\text{сир}} \quad (3.8)$$

$$G_{\text{в}}^{\text{т}} = 198,31 - 106,5 = 91,81 \text{ кг}$$

Розраховую масу води в тісті з урахуванням замін:

$$G_{\text{в}}^{\text{з}} = G_{\text{в}} - [G_{\text{в}}^{\text{с.р}} + G_{\text{в}}^{\text{др.с}}] \quad (3.9)$$

$$G_{\text{в}}^{\text{з}} = 91,81 - [4,5 + 9,0] = 78,31 \text{ кг}$$

Таблиця 3.5 – Пофазна рецептура для виробництва хліба «Білково-гречаний», кг, на 100 кг борошна

Сировина і напівфабрикати	Маса, кг	Тісто
Борошно пшеничне цільозернове	60,0	60,0
Суша пшенична клейковина	20,0	20,0
Пластівці гречані	20,0	20,0
Дріжджова суспензія	12,0	12,0
Сольовий розчин	6,0	6,0
Олія соняшникова	2,0	2,0
Вода	78,31	78,31
Разом	198,31	198,31

Розрахунок рецептури для хліба «Древлянський покращений».

Тісто для даного виробу відповідно до нормативних вимог передбачено готувати на густій опарі. Тривалість бродіння опари – 210 хв, тіста – 40 хв. Для розрахунку рецептури необхідно знати масу борошна, води та дріжджів, які додають в опару [40].

Визначаю масу сухих речовин та вологи в тісті:

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

Сировина	Маса, кг	Вологість, %	Масова частка сухих речовин, %	Масова частка сухих речовин, кг
Борошно амарантове цільозернове	82,0	15,0	85,0	69,7
Псіліум	3,0	8,0	92,0	2,76
Борошно гречане зелене	15,0	12,0	88,0	13,2
Дріжджі хлібопекарські пресовані	3,0	75,0	25,0	0,75
Сіль кухонна харчова	1,5	-	100,0	1,5
Олія соняшникова	2,0	0,3	99,7	1,994
Цукор білий	3,0	0,15	99,85	2,996
Разом	109,5	-	-	92,9

Визначаю масу тіста за формулою (3.3):

$$G_T = \frac{92,9 \cdot 100}{100 - 46} = 172,04 \text{ кг.}$$

Проводжу заміну сировини, переводжу її в розчини:

Сіль у сольовий розчин за формулою (3.4):

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

Маса води в сольовому розчині за формулою (3.5):

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

Цукор переводжу в розчин цукровий за формулою (3.4):

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

Маса води в цукровому розчині (3.5):

$$G_{в}^{ц.р} = G_{ц.р} - G_{ц}$$

$$G_{в}^{ц.р} = 6,0 - 3,0 = 3,0 \text{ кг.}$$

Дріжджі в дріжджову суспензію, згідно формули (3.6):

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

За формулою (3.7) визначаю кількість води в дріжджовій суспензії:

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

Маса води для замішування тіста відповідно до формули (3.8) становить:

$$G_{в}^T = 172,04 - 109,5 = 62,54 \text{ кг.}$$

Визначаю масу води в тісті з урахуванням замінів згідно формули (3.9):

$$G_{в}^3 = 62,54 - [4,5 + 3,0 + 9,0] = 46,04 \text{ кг.}$$

Масу опари розраховую виходячи з маси сухих речовин в опарі:

Таблиця 3.7 – Співвідношення вологи та сухих речовин в сировині опари

Сировина	Маса, кг	Вологість, %	Маса сухих речовин в %	Маса сухих речовин в кг
Борошно амарантове цільнозернове	50	15,0	85,0	42,5
Дріжджі хлібопекарські пресовані	3,0	75	25	0,75
Разом	53,0	-	-	43,25

За формулою (3.10) обчислюю вихід опари:

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

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

W_o – вологість опари, %; W_o – 47 %

$$G_o = \frac{43,25 \cdot 100}{100 - 47} = 86,5 \text{ кг}$$

Масу води в опарі знаходжу за формулою (3.11):

$$G_{в.о} = G_o - G_{сир}$$

$$G_{B,0} = 86,5 - 53,0 = 33,5 \text{ кг.}$$

Маса води в опарі, за винятком тієї, що вноситься із дріжджовою суспензією відповідно до формули (3.12) становить:

$$G_B^{1,0} = G_{B,0} - G_B^{др.с}$$

$$G_B^{1,0} = 33,5 - 9,0 = 24,5 \text{ кг.}$$

Розраховую масу води, що вноситься при замісі тіста за формулою (3.13):

$$G_B^{1,т} = 62,54 - [4,5 + 3,0 + 9,0 + 24,5] = 21,54 \text{ кг.}$$

Таблиця 3.8 – Пофазна рецептура для приготування тіста для хліба «Древлянський покращений»

Сировина	Маса, кг	Опара	Тісто
Борошно пшеничне цільнозернове	82,0	50,0	32,0
Суша пшенична клейковина	3,0	-	3,0
Борошно гречане зелене	15,0	-	15,0
Дріжджова суспензія	12,0	12,0	-
Сольовий розчин	6,0	-	6,0
Цукровий розчин	6,0	-	6,0
Олія соняшникова	2,0	-	2,0
Вода	46,04	24,5	21,54
Опара	-	-	86,5
Разом	172,04	86,5	172,04

3.1.4. Розрахунок виходу виробів

Вихід хлібобулочних виробів визначається розрахунком виходу тіста, та технологічними витратами і затратами при його виготовленні [40, 41]:

Розрахунок виходу хліба «Білково-гречаний»

Для хліба «Білково-гречаний» вихід, що передбачається знаходжу за формулою:

$$V_{\phi} = G_T - (B_{\phi} + B_T + Z_{\phi p} + Z_{обp} + Z_{уп} + Z_{укл} + Z_{ус} + B_{кр} + B_{шт} + B_{\phi p}), \quad (3.14)$$

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

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

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

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

$Z_{уп}$ – затрати під час упікання;

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

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

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

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

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

Відповідно до формули визначаю вологість середньозволожену сировини:

$$W_{сер} = \frac{G_6 * W_6 + G_{кл} * W_{кл} + G_{пл.г} * W_{пл.г} + G_{др} * W_{др} + G_c + G_{о.с} * W_{о.с}}{G_6 + G_{кл} + G_{пл.г} + G_{др} + G_c + G_{о.с}} \quad (3.15)$$

$W_6 + W_{др}$ – вологість сировини, %.

$$W_{сер} = \frac{60,0 * 15,0 + 20,0 * 8,0 + 20,0 * 12,0 + 3,0 * 75,0 + 1,5 + 2,0 * 0,3}{60,0 + 20,0 + 20,0 + 3,0 + 1,5 + 2,0} = 14,34 \%$$

Обраховую масу тіста за формулою:

$$G_T = \frac{G_{сир} * (100 + W_{сир})}{(100 - W_T)} \quad (3.16)$$

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

$$G_T = \frac{106,5 * (100 - 14,34)}{100 - 54} = 198,31 \text{ кг}$$

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

Визначаю втрати борошна в тісті до замішування тіста B_6 , кг. [41]:

$$B_6 = \frac{g_6 * (100 - W_6)}{100 - W_T} \quad (3.17)$$

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

$$B_6 = \frac{0,06 * (100 - 15,0)}{100 - 54} = 0,1 \%$$

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

$$B_T = \frac{g_T \cdot (100 - W_{cp1})}{100 - W_T} \quad (3.18)$$

де g_T – втрати борошна до замішування напівфабрикатів, % до маси борошна; $g_T = 0,03-0,05$ % [41].

де W_c^1 – вологість відходів, %;

$$W_c^1 = \frac{G_T \cdot W_T + 100 \cdot W_6}{G_T + 100} \quad (3.19)$$

$$W_c^1 = \frac{198,31 \cdot 54 + 100 \cdot 15,0}{198,31 + 100} = 40,93 \%$$

$$B_T = \frac{0,05 \cdot (100 - 40,93)}{100 - 54} = 0,06 \%$$

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

$$Z_{бр} = \frac{C_{сух} \cdot 0,96 \cdot (G_{сир} - g_{обр}) \cdot (100 - W_{cp})}{1,96 \cdot 100 \cdot (100 - W_T)} \quad (3.20)$$

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

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

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

$$Z_{бр} = \frac{3,3 \cdot 0,96 \cdot (106,5 - 1) \cdot (100 - 40,93)}{1,96 \cdot 100 \cdot (100 - 54)} = 2,2 \%$$

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

$$Z_{обр} = \frac{g_{обр} \cdot (W_T - W_6)}{100 - W_T} \quad (3.21)$$

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

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

$$Z_{обр} = \frac{1 \cdot (54,0 - 15,0)}{100 - 54,0} = 0,85 \%$$

Затрати від упікання, $Z_{уп}$, кг:

$$Z_{уп} = \frac{g_{уп} \cdot [G_T - (B_6 + B_T + Z_{бр} + Z_{обр})]}{100} \quad (3.22)$$

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

$$Z_{уп} = \frac{12 \cdot [198,31 - (0,1 + 0,06 + 2,2 + 0,85)]}{100} = 23,35 \%$$

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

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

де $g_{\text{укл}}$ – затрати під час укладання гарячого хліба, % до маси гарячого хліба; $g_{\text{укл}} = 0,5-0,8$ [41, додаток 10].

$$Z_{\text{укл}} = \frac{0,8 * [198,31 - (0,1 + 0,06 + 2,2 + 0,85 + 23,35)]}{100} = 1,4 \%$$

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

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

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

$$Z_{\text{ус}} = \frac{4,0 * [198,31 - (0,1 + 0,06 + 2,2 + 0,85 + 23,35 + 1,4)]}{100} = 6,8 \%$$

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

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

де $g_{\text{шт}}$ – втрати внаслідок відхилення маси хліба, % до маси гарячого хліба; $g_{\text{шт}} = 0,4-0,5 \%$ [41, додаток 10].

$$B_{\text{шт}} = \frac{0,5 * [198,31 - (0,1 + 0,06 + 2,2 + 0,85 + 23,35 + 1,4 + 6,8)]}{100} = 0,82 \%$$

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

$$B_{\text{кр}} = \frac{g_{\text{кр}} * [G_{\text{т}} - (B_{\text{б}} + B_{\text{т}} + Z_{\text{бр}} + Z_{\text{обр}} + Z_{\text{уп}} + Z_{\text{укл}} + Z_{\text{ус}} + B_{\text{шт}})]}{100} \quad (3.26)$$

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

$$B_{\text{кр}} = \frac{0,03 * [198,31 - (0,1 + 0,06 + 2,2 + 0,85 + 23,35 + 1,4 + 6,8 + 0,82)]}{100} = 0,049 \%$$

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

$$B_{\text{бр}} = \frac{g_{\text{бр}} * [G_{\text{т}} - (B_{\text{б}} + B_{\text{т}} + Z_{\text{бр}} + Z_{\text{обр}} + Z_{\text{уп}} + Z_{\text{укл}} + Z_{\text{ус}} + B_{\text{шт}} + B_{\text{кр}})]}{100} \quad (3.27)$$

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

$$B_{\text{кр}} = \frac{0,02 * [198,31 - (0,1 + 0,06 + 2,2 + 0,85 + 23,35 + 1,4 + 6,8 + 0,82 + 0,049)]}{100} = 0,032\%$$

Для хліба «Білково-гречаний» фактичний вихід становитиме:

$$B_{\phi} = 198,31 - (0,1 + 0,06 + 2,2 + 0,85 + 23,35 + 1,4 + 6,8 + 0,82 + 0,049 + 0,032) = 162,7 \%$$

Плановий вихід для хліба «Білково-гречаний» становить 162,7 %, тому можна зробити висновок, що фактично розрахований вихід дещо перевищує запланований [40].

Розрахунок виходу хліба «Древлянський покращений»

Середньозволожену кількість вологи в сировині хліба «Древлянський покращений» обраховую за формулою (3.15):

$$W_{\text{сер}} = \frac{82,0 \cdot 15,0 + 3,0 \cdot 8,0 + 15,0 \cdot 12,0 + 3,0 \cdot 75,0 + 1,5 + 2,0 \cdot 0,3 + 3,0 \cdot 0,15}{82,0 + 3,0 + 15,0 + 3,0 + 1,5 + 2,0 + 3,0} = 15,17 \%$$

Визначаю масу тіста за формулою (2.16):

$$C_T = \frac{109,5 \cdot (100 - 15,17)}{100 - 46} = 172,04 \text{ кг}$$

Усі втрати і затрати, що розраховують, виражають у перерахунку на масу тіста у кілограмах [41].

Втрати борошна і напівфабрикатів від замішування тіста B_6 , кг, визначаю за формулою (3.17):

$$B_6 = \frac{0,05 \cdot (100 - 15)}{100 - 46} = 0,08 \%$$

Втрати борошна і напівфабрикатів від замішування до випікання B_T , кг, визначаю за формулою (3.18):

$$W_c^1 = \frac{172,04 \cdot 46 + 100 \cdot 15,0}{172,04 + 100} = 34,6 \%$$

$$B_T = \frac{0,05 \cdot (100 - 34,6)}{100 - 46} = 0,06 \%$$

Затрати при бродінні напівфабрикатів $Z_{бр}$, кг, визначаю за формулою (3.20):

$$Z_{бр} = \frac{3,3 \cdot 0,96 \cdot (109,5 - 1) \cdot (100 - 15,17)}{1,96 \cdot 100 \cdot (100 - 46)} = 2,75 \%$$

Визначаю за формулою (3.21) затрати на оброблення тіста $Z_{обр}$, кг:

$$Z_{обр} = \frac{1 \cdot (46,0 - 15,0)}{100 - 46,0} = 0,57 \%$$

Затрати від упікання $Z_{уп}$, кг, визначаю за формулою (3.22):

$$Z_{уп} = \frac{10 \cdot [172,04 - (0,08 + 0,06 + 2,75 + 0,57)]}{100} = 16,86 \%$$

Затрати при укладанні $Z_{укл}$, кг, визначаю за формулою (3.23):

$$З_{укл} = \frac{0,8 * [172,04 - (0,08 + 0,06 + 2,75 + 0,57 + 16,86)]}{100} = 1,2 \%$$

Затрати від усихання $З_{ус}$, кг, визначаю за формулою (3.24):

$$З_{ус} = \frac{2,5 * [172,04 - (0,08 + 0,06 + 2,75 + 0,57 + 16,86 + 1,2)]}{100} = 3,8 \%$$

Визначаю втрати від неточної маси штучних виробів $В_{шт}$, кг, за формулою (3.25):

$$В_{шт} = \frac{0,5 * [172,04 - (0,08 + 0,06 + 2,75 + 0,57 + 16,86 + 1,2 + 3,8)]}{100} = 0,7 \%$$

Втрати від крихт і лому, $В_{кр}$, кг, визначаю за формулою (3.26):

$$В_{кр} = \frac{0,03 * [172,04 - (0,08 + 0,06 + 2,75 + 0,57 + 16,86 + 1,2 + 3,8 + 0,7)]}{100} = 0,04 \%$$

Втрати від переробки браку $В_{бр}$, кг, визначаю за формулою (3.27):

$$В_{бр} = \frac{0,02 * [172,04 - (0,08 + 0,06 + 2,75 + 0,57 + 16,86 + 1,2 + 3,8 + 0,7 + 0,04)]}{100} = 0,03 \%$$

Для хліба «Древлянський покращений» передбачений вихід становитиме:

$$В_{\phi} = 172,04 - (0,08 + 0,06 + 2,75 + 0,57 + 16,86 + 1,2 + 3,8 + 0,7 + 0,04 + 0,03) = 146,0 \%$$

Планом передбачено для хліба «Древлянський покращений» вихід в 146,0% [40]

3.1.5. Розрахунок виробничих рецептур і вибір технологічних параметрів

Для замішування хліба «Білково-гречаний» було обрано періодичний спосіб приготування напівфабрикату.

Ритм замішування та кількість діж для розрахунку напівфабрикатів здійснюють виходячи з витрат борошна за годину для замішування напівфабрикатів [41].

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

$$G_{д}^{\phi} = \frac{V_{д} * q}{100}, \text{ кг} \quad (3.28)$$

де $V_{д}$ – об'єм діжі, дм^3 ; $V_{д} = 140 \text{ дм}^3$.

q – норма завантаження борошна на 100 дм^3 об'єму діжі, кг
для опари – $q = 25$; для тіста – $q = 32$.

Для тіста:

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

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

$$G_{\text{год}} = \frac{P_{\text{год}} \cdot 100}{V_{\text{п}}}, \text{ кг/год} \quad (3.29)$$

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

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

$$G_{\text{год}} = \frac{61,7 \cdot 100}{157} = 39,3 \text{ кг/год}$$

$$D_{\text{год}} = \frac{G_{\text{б}}^{\text{год}}}{G_{\text{б}}^{\text{д}}} \quad (3.30)$$

де $G_{\text{б}}^{\text{год}}$ – годинні витрати борошна на приготування, кг/год.

Для тіста:

$$D_{\text{год}} = \frac{39,3}{44,8} = 0,9 = 1 \text{ шт.}$$

Приймаємо 2 діжі.

Тоді, за формулою ритм замішування, хв, дорівнює:

$$\tau = \frac{60}{D_{\text{год}}} \quad (3.31)$$

Для тіста:

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

Кількість діж розраховують, виходячи з їх зайнятості на замішування і бродіння напівфабрикатів [41].

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

$$t_{\text{д}}^{\text{т}} = t_{\text{зам}}^{\text{т}} + t_{\text{бр}}^{\text{т}} + t_{\text{дод}} \quad (3.32)$$

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

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

Для тіста:

$$t_{\text{д}}^{\text{т}} = 10 + 180 + 10 = 200 \text{ хв.}$$

Необхідну кількість діж для приготування тіста визначаю за формулою:

$$D_T = \frac{t_A^T}{r} \quad (3.33)$$

Для тіста:

$$D_T = \frac{200}{60,0} = 3,3 = 4 \text{ шт.}$$

Отже на технологічний процес потрібно дві тістомісильні машини марки ТММ 1М та 4 діж [41, 44].

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

$$t_B^T = t_T + \frac{G_6^T * C_6 * (t_T - t_6)}{G_B * C_B} \quad (3.35)$$

$$t_B^T = 28 + \frac{60 * 1,257 * (28 - 20)}{78,31 * 4,19} = 30 \text{ °C}$$

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

$$n_{\text{шм}}^T = \frac{G_{\text{хл}} * 100 * 100}{(100 - G_{\text{уп}}) * (100 - G_{\text{ус}})} \quad (3.37)$$

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

$G_{\text{уп}}$ – упікання, %

$G_{\text{ус}}$ – усихання, %

$$n_{\text{шм}}^T = \frac{0,5 * 100 * 100}{(100 - 23,35) * (100 - 6,8)} = 0,69 \text{ кг.}$$

Таблиця 3.9 – Технологічний режим приготування хліба «Білково-гречаний»

Параметри процесів	Одиниці виміру	Тісто
Початкова температура	°C	30
Кінцева кислотність	град	5,0
Вологість	%	54
Тривалість бродіння	в	180
Маса шматків тіста	кг	0,69
Тривалість вистоювання	хв	20
Температура у вистійній шафі	°C	40
Відносна вологість у вистійній шафі	%	75
Тривалість випікання	хв	30
Температура пекарної камери	°C	200

Замішування напівфабрикатів для хліба «Древлянський покращений» (опари і тіста) буде проводитись також у діжах, порційним способом.

Відповідно до формули (3.28) розраховую максимальну масу борошна, що може бути завантажена у діжу G_6^D , кг:

Для опари:

$$G_6^D = \frac{140 \cdot 25}{100} = 35,0 \text{ кг/год}$$

Для тіста:

$$G_6^D = \frac{140 \cdot 32}{100} = 44,8 \text{ кг/год}$$

Тоді, за формулами (3.29) та (3.30) розраховую кількість діж необхідних для забезпечення годинної продуктивності печі:

$$G_{\text{год}} = \frac{61,7 \cdot 100}{146} = 42,26 \text{ кг/год}$$

Для опари:

$$D_{\text{год}} = \frac{42,26}{35,0} = 2 \text{ шт.}$$

Для тіста:

$$D_{\text{год}} = \frac{42,26}{44,8} = 1 \text{ шт.}$$

3 діжі беремо до прийому.

Тоді за формулою (3.31) ритм замішування, хв, дорівнює:

Для опари:

$$r = \frac{60}{2} = 30 \text{ хв.}$$

Для тіста:

$$r = \frac{60}{1} = 60 \text{ хв.}$$

Розрахований ритм для опари не перевищує максимально допустимий ритм замішування – 60 хв. Але, ритм, який розраховали для тіста вдвічі перевищує допустимий ритм, тому здійснюю розрахунок уточненого завантаження діжі борошном $G_{6,y}$, хв [40,41,44];

Уточнене завантаження діжі борошном $G_{6,y}$, хв, за формулою становитиме:

$$G_{6,y} = \frac{G_6^D \cdot r_{\text{max}}}{r} \quad (3.38)$$

$$G_{6,y} = \frac{44,8 \cdot 30}{60} = 22,4 \text{ кг.}$$

$$D_{\text{год}} = \frac{61,7}{22,4} = 2,8 = 3,0 \text{ шт.}$$

$$\tau = \frac{60}{3} = 20 \text{ хв.}$$

Зайнятість діж, t_d , хв, обчислюю за формулою (3.32):

Для опари:

$$t_d^o = 10 + 210 + 10 = 240 \text{ хв}$$

Для тіста:

$$t_d^T = 10 + 40 + 10 = 60 \text{ хв}$$

Необхідну кількість діж для приготування опари та тіста визначаю за формулою (3.33):

Для опари:

$$D_o = \frac{240}{60} = 4 \text{ шт.}$$

Для тіста:

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

Отож, для здійснення технологічного процесу потрібно 2 тістомісильні машини марки ТММ 1М та 7 діж.

Температуру води на замішування опари t_B^o , °C, розраховую за формулою (3.34):

$$t_B^o = 26 + \frac{50 \cdot 1,257 \cdot (26 - 20)}{24,5 \cdot 4,19} + 1 = 31^\circ\text{C}$$

Обчислюю температуру води на замішування тіста, t_B^T , °C відповідно до формули (3.35):

За формулою (3.36) розраховую теплоємність напівфабрикату, (опари) $C_{н/ф}$:

$$C_{н/ф} = \frac{50 \cdot 1,257 + 24,5 \cdot 4,19}{86,5} = 1,9 \text{ кДж/кг} \cdot \text{K}$$

$$t_B^T = 28 + \frac{32 \cdot 1,257 \cdot (28 - 20)}{21,54 \cdot 4,19} + \frac{86,5 \cdot 1,9 \cdot (28 - 26)}{29,07 \cdot 4,19} = 33,5^\circ\text{C}$$

Обраховую величину шматків тіста з урахуванням затрат на упікання та усихання за формулою (3.37):

$$n_{\text{шм}}^{\text{т}} = \frac{0,5 \cdot 100 \cdot 100}{(100 - 16,86) \cdot (100 - 3,8)} = 0,6 \text{ кг.}$$

Таблиця 3.10 – Технологічний режим приготування хліба «Древлянський покращений»

Параметри процесів	Одиниці виміру	Опара	Тісто
Початкова температура	°C	26	28
Кінцева кислотність	град	4,0	4,5
Вологість	%	50	46
Тривалість бродіння	хв	210	40
Маса шматків тіста	кг	-	0,6
Тривалість вистоювання	хв	-	20
Температура у вистійній шафі	°C	-	45
Відносна вологість у вистійній шафі	%	-	75
Тривалість випікання	хв	-	30
Температура пекарної камери	°C	-	200

3.2. Вибір та обґрунтування технологічних процесів і режимів виробництва

3.2.1. Вимоги до сировини використовуваної для виробництва запроєктованого асортименту

В якості сировини для виробництва хліба використовують:

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

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

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

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

ДСТУ 4492:2017 Олія соняшникова. Технічні умови

ДСТУ 7702:2015 Борошно гречане. Технічні умови

3.2.2. Обґрунтування та опис технології запроєктованого асортименту

В даній роботі передбачається тарне зберігання борошна. Відповідно поступає воно у мішках, після чого зберігається у складському приміщенні, складене штабелями по 12 мішків у ряд, та 5 у висоту. Перед використанням борошно обов'язково просіюють за допомогою просіювача марки ВП – 0,15/220 – 150 (л.1, п.6). Замішування напівфабрикатів для хлібів «Білково-гречаний» та «Древлянський покращений» проводитиметься в машинах періодичної дії з підкатними діжами ТММ 1М (л.1, п.11). З дозатора борошна Ш2–ХДА (л.1, п.5) в діжу подається борошно, далі з дозатора рідких компонентів Ш2–ХДБ (л.1, п.9) додається вся розчинена сировина, суха пшенична клейковина та пластівці гречані, олія. Процес бродіння опари, а згодом тіста проходить в діжах (л.1, п.11). Тривалість бродіння тіста для хліба «Білково-гречаний» становить 180 хв. Для хліба «Древлянський покращений» час бродіння напівфабрикатів складатиме 210 хв і 40 хв. [40, 43,44].

Виброджене тісто поміщають в приймальний бункер тістоподільника А2-ХТН (л.1, п.12), опісля тістові заготовки подають для округлення на тістоокруглювачі марки Т1–ХТН (л.1, п.13), де їм надається форма. Округленні заготовки вручну заготовки укладають у форми. Форми–трійники встановлюють на візки які в свою чергу направляють у машину для ферментації марки Л4–ХПМ/5 (л.1, п.15) для остаточного вистоювання. В процесі розстоювання об'єм заготовок збільшується у 1,5 – 2 рази. Це потрібно для кращого розпушення тіста та відновлення структури. Оптимальною вважається температура ферментаційної шафи в межах 35°C ... 40°C, і відносна вологість 70% ... 75%.

Час вистоювання триває для хліба «Білково-гречаний» 20 хвилин, для хліба «Древлянський покращений» 20 хвилин.

Форми з вистояними заготовками завантажують для випікання у секції шафи А2-ХНП/10 (л.1, п.16). Випікання виробів проходить 30 хвилин. Випеченим хлібам дають охолонути, після чого витягують з форм та укладають на контейнери А2-ХТМ-25 (л.1, п.14) і направляють на подальшу експедицію та реалізацію [40, 43, 44].

Виходячи із вищесказаного, можна прийти до висновку, що удосконалена технологія виробництва виробу «Древлянський покращений» не передбачатиме додаткових капіталовкладень на обладнання.

3.2.3. Організація технохімічного і мікробіологічного контролю запроєктованого асортименту.

Технологічний і хімічний контроль на хлібозаводах полягає в детальному контролі якості основних і допоміжних інгредієнтів, що надходять у виробництво, і контролі технічного перебігу [42].

Таблиця 3.11 – Схема контролю якості сировини, напівфабрикатів і готової продукції

Стадії технологічного процесу, які потребують контролю випромінювання	Найменування засобів випромінювання	Межі показників по шкалі	Інтервали зважувань	Клас точності, ціна поділки, похибки
1	2	3	4	5
1.Дозування борошна	КБД-С	0-100 кг	0-100 кг	+/- 1,0%
2.Визначення кислотності напівфабрикату і готової продукції	Ваги лабораторні загального призначення	0-200 гр	0-200 г	+/-0,5гр 4 клас
3.Визначення щільності розчинів	Ареометр загального призначення, тип А	700-1840 кг/м ³	-	Ціна поділу +/-1кг/м ³ Похибка +/- 1%
4.Контроль тривалості бродіння і вистойки напівфабрикатів	Годинники електронні	1-12 год	1-12 год	Ціна поділу 1хв

Прод. Табл.3.11

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

3.3. Забезпечення технологічного процесу виробництва запроєктованого асортименту

3.3.1. Розрахунок витрат сировини і площ для її зберігання

Розрахунок витрат сировини для хліба «Білково-гречаний»:

Розраховую годинні витрати борошна, $G_6^{\text{год}}$, кг/год за формулою [41]:

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

$$G_6^{\text{год}} = \frac{61,7 \cdot 100}{157,0} = 39,3 \text{ кг/год}$$

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

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

$$G_6^{\text{доб}} = 39,3 \cdot 23 = 903,9 \text{ кг/доб}$$

Розраховую добову витрату дріжджів за формулою:

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

де C – маса дріжджів.

$$G_{\text{др}}^{\text{доб}} = \frac{903,9 \cdot 3,0}{100} = 27,12 \text{ кг/доб}$$

Розраховую добову витрату солі, кг:

Для розрахунку добової витрати солі використовую показник витрати товарної кухонної солі, G_c^T , % до маси борошна, який обчислюю за формулою [41]:

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

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

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

$$G_c^{\text{доб}} = \frac{903,9 \cdot 1,52}{100} = 13,74 \text{ кг/доб}$$

Розраховую добову потребу сухої пшеничної клейковини у за формулою (3.41):

$$G_{\text{кл}}^{\text{доб}} = \frac{903,9 \cdot 20,0}{100} = 180,78 \text{ кг/доб}$$

Проводжу розрахунок добової потреби пластівців гречаних:

$$G_{\text{п.г}}^{\text{доб}} = \frac{903,9 \cdot 20,0}{100} = 180,78 \text{ кг/доб}$$

Здійснюю розрахунок добової потреби олії соняшникової:

$$G_{\text{о.с}}^{\text{доб}} = \frac{903,9 \cdot 2,0}{100} = 18,1 \text{ кг/доб}$$

Розрахунок витрат сировини для хліба «Древлянський покращений»:

Витрати за годину борошна амарантового $G_6^{\text{год}}$, кг/год, розраховую згідно формули (3.39):

$$G_6^{\text{год}} = \frac{61,7 \cdot 100}{146} = 42,26 \text{ кг/год}$$

Витрату добову борошна $G_6^{\text{доб}}$, кг/доб, розраховую за формулою (3.40):

$$G_6^{\text{доб}} = 42,26 \cdot 23 = 971,9 \text{ кг/доб}$$

Добову потребу дріжджів $G_{\text{др}}^{\text{доб}}$, кг/доб, розраховую відповідно до формули (3.41):

$$G_{\text{др}}^{\text{доб}} = \frac{971,9 \cdot 3,0}{100} = 29,2 \text{ кг/доб}$$

Добову потребу солі, $G_c^{\text{доб}}$, кг/доб, розраховую за формулою (3.43), для цього розраховую витрату товарної солі за формулою (3.42):

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

$$G_c^{\text{доб}} = \frac{971,9 \cdot 1,52}{100} = 14,8 \text{ кг/доб}$$

Добову потребу псиліуму $G_{\text{з.с}}^{\text{доб}}$, кг/доб (3.41):

$$G_{\text{кл}}^{\text{доб}} = \frac{971,9 \cdot 3,0}{100} = 29,2 \text{ кг/доб}$$

Проводжу розрахунок добової потреби в борошні гречаному зеленому:

$$G_{\text{п.г}}^{\text{доб}} = \frac{971,9 \cdot 15,0}{100} = 145,79 \text{ кг/доб}$$

Здійснюю розрахунок добової потреби олії соняшникової:

$$G_{\text{о.с}}^{\text{доб}} = \frac{971,9 \cdot 2,0}{100} = 19,44 \text{ кг/доб}$$

Добову потребу цукру білого $G_{\text{б.ц}}^{\text{доб}}$, кг/доб (3.41):

$$G_{\text{б.ц}}^{\text{доб}} = \frac{971,9 \cdot 3}{100} = 29,2 \text{ кг/доб}$$

Таблиця 3.12 – Добова витрата сировини

Сировина	Хліб «Білково-гrecаний»	Хліб «Древлянський покращений»	Разом
Борошно пшеничне	903,9	-	903,9
Борошно амарантове цільнозернове	-	971,9	971,9
Суша пшенична клейковина	180,78	-	180,78
Псиліум	-	29,2	29,2
Пластівці гречані	180,78	-	180,78
Борошно гречане	-	145,79	145,79
Дріжджі хлібопекарські пресовані	27,12	29,2	56,32
Сіль кухонна харчова	13,74	14,8	28,54
Олія соняшникова	18,1	19,44	37,54
Цукор білий	-	29,2	29,2

Розрахунок площ для зберігання сировини [41].

Таблиця 3.13 – Сумарний запас сировини для виробництва виробів

Найменування сировини	Добові витрати	Спосіб зберігання	Нормативні терміни зберігання	Запас, діб	Необхідний запас сировини
Борошно пшеничне цільнозернове	903,9	У мішках (12 рядів)	6 – 8 місяців	7	6327,3
Борошно амарантове цільнозернове	971,9	У мішках (12 рядів)	6 – 8 місяців	7	6803,3
Суша пшенична клейковина	180,78	У мішках (8 рядів)	6 – 8 місяців	5	903,9
Псиліум	29,2	У мішках (8 рядів)	6 – 8 місяців	5	146,0
Пластівці гречані	326,57	У мішках (8 рядів)	6 – 8 місяців	5	1632,9

Дріжджі хлібопекарські пресовані	56,32	В ящиках на полицях	12 діб	3	169,0
Сіль кухонна харчова	28,54	В мішках (8 рядів)	1 рік	15	428,1
Олія соняшникова	37,54	В бочках	1 рік	15	563,1
Цукор білий	29,2	В мішках (8 рядів)	4 роки	15	438,0

Здійснюю розрахунок сировини площ необхідних для зберігання:

Площа для зберігання борошна пшеничного цільозернового та борошна амарантового [41]:

$$F = \frac{G_6 * f}{g * k} * \mu \quad (2.44)$$

де G_6 – маса борошна, що зберігається, кг;

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

g – маса мішка, кг.; ($g = 50$ кг);

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

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

$$F = \frac{13130,6 * (1,25 * 1,0)}{50 * 24} * 1,25 = 17,1 \text{ м}^2$$

Розраховую потрібну площу складу для сировини за формулою:

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

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

$q_{\text{сер}}$ – середнє навантаження на 1 м^2 , $\text{кг}/\text{м}^2$ (для солі – 800, для цукру – 800, для олії – 660, для сухої пшеничної клейковини – 660, для пластівців гречаних – 660, для дріжджів – 540) [41].

Площа складу для солі:

$$F_c^c = \frac{428,1}{800} = 0,5 \text{ м}^2$$

Площа складу для білого цукру:

$$F_c^c = \frac{438,0}{800} = 0,5 \text{ м}^2$$

Площа для олії:

$$F_{o.c}^c = \frac{563,1}{660} = 0,9 \text{ м}^2$$

Площа складу для сухої пшеничної клейковини:

$$F_{кл}^c = \frac{903,9}{660} = 1,4 \text{ м}^2$$

Площа складу для псіліум:

$$F_{кл}^c = \frac{146,0}{660} = 1,2 \text{ м}^2$$

Площа складу для пластівців гречаних:

$$F_{пл.г}^c = \frac{1632,9}{660} = 2,5 \text{ м}^2$$

Розраховую необхідну площу холодильної камери для зберігання дріжджів:

$$F_{др}^c = \frac{220,98}{540} = 0,4 \text{ м}^2$$

Таким чином площа складу для тарного зберігання сировини становитиме

$$F_{заг} = 17,1 + 0,5 + 0,5 + 0,9 + 1,4 + 1,2 + 2,5 + 0,4 = 23,5 \text{ м}^2$$

Конструктивно приймаємо площу складу 23,5 м²

3.3.2. Розрахунок і вибір технологічного обладнання

Розрахунок обладнання силосно – просіювального відділення:

Відповідно до отриманого завдання для хліба «Білково-гречаний» та хліба «Древлянський покращений» необхідне борошно пшеничне цільозернове та борошно амарантове. Можна прийти до висновку, що ліній необхідно встановити дві, для кожного виду [41].

Розраховую кількість борошняних ліній за формулою:

$$N_{б.л} = \frac{G_6^{год}}{Q_{б.л}^{год}} \quad (3.46)$$

де $G_6^{год}$ – витрати борошна за годину;

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

Для розрахунку приймаю просіювач ВП – 0,15/220 – 150, продуктивність згідно технологічних характеристик становить 150 кг/год [43].

$$N_{б.л} = \frac{39,3+42,26}{0,15*90\%} = 0,6 = 1 \text{ шт.}$$

До встановлення приймаю дві просіювальну лінію.

Обрахунок обладнання для розробки напівфабрикатів.

Тістоподільники

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

$$N_d = \frac{P_{год}}{g*60} \quad (3.47)$$

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

g_v = маса виробу, кг.

Для хліба «Білково-гречаний»:

$$N_d = \frac{61,7}{0,5*60} = 2 \text{ шт/хв}$$

Для хліба «Древлянський покращений»:

$$N_d = \frac{61,7}{0,5*60} = 2 \text{ шт/хв}$$

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

$$N = \frac{N_d*x}{n_d} \quad (3.48)$$

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

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

Для хліба «Білково-гречаний»:

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

Для хліба «Древлянський покращений»:

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

Розраховую коефіцієнт використання тістоподільників за формулою:

$$\eta = \frac{N_d}{N} \leq 1 \quad (3.49)$$

Для хліба «Білково-гречаний»:

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

Для хліба «Древлянський покращений»:

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

Для розробки даних виробів встановлюють тістоподільник А–2ХТН (від 8 до 40 шт/хв), в кількості 2 штуки, для поділу кожного виду тіста [41, 44].

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

Попереднє вистоювання для виробів не проводиться.

Остаточне вистоювання

Для вистоювання тістових заготовок використовують ферментаційну шафу марки Л4–ХІМ/5. Конструктивно шафа дозволяє завантажити два стелажні візка [44].

Розрахунок ємності хлібосховища та експедиції.

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

$$N_{\text{л}}^{\text{год}} = \frac{P_{\text{год}}}{n * g_{\text{в}}} \quad (3.50)$$

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

$g_{\text{в}}$ – маса виробу, кг; $g_{\text{в}} = 0,5$ кг;

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

Для хліба «Білково-гречаний»:

$$N_{\text{л}}^{\text{год}} = \frac{61,7}{22 * 0,5} = 6 \text{ шт.}$$

Для хліба «Древлянський покращений»:

$$N_{\text{л}}^{\text{год}} = \frac{61,7}{22 * 0,5} = 6 \text{ шт.}$$

Потрібна кількість контейнерів на годину для зберігання виробів:

$$N_{\text{год}} = \frac{N_{\text{л}}^{\text{год}}}{N_{\text{л}}} \quad (3.51)$$

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

Для хліба «Білково-гречаний» кількість контейнерів за годину буде:

$$N_{\text{год}} = \frac{6}{8} = 0,75 = 1 \text{ шт.}$$

Для хліба «Древлянський покращений» кількість контейнерів становитиме:

$$N_{\text{год}} = \frac{6}{8} = 0,75 = 1 \text{ шт.}$$

Розраховую ритм заповнення контейнерів, хв за формулою:

$$R = \frac{60}{N_{\text{год}}} \quad (3.52)$$

Для хліба «Білково-гречаний» ритм становить:

$$R = \frac{60}{1} = 60 \text{ хв}$$

Для хліба «Древлянський покращений»:

$$R = \frac{60}{1} = 60 \text{ хв}$$

Необхідна кількість контейнерів на термін зберігання:

$$N_{\text{в}} = \frac{P_{\text{год}} * t_{\text{зб}}}{n_{\text{в}} * g_{\text{в}} * N_{\text{в}}} \quad (3.53)$$

Для хліба «Білково-гречаний»:

$$N_{\text{в}} = \frac{61,7 * 8}{12 * 0,5 * 8} = 10,2 = 11 \text{ шт.}$$

Для хліба «Древлянський покращений»:

$$N_{\text{в}} = \frac{61,7 * 8}{12 * 0,5 * 8} = 10,2 = 11 \text{ шт.}$$

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

$$N_{\text{заг}} = N * 2 + 20\% \quad (3.54)$$

$$N_{\text{заг}} = 11 * 2 + 20\% = 26 \text{ шт.}$$

Для зберігання хліба «Древлянський покращений» контейнерів загальна кількість становитиме:

$$N_{\text{заг}} = 11 * 2 + 20\% = 26 \text{ шт.}$$

Для двох виробів становитиме контейнерів в загальному потрібно:

$$N_{\text{заг}} = 26 + 26 = 52 \text{ шт.}$$

Визначаю площу хлібосховища для виробів за формулою:

$$S_{\text{хл}} = \frac{P_{\text{год}} * t_{\text{зб}} * 30}{1000} \quad (3.55)$$

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

$t_{зб}$ – період зберігання, год.

Для хліба «Білково-гречаний»:

$$S_{хл} = \frac{61,7 \cdot 8 \cdot 30}{1000} = 14,8 = 15 \text{ м}^2$$

Для хліба «Древлянський покращений»:

$$S_{хл} = \frac{61,7 \cdot 8 \cdot 30}{1000} = 14,8 = 15 \text{ м}^2$$

Загальна площа складу:

$$S_{хл} = 15 + 15 = 30 \text{ м}^2$$

Обраховую площу експедиції:

$$S_{експ} = 0,2 \cdot S_{хл} \quad (3.56)$$

$$S_{експ} = 0,2 \cdot 30 = 6 \text{ м}^2, \text{ приймаємо } 6 \text{ м}^2$$

Таблиця 3.14 – Специфікація основного технологічного обладнання [43,44]

№ з/п	Найменування обладнання	Кількість	Габаритні розміри
1	Просіювач ВП – 0,15/220 – 150	1	452×620×870
2	Дозатор борошна Ш2 - ХДА	1	1540×870×1930
3	Бак холодної води	1	-
4	Бак гарячої води	1	-
5	Солерозчинник ХСР 3/2	1	-
6	Дріжджемішалка Х – 14	1	-
7	Дозатор рідких компонентів Ш2–ХДБ	2	1600×600×1500
8	Тістомісильна машина ТММ–1М	4	-
9	Діжа підкатна	30	Об'єм 140 л
	2	3	4
10	Тістоподільник А2-ХТН	2	Кількість заготовок за хвилину від 8 до 60 2700*915*115
11	Тістоокруглювач Т1 – ХТН	2	Продуктивність 20-63 кг/год 1070×1030×1040
12	Ферментаційна шафа вистою Л4 – ХПМ/5	2	800×1600×1750
13	Піч А2 – ХНП/10	2	1242×1260×1800
14	Контейнери А2–ХМТ–25	87	900×836×1737

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Охорона праці

Санітарно-гігієнічні вимоги до умов праці під час виконання роботи повинні бути відповідно визначених нормативів: Мікроклімат приміщення характеризується температурою, вологістю та швидкістю руху повітря, інтенсивністю радіації, переважно в інфрачервоній та ультрафіолетовій областях спектру електромагнітних випромінювань повинен відповідати установленим нормам і параметрам. Параметри мікроклімату у приміщенні мають забезпечувати комфортне самопочуття організму. Параметри мікроклімату закритих приміщень унормовані за санітарні норми ДСН 3.3.6.042-99 [45].

Освітлення приміщень та робочих місць має бути забезпечене відповідно до встановлених вимог. Відносно вікна робоче місце розміщено так, що природне світло збоку, переважно з лівого та забезпечує коефіцієнт природної освітленості не нижче 1,5 %. Освітленість за штучного освітлення в площині робочої поверхні 300 – 500 Лк. Відношення яскравості робочих поверхонь 3:1, а яскравість робочих поверхонь і стін (іншого обладнання) – 5:1 [46].

Дотримання вимог до рівнів шуму та вібрації. Шум часто є причиною зниження рівня працездатності, підвищення рівня загальної та професійної захворюваності, частоти виробничих травм. У разі тривалого систематичного впливу шуму може виникнути патологія з переважним ураженням слуху, центральної нервової і серцево-судинної систем. Мають дотримуватись допустимі рівні звукового тиску в октавних смугах частот, еквівалентні рівні звуку на робочих місцях встановлені санітарними нормами виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку ДСН 3.3.6.037-99 [46].

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

Надходження свіжого повітря регульоване, виходячи із відповідних нормативних [47].

Передбачений захист від шуму та вібрацій. Застосування трьох головних напрямків зменшення впливу шуму на організм людини (зменшення рівня шуму у джерелі виникнення, застосування раціональних конструкцій, нових матеріалів і технологічних процесів; звукоізоляція устаткування за допомогою оздоблення стін, стелі, підлоги тощо; використання засобів індивідуального захисту). Рівні шуму та вібрації на робочих місцях осіб, що працюють з ПК, визначені відповідно до ДсанПіН 3.3.2-007-98 [47].

Дотримання заходів особистої гігієни на робочому місці (підтримання чистоти, миття рук тощо). Заходи особистої гігієни на робочому місці передбачають щоденне вологе прибирання, утримання у чистоті робочого місця, наявність на робочому місці тільки необхідних для роботи засобів. На робочому місці необхідно дотримуватись вимог правил внутрішнього розпорядку, зокрема, заборонено приймати їжу, пити, курити та інше. Заходи безпеки під час експлуатації інших електричних приладів передбачають дотримання таких правил: постійно стежити за справним станом електромережі, розподільних щитків, вимикачів, штепсельних розеток, лампових патронів, а також мережевих кабелів живлення, за допомогою яких електроприлади під'єднують до електромережі; не залишати увімкненими електроприлади без нагляду; не допускати потрапляння всередину електроприладів крізь вентиляційні отвори рідин або металевих предметів, а також не закривати їх борта та підтримувати в належній чистоті, щоб уникнути перегрівання та займання приладу; не ставити на електроприлади матеріали, які можуть під дією теплоти, що виділяється, загорітися (канцелярські товари, сувенірну продукцію тощо). Врахування можливих на робочому місці аварійних ситуацій техногенного характеру та загрози природного характеру, що можуть перерости у надзвичайні ситуації (пожежі, вибухи, аномальні гідрометеорологічні явища та медико-біологічні загрози) [47].

4.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях

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

Зараження харчової сировини рослинного походження біологічним шляхом є серйозною загрозою для здоров'я людей. Це може статися через контакт зі шкідливими бактеріями, вірусами або грибками, які можуть бути присутні на птахів, комах або навколишньому середовищі.

Причини зараження харчової сировини

Харчова сировина рослинного походження може бути заражена біологічним шляхом з декількох причин. Перш за все, птахи та комахи можуть переносити бактерії, віруси або грибки з одних рослин на інші. Крім того, недбалість у сільськогосподарському виробництві, така як неправильне застосування добрив або пестицидів, може спричинити забруднення врожаю. Навіть недостатня гігієна рук працівників у процесі збирання та обробки рослин також може стати джерелом зараження [48].

Зниження зараження з плином часу

Існує кілька важливих кроків для зниження ризику зараження харчової сировини рослинного походження біологічним шляхом з плином часу. Перш за все, необхідно використовувати належні сільськогосподарські практики, такі як хороше оброблення ґрунту, правильне застосування добрив та пестицидів і дотримання протоколів щодо гігієни працівників.

Другим важливим кроком є правильний процес переробки харчової сировини. Це означає використання належного обладнання та керування процесами, що мінімізують ризик контамінації.

Контроль якості продукту на різних етапах переробки також допомагає виявити і виправити будь-які проблеми з безпекою харчування [49].

Зберігання та транспортування

Останнім, але не менш важливим кроком є правильне зберігання та транспортування харчової сировини рослинного походження. Продукти повинні

бути зберіганні в належних умовах температури та вологості, щоб запобігти розмноженню шкідливих мікроорганізмів.

Також важливо забезпечити належні умови транспортування. Це включає в себе використання чистих, герметичних контейнерів, що запобігають перекриттю кисню та забрудненню. Крім того, контроль якості на цьому етапі також є необхідним для виявлення будь-яких ознак забруднення та його негайного прибирання [49].

ВИСНОВКИ

Глобальний рух до здорового способу життя призвів до значного зростання попиту на продукти без глютену, особливо помітного в хлібопекарській промисловості. Ця тенденція відображена в динаміці ринку продуктів без глютену, який переживає значне зростання.

Крім того, безглютеновий хліб, важливий компонент дієти для людей з целиакією та непереносимістю глютену, став популярним. Цікаво, що ця тенденція не обмежується лише людьми з такими захворюваннями, а поширюється також на загальне населення. Однак, незважаючи на зростаючу популярність, безглютенові продукти часто демонструють низькі технологічні та поживні характеристики. Це малий об'єм хліба і погана пористість, висока твердість, низька якість і зовнішній вигляд скоринки, обмежений термін зберігання. Вони часто містять менше клітковини та більше жиру та цукру для покращення їх текстури та смаку, що може призвести до вищого вмісту калорій. Тому ми поєднали безглютенові види борошна зеленої гречки та амарантове борошно, що компенсують окремі недоліки кожного та доповнюють біологічно активними компонентами. Також додали до рецептури безглютенового хліба, як добавку псиліум, що є джерелом харчових волокон, має структуроутворюючі властивості. Це призвело до позитивного впливу на об'єм нашого безглютенового хліба, на його зовнішній вигляд, структуру м'якушку, також термін зберігання.

Можна зробити висновок що удосконалена технологія та рецептура не тільки підвищують харчову цінність готового виробу, але і значно не вплине на цінову політику.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Health Benefits and Adverse Effects of a Gluten-Free Diet in Non–Celiac Disease Patients URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5866307/> (дата звернення: 01.08.2024).
2. Formulation, Overall Acceptability, Nutritive Value Assessment of Gluten-free, Vegan Bread and Comparison with Contemporary Gluten-free Bread URL: <http://go7publish.com/id/eprint/1272/> (дата звернення: 01.08.2024).
3. Gluten-Free Products: Do We Need to Update Our Knowledge? URL: <https://www.mdpi.com/2304-8158/11/23/3839> (дата звернення: 01.08.2024).
4. Recent developments in gluten-free bread baking approaches: A review URL: https://www.researchgate.net/publication/321437571_Recent_developments_in_gluten-free_bread_baking_approaches_A_review (дата звернення: 01.08.2024).
5. Nutritional and Functional Properties of Gluten-Free Flours URL: <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/14/6283> (дата звернення: 12.08.2024).
6. Micronutrients Dietary Supplementation Advices for Celiac Patients on Long-Term Gluten-Free Diet with Good Compliance: A Review URL: <https://www.mdpi.com/1648-9144/55/7/337> (дата звернення: 12.08.2024).
7. Chapter 13 - Innovative gluten-free breadmaking URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128210482000131> (дата звернення: 12.08.2024).
8. Incidence of celiac disease is increasing over time: A systematic review and metaanalysis. URL: https://journals.lww.com/ajg/abstract/2020/04000/incidence_of_celiac_disease_is_increasing_over.9.aspx (дата звернення: 12.08.2024).
9. Recent developments in gluten-free bread baking approaches: a review URL: <https://www.scielo.br/j/cta/a/t7pCYHztMcGkfMXjyKmwTsb/> (дата звернення: 12.08.2024).
10. Consumer perception of breads made with germinated rice flour and its nutritional and technological properties URL:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772502222001020> (дата
звернення: 12.08.2024).

11. Novel application of a food ingredient based on soybean extruded-
expelled meal containing probiotics for improving gluten-free bread quality URL:
<https://ifst.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/ijfs.16727> (дата звернення:
12.08.2024).

12. Effects of buckwheat flour, gums and proteins on rheological properties
of gluten-free batters and structure of cakes URL:
<https://www.wageningenacademic.com/doi/abs/10.3920/QAS2017.1221>(дата
звернення: 12.08.2024).

13. A Systematic Review of Gluten-Free Dough and Bread: Dough
Rheology, Bread Characteristics, and Improvement Strategies URL:
<https://www.mdpi.com/2076-3417/10/18/6559>(дата звернення: 18.08.2024).

14. Seeds of *Plantago psyllium* and *Plantago ovata*: Mineral composition,
grinding, and use for gluten-free bread as substitutes for hydrocolloids URL:
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jfpe.12931> (дата звернення:
18.08.2024).

15. Chickpea as a promising ingredient substitute in gluten-free bread
making: An overview of technological and nutritional benefits URL:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772753X23002940> (дата
звернення: 18.08.2024).

16. High Protein Substitutes for Gluten in Gluten-Free Bread URL:
<https://www.mdpi.com/2304-8158/10/9/1997> (дата звернення: 18.08.2024).

17. Development of gluten-free bread formulations containing whole chia
flour with acceptable sensory properties URL:
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/fsn3.495> (дата звернення:
19.08.2024).

18. Gluten free flours and their characteristics URL:
<https://tradelinkinternational.com/gluten-free-flours-and-their-characteristics/> (дата
звернення: 19.08.2024).

19. 16 Types of Gluten Free Flour URL: <https://www.eclipseorganics.com.au/blog/eclipse-news-and-ideas/gluten-free-flour/> (дата звернення: 19.08.2024).

20. Buckwheat processing and its utilization in value-added products: A comprehensive review URL: <https://www.thepharmajournal.com/archives/2023/vol12issue8/PartAG/12-8-365-613.pdf> (дата звернення: 22.08.2024).

21. A concise review on buckwheat materials based ready to serve and ready to eat food products URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214785322024257> (дата звернення: 22.08.2024).

22. Green Buckwheat: What's the Secret of This Super-Healthy Grain? URL: <https://gastronomusa.com/blogs/blogs/green-buckwheat-what-s-the-secret-of-this-super-healthy-grain?> (дата звернення: 22.08.2024).

23. Buckwheat Flour URL: <https://bakerpedia.com/ingredients/buckwheat-flour/> (дата звернення: 22.08.2024).

24. Insights into the Potential of Buckwheat Flour Fractions in Wheat Bread Dough URL: <https://www.mdpi.com/2076-3417/12/5/2302> (дата звернення: 22.08.2024).

25. Buckwheat: The Game-Changer In The Food Industry? URL: <https://seedeapl/buckwheat-the-game-changer-in-the-food-industry/> (дата звернення: 22.08.2024).

26. Effect of buckwheat flour on microelements and proteins contents in gluten-free bread URL: https://cjfs.agriculturejournals.cz/artkey/cjf-201102-0002_effect-of-buckwheat-flour-on-microelements-and-proteins-contents-in-gluten-free-bread.php (дата звернення: 22.08.2024).

27. Український суперфуд. у чому користь зеленої гречки та як її варити URL: <https://klopotenko.com/yak-zvaryty-zelenu-grechku/> (дата звернення: 22.08.2024).

28. Amaranth and buckwheat grains: Nutritional profile, development of functional foods, their pre-clinical cum clinical aspects and enrichment in feed URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11406246/> (дата звернення: 27.08.2024).

29. Chaquilla-Quilca, G., Islas-Rubio, A. R., Vásquez-Lara, F., Salcedo-Sucasaca, L., Silva-Paz, R. J., & Luna-Valdez, J. G. (2024). Chemical, Physical, and Sensory Properties of Bread with Popped Amaranth Flour. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 74(2), 137-146.

30. Effect of different forms of buckwheat addition on the physicochemical and sensory properties of bread URL: https://cjfs.agriculturejournals.cz/artkey/cjf-202403-0003_effect-of-different-forms-of-buckwheat-addition-on-the-physicochemical-and-sensory-properties-of-bread.php (дата звернення: 27.08.2024).

31. Psyllium as an improver in gluten-free breads: Effect on volume, crumb texture, moisture binding and staling kinetics URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643821013098> (дата звернення: 27.08.2024).

32. The effect of Plantago seeds and husk on wheat dough and bread functional properties URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643818304882> (дата звернення: 27.08.2024).

33. Псиліум у випічці - чарівний безглютеновий інгредієнт URL: <https://ecovill.com.ua/psilum-u-vipchc/> (дата звернення: 27.08.2024).

34. Psyllium Husk in Gluten Free Baking URL: <https://theloopywhisk.com/2021/10/23/psyllium-husk-101/> (дата звернення: 27.08.2024).

35. ДСТУ ISO 6564:2005 Дослідження сенсорне. Методологія. Методи створювання спектра флейвору (ISO 6564:1985, IDT). Чинний від 2005 – 05 – 25. К.: Держспоживстандарт України, 2006. 9 с.

36. ДСТУ 7702:2015 Борошно гречане. Технічні умови. Чинний від 01.08.2016 К. – Держспоживстандарт України, 2016 (Національний стандарт України).

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

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

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

40. Дробот В. І. Довідник інженера-технолога хлібопекарного виробництва./ В. І. Дробот Київ: Урожай, 2024. 580 с.

41. Дробот В. І. Технологічні розрахунки у хлібопекарському виробництві: Навчально-методичний посібник. / В. І. Дробот – Київ. Кондор, 2016. 330 с.

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

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

44. 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.

45. Скакунов М.М. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці. Одеса, 2017. 437с.

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

47. Гандзюк М.П., Желібо Є. П., Халімовський М. О. Основи охорони праці: Підруч для студ вищих навч. закладів. За ред М. П. Гандзюка – К.: Каравелла, 2004 – 408 с.

48. Стеблюк М.Л. Цивільна оборона: Підручник – 3-тє вид., перероб і доп. – К.: Знання, 2004 р.

49. Цивільна оборона: навч. посіб. Кулаков М.А., Ляпун В.О., та ін. – Харків: НТУ «ХПІ», 2008. 312 с.

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

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

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

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

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

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

56. Кирнична У.І., Кравченко Х.Ю. Сучасні підходи до виробництва безглютенового хліба // Матеріали міжнародних науково-практичних конференцій «Інноваційні технології у хлібопекарському виробництві» та «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі». – К.: НУХТ, 2024. с. 65.

57. Piddubnyi, V., Sabadosh, A., Mushtruk, M., Chahaida, A., Fedorov, V., Kravcheniuk, K., Krasnozhon, S., Radchenko, I. / Innovative thermodynamic modeling for enhanced yeast dough mixing: energy perspectives and applications // Potravinarstvo. Slovak Journal of Food Sciences, 18, (2024), P. 251– 267. ISSN: 1337-0960

ДОДАТКИ



МАТЕРІАЛИ

VIII Міжнародної науково-практичної
конференції
**ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У
ХЛІБОПЕКАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ**

17 вересня 2024 р.

та

XI Міжнародної науково-практичної
конференції
**ЗДОБУТКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ
РОЗВИТКУ КОНДИТЕРСЬКОЇ ГАЛУЗІ**

18 вересня 2024 р.

Київ-2024

ЗМІСТ

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ХЛІБОПЕКАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ

1	Ковбаса В.М. Ювілейні дати кафедри та університету	13
2	Дробот В.І. Хліб в умовах сьогодення	24
3	Жигунов Д.О., Волошенко О.С., Ковтун А.В. Перспективи використання тесту SRC на борошномельних заводах	26
4	Науменко О.В., Богдан Г.С., Гетьман І.А., Чиж В.М. Хлібопекарські закваски на основі композицій молочнокислих бактерій та дріжджів	28
5	Волощук Г.І., Букишина Л.С., Пашова Н.В. Використання нетрадиційної сировини у виробництві хліба із борошна житнього	32
6	Ланська В.Д., Федорова Д.В. Технологія безглютенового хліба з борошна сорго на рисовій заквасці зі стартовою культурою LV-1 Livendo™	34
7	Богачов Ю.В., Білик О.А. Дослідження властивостей м'якушки хліба отриманого двоетапним випіканням в процесі зберігання	39
8	Бараболя О.В. Якість хліба в залежності від якості борошна	41
9	Боровікова Н.О., Шаніна О.М., Гавриш Т.В. Дослідження мікрофлори безглютенового дріжджового рисового хліба в процесі зберігання	43
10	Бурченко Л.М., Білик О.А. Використання нетрадиційної сировини у виробництві хлібобулочних виробів підвищеної харчової цінності	45
11	Горайшова Ю.А., Сорока Л.І., Куліков В.О., Куєвда М.В. Про важливість практичної підготовки студентів ДонНУЕТ імені Михайла Туган-Барановського спеціальності 181 «Харчові технології» на прикладі ТОВ «Криворіжхліб ТД»	47
12	Hryshenko A., Vohnyvyi V. Research on the influence of spices on the quality of organic breadsticks (grissini)	49
13	Дудко С.Д. Кінетика теплового потоку на поверхні тістових заготовок хлібобулочних виробів під час випікання	50
14	Ivanišová, E., Ušák, B., Harangozo, L. Medicinal plants as a functional component in the production of wafers	55
15	Іжєвська О.П., Маслійчук О.Б. Порошок насіння фініків та його перспективна роль для надання хлібобулочним виробам оздоровчого значення	56
16	Іскра С.І., Бондаренко Ю.В. Використання ізоляту сироваткового білка у виробництві пшенично-висівкового хліба	58
17	Tsira Khutsidze, Giorgi Pkhakadze, Maria Silagadze, Eliza Pruidze. Technology of preparation of gluten-free fermented flour semi-finished products	60
18	Кирична У.І., Кравченко Х.Ю. Сучасні підходи до виробництва безглютенового хліба	65
19	Ковальова В.П., Ковальов М.О., Макаренко В.Г. Оцінка хлібопекарської якості житнього борошна	66
20	Корочкін Д.К., Махінко В.М. Галети як складова сухих пайків для	69

18.Сучасні підходи до виробництва безглютенового хліба

Кирична У.І., Кравченко Х.Ю.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

На сьогоднішній день непереносимість глютену стає все більш поширеною серед населення проблемою. Кількість людей, які страждають від непереносимості глютену зростає в усьому світі, і в той же час зростає потреба в продуктах для безглютенової дієти. Хліб і хлібобулочні вироби є невід'ємною частиною щоденного раціону. Тому досліджуються нові безглютенові інгредієнти для випічки та нові методи обробки традиційних інгредієнтів.

За останнє десятиліття використовувалися різні продукти для заміни глютену, в тому числі злаки, такі як кукурудзяне, рисове або соргове борошно, бобові, насіння, горіхи та інгредієнти на основі фруктів [1].

Завдяки унікальній функціональності заміна глютену залишається складною. Тісто, виготовлене без глютену, зазвичай не має відповідної в'язкості та еластичності, що призводить до складнощів при його обробці. Щоб подолати цю проблему, були проведені дослідження. Більшість досліджень зосереджено на використанні широкого спектру інгредієнтів і функціональних добавок, таких як використання насиченої поживними речовинами сировини (наприклад, псевдозлаків), молочних продуктів, протеїнів, емульгаторів, волокон та інших гідрокоолідів для заміни глютену [2].

Отже, хліб і хлібобулочні вироби є основними складовими щоденного раціону. Тому пошук нових інгредієнтів для створення інноваційних та натуральних безглютенових продуктів триває, оскільки рецептура безглютенових продуктів вимагає компонентів, які підвищують структурно-механічні властивості тіста, поживні властивості та органолептичні властивості [3]. Враховуючи зростання попиту на безглютенові альтернативи через непереносимість глютену та численні переваги для здоров'я, пов'язані з безглютеновими продуктами, у поєднанні з експоненціальним зростанням ринку безглютенових продуктів за останні роки, вкрай важливо розширити та диверсифікувати виробництво безглютенового та функціонального хліба.

Список використаної літератури:

1. Bender D., Schönlechner R. Innovative approaches towards improved gluten-free bread properties. *Journal of Cereal Science*. Volume 91, January 2020, 102904 <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2019.102904>
2. Gluten-Free Bread and Bakery Products Technology. *Foods*. 2022 Feb; 11(3): 480. doi: 10.3390/foods11030480
3. Wang K., Fei L., Li Z., Zhao L., Han C. Recent developments in gluten-free bread baking approaches: A review. *Food Sci. Technol* 37(Suppl.1) Dec 2017. <https://doi.org/10.1590/1678-457X.01417>

