

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)

# КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

*Магістр*

(назва освітнього ступеня)

на тему: **Удосконалення технології виробництва з проєктуванням цеху**

**хліба із кукурудзяним борошном і солодом**

Виконав: студент \_\_\_\_\_ П курсу, групи МХм-61

Спеціальності \_\_\_\_\_ 181 Харчові технології

(шифр і назва спеціальності)

Кравченко Р.Ю.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Покотило О. С.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Покотило О. С.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

Кухтин М.Д.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Кравець О.І.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Тернопіль 2023

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)

«    »

2023 р.

**ЗАВДАННЯ**  
**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня

*Магістр*

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю

*181 Харчові технології*

(шифр і назва спеціальності)

студенту

*Кравченко Ростислав Юрійович*

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Удосконалення технології виробництва з проєктуванням цеху  
хліба із кукурудзяним борошном і солодом*

Керівник роботи

*Покотило Олег Степанович, д.б.н., професор*

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

Затверджені наказом ректора від «13» 10 2023 року № 4/7-973

2. Термін подання здобувачем завершеної роботи

*грудень 2023*

3. Вихідні дані до роботи *Спеціальна, періодична література та нормативна документація  
з питань досліджень. Методики та методи досліджень стандартні та уніфіковані*

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

*Провести літературний та патентний пошук, скласти схему досліджень, опрацювати  
методи та методики досліджень, обґрунтувати вибір сировини, дослідити вплив  
досліджуваної сировини на показники якості готової продукції. Обґрунтувати економічну  
ефективність запроваджених рішень, провести технологічні розрахунки*

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

*Схеми, таблиці, графіки, діаграми*

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Охорона праці</i>			
<i>Безпека в надзвичайних Ситуаціях</i>			
<i>Нормоконтроль</i>			

7. Дата видачі завдання 14.10.2023 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Аналітичний огляд та патентний пошук інформації відповідно до теми магістерської роботи</i>	<i>14.11.23 р. – 17.11. 23 р.</i>	
2	<i>Складання схеми досліджень, опрацювання методики Досліджень</i>	<i>18.11. 23 р.</i>	
3	<i>Виконання експериментальних досліджень</i>	<i>19.11. 23 р. – 23.11. 23 р.</i>	
4	<i>Опрацювання результатів досліджень</i>	<i>24.11. 23 р. – 25.11. 23 р.</i>	
5	<i>Проведення технологічних розрахунків</i>	<i>26.11. 23 р. – 28.11. 23 р.</i>	
6	<i>Оформлення графічної частини</i>	<i>29.11. 23 р. – 4.12. 23 р.</i>	
7	<i>Збір інформації до виконання розділів «Охорона праці» та «Безпека в надзвичайних ситуаціях»</i>	<i>5.12. 23 р.</i>	
8	<i>Закінчення написання розділів та оформлення роботи</i>	<i>6.12. 23 р. – 15.12. 23 р.</i>	

Студент

(підпис)

*Кравченко Р.Ю.*

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

*Покотило О.С.*

(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота на тему «Удосконалення технології виробництва з проектуванням цеху хліба із кукурудзяним борошном і солодом»

Удосконалено технологію та розроблено рецептурний склад хліба з доданням кукурудзяного борошна та солоду. Проаналізовано хлібопекарські властивості кукурудзяного борошна та солоду та їх вплив на якість готової продукції. Досліджено вплив заміни частини пшеничного борошна на кукурудзяне борошно в рецептурах хліба на перебіг процесу та якість продукту. Досліджено вплив кукурудзяної борошна та солоду на процес бродіння тіста. Досліджено структурно-механічні властивості тіста. Визначено технічні заходи щодо підвищення якості хліба з кукурудзяним борошном та солодом.

**Ключові слова:** хліб житньо-пшеничний, кукурудзяне борошно, солод, технологічний процес, показники якості

## ABSTRACT

Qualification work on the topic "Improvement of the production technology with the design of a facility for corn flour and malt bread."

The technology has been improved and the recipe composition of rye-wheat bread with corn flour and malt has been developed. The baking properties of corn flour and malt, their influence on the quality of finished products were analyzed. The impact on the technological process and product quality of replacing part of the wheat flour with corn flour in the bread recipe was studied. The influence of corn flour and malt on the dough fermentation process was studied. The structural and mechanical properties of the dough were studied. Technological measures aimed at improving the quality of rye-wheat bread with corn flour and malt have been determined.

**Key words:** rye-wheat bread, corn flour, malt, technological process, quality indicators

## ЗМІСТ

	ст.
ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ	9
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ	14
2.1. Технологічні розрахунки	14
2.1.1. Вихідні дані	14
2.1.2. Розрахунок продуктивності печей	16
2.1.3. Розрахунок пофазних рецептур	17
2.1.4. Розрахунок виходу виробу	20
2.1.5. Розрахунок виробничих рецептур	23
2.1.6. Розрахунок витрат сировини	26
2.2. Вибір, обґрунтування технологічних процесів і режимів виробництва	28
2.2.1. Вимоги до сировини використаної для запроектованого асортименту	28
2.2.2. Загальний опис технології	29
2.2.3. Опис запроектованого асортименту	29
2.2.4. Організація технохімічного і мікробіологічного контролю виробництва запроектованого асортименту	32
2.3. Забезпечення технологічного процесу виробництва запроектованого асортименту	34
2.3.1. Підбір технологічного обладнання	34
2.3.2. Розрахунок силосно-просіювального відділення	34
2.3.3. Розрахунок обладнання для замішування і бродіння рідких напівфабрикатів	36
РОЗДІЛ 3. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ	40

3.1 Аналітичний опис літератури	40
3.1.1 Загальна характеристика кукурудзи та кукурудзяного борошна	40
3.1.2 Використання кукурудзяного борошна в хлібопекарській промисловості	43
3.1.3 Загальна характеристика солоду	50
3.1.4 Використання солоду в хлібопекарській промисловості	53
3.2 Мета, об'єкт, предмет та методи досліджень	54
3.3 Результати досліджень	55
3.3.1 Дослідження технологічних характеристик тіста	60
3.3.2 Дослідження впливу додавання кукурудзяного борошна та солоду на фізико-хімічні та органолептичні показники якості хліба	62
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	70
4.1. Охорона праці	70
4.1.1. Мікроклімат виробничих приміщень та вплив мікроклімату на працездатність людини	70
4.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях	72
4.2.1. Захист продуктів харчування від радіоактивного, хімічного і бактеріологічного (біологічного) забруднення	72
ВИСНОВКИ	72
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	75
Додатки	81

## Вступ

Хлібобулочні вироби є продуктами повсякденного споживання, тому збагачення їх життєво необхідними нутрієнтами до кількості, адекватної добовим потребам організму, набуває стратегічного значення. За цих умов інновації в хлібопеченні в основному зосереджено на розширенні асортименту виробів з поліпшеною харчовою цінністю та певними фізіологічними властивостями, введенням до їх складу необхідних речовин [1]. Зокрема, перспективним напрямом розширення асортименту оздоровчих хлібобулочних виробів є включення до їх рецептури, поряд з пшеничним або житнім інших видів борошна, що дає можливість створювати нові вироби з поліпшеним хімічним складом за рахунок взаємного збагачення функціональними компонентами різних зернових і круп'яних культур. В Україні поширеною круп'яною культурою є кукурудза. Кукурудза, порівняно з пшеницею, містить більше клітковини, поліненасичених жирних кислот групи  $\omega$ -3 і  $\omega$ -6, таких важливих для організму речовин, як залізо, селен, фолієва кислота, біотин, токоферол,  $\beta$ -каротин тощо. Це свідчить про доцільність використання продуктів її перероблення, і зокрема борошна, у хлібопеченні з метою розширення сировинної бази та асортименту функціональних хлібобулочних виробів. Відомо, що за умови використання кукурудзяного борошна в суміші з пшеничним знижується якість хлібобулочних виробів, вироби швидко черствіють, що не можна сказати за солод, який уповільнює черствіння. Проте в літературних джерелах недостатньо висвітлено вплив кукурудзяного борошна на перебіг основних процесів у тістових системах і технологічні заходи, що покращують якість виробів. Нині житні та житньо-пшеничні сорти хліба з додаванням кукурудзяного борошна майже не виробляють, у першу чергу, через їх невисоку якість порівняно з традиційними хлібобулочними виробами.

Солод житній сухий ферментований – застосовується у хлібопеченні для надання житнім та житньо-пшеничним виробам більш вираженого смаку, неповторного аромату та особливого кольору, а також при виготовленні хлібного квасу та квасного сусла, при цьому збільшуючи біологічну цінність. Солод надає хлібу особливий смак та аромат, уповільнює його черствіння.

Тому актуальним є поглиблене вивчення впливу кукурудзяного борошна та солоду на перебіг біохімічних та колоїдних процесів у тістовій системі житньо-пшеничного хліба. Дослідження впливу кукурудзяного борошна та солоду на процес бродіння, структурно-механічних властивостей тіста. Це дасть можливість науково обґрунтувати технологічні заходи, застосування яких забезпечить високу якість готових житньо-пшеничних виробів та наданням їм оздоровчих властивостей, і сприяти розширенню асортименту.



## РОЗДІЛ 1. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

Харчова промисловість України є однією зі стратегічних галузей розвитку вітчизняної економіки. Вона покликана забезпечувати стабільне постачання населення необхідними якісними продуктами харчування і виступає важливою ланкою формування продовольчої безпеки держави й експортного потенціалу країни.

Розвиток ринкових механізмів в економіці України значно посилює вплив факторів зовнішнього оточення на діяльність підприємств. Сучасний бізнес працює в умовах постійної зміни зовнішнього середовища, що значно посилює роль економічної безпеки. Особливо гостро питання з вивчення зовнішніх факторів стоять перед підприємствами, які зайняті у виробництві продукції щоденного вжитку, до яких належать підприємства хлібопекарської промисловості. Суттєва залежність від обсягів платоспроможного попиту, своєчасності поповнення обігових коштів, цін на основні складові собівартості хлібобулочних виробів ставить перед власниками підприємств завдання швидко реагувати на динаміку зовнішнього оточення та розробляти низку відповідних заходів щодо гарантування економічної безпеки бізнесу [1].

Першочергове місце у споживчому кошику займає хліб. Хліб був і залишається одним з основних продуктів харчування населення нашої країни. Кількість щоденного споживання хліба населення України дозволяє вважати його одним з найважливіших продуктів харчування.

Сьогодні хлібопекарська промисловість України за виробничими потужностями, механізацією технологічних процесів, асортиментом, спроможна забезпечити населення різними видами хлібобулочних виробів. Харчова цінність хлібобулочних виробів має важливе значення, оскільки вони забезпечують більше 50% добової потреби людини в енергії і до 75% потреби у рослинному білку [1].

Виходячи з цього, забезпечення умов, при яких будуть ефективніше використовуватись технологічні лінії хлібопекарського виробництва і мінімізуватись витрати праці всіх категорій працівників, заслуговують особливої уваги, тому що, хлібопекарські підприємства функціонують в умовах жорсткого

державного регулювання, що є суттєвим чинником при формуванні систем ефективної діяльності вітчизняних підприємств.

Питаннями фінансового стану і вирішення проблем розвитку хлібопекарства України присвячені праці багатьох вчених–економістів. Також варто відзначити, що значний внесок у дослідження хлібобулочних виробів та проблемам фінансово-інвестиційного розвитку промисловості виділитись праці українських вчених Кузьо Н.Е., Косар Н.С. та інших [1]. Що ж стосується безпосередньо питань розвитку харчової промисловості, то даній темі присвятили свої дослідження: Л. В. Дейнеко, А. О. Коваленко, Л. В. Старшинська, Е. І. Шелудько та інші [2].

У сумарному обсязі продукції всієї харчової промисловості України хлібопекарська галузь займає одне із провідних місць, а частка хлібопродуктів у раціоні населення України складає 15 %, що підтверджує їх статус як основного продукту харчування. Хлібобулочні вироби є важливим продуктом харчування для більшості населення України, а для найбідніших верств - основним. Потреба в них притаманна людям будь-якого соціального статусу і за будь-якого рівня доходів [2,3].

Цій галузі традиційно приділяється менше уваги, ніж іншим, незважаючи на те, що позиції, які відбуваються на ринку хліба і хлібобулочних виробів, миттєво впливають на економічне та соціально-політичне життя країни.

Хлібобулочна продукція є головною харчовою продукцією, що споживається всіма категоріями населення, незалежно від місця проживання, статі, соціального статусу та рівня доходів. Тому хлібопекарська промисловість, яка забезпечує населення цією продукцією, є стратегічно важливою для життєзабезпечення суспільства і гарантування продовольчої безпеки держави.

Важливими потребами подальшого розвитку ринку хлібобулочних виробів є суттєве поліпшення забезпечення потреб споживачів у якісному хлібі промислової випічки за прийнятною ціною, одержання на цій основі достатньої маси прибутку підприємствами-товаровиробниками і підвищення ефективності їх діяльності [3].

Варто зазначити, що попит на ринку поступово змінюється. За останні 10 років споживачі все більше почали віддавати перевагу диференційованим товарам, які мають певні характеристики, або переваги. Для деяких груп споживачів хліб перестає бути дешевим засобом для втілення голоду та вони готові переплатити за певні характеристики. Хоча існуючий асортимент хліба досить різноманітний, постійно ведеться велика робота з розширення та поліпшення асортименту хлібобулочних виробів, створюються нові дієтичні і лікувальні сорти хліба [4, 5, 6].

Саме тому проблема просування товару стає все більш актуальною, адже все більше виробників розуміють, що фізичні характеристики товару, у випадку коли ринок насичений пропозицією, впливають не достатньо на вибір споживача. Зважаючи на факт, що все більше споживачів прагнуть дотримуватись здорового способу життя і ведуть боротьбу із зайвою вагою, зростає популярність інноваційних продуктів - хліба дієтичного та лікувально-профілактичного спрямування, що містять зернові суміші. Отже, на таку частку продукції припадає близько 5-7 % від загального обсягу продажів. Однак, за даними маркетологів, потреба населення в групі дієтичних хлібобулочних виробів, збагачених вітамінами, буде рости. Такі тенденції дають певні переваги виробникам, що займаються випуском хлібобулочних виробів з різноманітними функціональними добавками [7, 8, 9].

Таким чином, незважаючи на те що, згідно із статистичною інформацією, ринок хліба і хлібобулочних виробів скорочується в натуральному вираженні, він продовжує зростати за рахунок попиту на якісні продукти. Тому поліпшення якості продукції, розвиток асортименту виробів, у тому числі дієтичного призначення, є актуальною проблемою для хлібопекарської промисловості.

Дуже важливими проблемами в сучасній харчовій промисловості України по виробництву хліба на сьогодні є: подальше вдосконалення технології з метою інтенсифікації хліба; регулювання його харчової цінності; виробництво нових дієтичних гатунків хліба та хлібобулочних виробів; широке використання упаковки для більш довгого зберігання свіжості хліба.

Повсякденним продуктом харчування в раціоні населення України є хлібобулочні вироби в основному з пшеничного та житнього борошна, що недостатньо збалансоване за основними компонентами і тому потребують корекції шляхом введення до рецептури нетрадиційних видів сировини [10, 12]. Доцільним є застосування продуктів переробки круп'яних культур і серед них кукурудзи. Ринок кукурудзяного борошна сегментований на основі різних його застосувань в харчовій промисловості, на основі каналів збуту. Кукурудзяне борошно добре поєднується з іншими видами борошна, такими як пшеничне та рисове, і використовується для зменшення глютену в хлібобулочних виробках, таких як кекси, торти, печиво та тістечка тощо. Існує високий попит на хлібобулочні вироби без глютену, що сприяє зростанню доходів від кукурудзяного борошна в хлібопекарський сегмент.

Крім того, кукурудзяний хліб вважається одним з найбільш корисних різновидів хліба. Завдяки тому, що кукурудзяне борошно потребує меншої обробки, такий хліб є джерелом вітамінів, мікроелементів та дуже великої кількості клітковини і інших життєво важливих поживних речовин, які допомагають очищати організм від токсинів.

Кукурудзяне борошно, як носій таких функціональних інгредієнтів як ненасичені жирні кислоти, вітаміни групи В, цинк, залізо, є перспективною сировиною для використання в суміші з житньо-пшеничним з метою надання виробам підвищеної харчової цінності виробів.

Одним з напрямків оптимізації технологічних процесів виробництва хліба є скорочення тривалості бродіння тіста. Скорочення тривалості технологічного процесу негативно впливає на смакові характеристики виробів з пшеничного борошна, і особливо суттєво на смакові характеристики виробів з житнього і суміші житнього та пшеничного борошна. Щоб уникнути цього, технологи використовують різні інгредієнти для надання смаку та аромату, такі, як зброджене борошно, закваски, солод і інше. Звичайно, внаслідок ретельного підбору вищезгаданих продуктів можна отримати бажані смакові та ароматичні властивості житнього хліба. Тому пропонуємо до житньо-пшеничного хліба додати кукурудзяне борошно та житній ферментований солод, що є прекрасними

компонентами в поєднанні. Дослідники [12] оцінили реологічні та калориметричні властивості безглютенового тіста, в тому числі кукурудзяного. Їх результати свідчать, про незадовільну структуру безглютенового тіста. Повідомили, що додавання поліпшувачів сприяє структурі тіста та розпушеності м'якушки готових виробів [11, 12].

В основі рецептури нашого хліба міститься більша частина житнього борошна, тому ми додаємо солод житній ферментований, що сприяє кращому водопоглинанню, забезпечує хорошу еластичність тіста, покращує структуру м'якушки хліба, утворює розчинні речовини, які посилюють бродіння і збільшує термін зберігання готового продукту. Таким чином поєднання кукурудзяного борошна та житнього ферментованого солоду до житньо-пшеничного хліба сприятиме поліпшенню якості готових виробів, сповільненню черствіння хліба, збагаченню великою кількістю вітамінів, корисних мікроелементів і мінералів.

Отже, створення нових технологій хлібних виробів поліпшеної якості на основі регулювання біотехнологічних процесів виробництва дозволить розширити асортимент та популяризувати цей продукт харчування.

## РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ

### 2.1 Технологічні розрахунки

#### 2.1.1. Вихідні дані

Таблиця 2.1

#### Вихідні дані для розрахунків [13]

Найменування показників, одиниці виміру	Умовні Позначення	Норми для виробів
		Хліб «Житньо-пшеничний простий» масою 0,75 кг
1	2	3
Стандарт		СОУ 15.8-37-00032744-004:2005
<i>Показники якості:</i>		
Вологість, %, не більше	W	49,0
Кислотність, град, не більше	K	11,0
Пористість, %, не менше	П	47,0
<i>Рецептура на 100 кг борошна, кг</i>		
Борошно житнє обойне	G <sub>б1</sub>	60,0
Борошно пшеничне обойне	G <sub>б2</sub>	40,0
Дріжджі хлібопекарські пресовані	G <sub>др</sub>	0,05
Сіль кухонна харчова	G <sub>с</sub>	1,5
<i>Технологічний режим:</i>		
Марка печі		Г4-РПА-15
Кількість колисок у печі, шт.	N <sub>н</sub>	48
Кількість виробів на колисці, шт.	N <sub>л</sub>	16

1	2	3
Тривалість остаточного вистоювання, хв.	$T_{\text{вис}}$	30
Тривалість випікання, хв.	$T_{\text{вип}}$	45
Спосіб приготування тіста		Рідка закваска
Вологість тіста, %	$W_m$	51
Вологість першої фази, %	$W_{\text{оп}}$	76
Маса борошна в закваску, %	$M_6^{\text{закв}}$	20
Масова частка солі в розчині, %	$C_c$	26
Масова частка цукру в розчині, %	$C_{\text{ц}}$	50
Кратність розведення дріжджів водою	$\Pi$	3
<i>Затрати і втрати:</i>		
Втрати борошна до замішування напівфабрикатів, %	$G_6$	0,03
Втрати борошна та тіста від початку замішування до посадки тістових заготовок в піч, %	$G_t$	0,03
Масова частка спирту в тісті, %	$C_{\text{сп}}$	0,9
Упікання, %	$G_{\text{уп}}$	9,5
Зменшення маси при укладанні, %	$G_{\text{укл}}$	0,8
Усихання, %	$G_{\text{ус}}$	4,0
Втрати у вигляді крихт і лому, %	$G_{\text{кр}}$	0,03
Втрати у штучному хлібі внаслідок відхилення від нормативної маси, %	$G_{\text{шт}}$	1,5
Зменшення маси при переробці браку, %	$G_{\text{бр}}$	0,02
Вихід виробів плановий, %	$B_x^{\text{п}}$	137

### 2.1.2. Розрахунок продуктивності печей

Розрахунок виробничої продуктивності лінії виконується на основі розрахунку потужності печі.

Продуктивність вистійно-пічного агрегату Г4-РПА-15 за годину,  $P_{\text{год}}$ , в кілограмах за формулою, згідно [14]:

$$P_{\text{год}} = N \cdot n_{\text{в}} \cdot G_{\text{в}} \cdot 60 / T_{\text{вип}} \quad (2.1)$$

де  $N$  – кількість колик в печі, шт.,

$n_{\text{в}}$  – кількість виробів на колісці, шт.,

$G_{\text{в}}$  – маса виробу, кг,

$T_{\text{вип}}$  – тривалість випікання, хв.

Годинна продуктивність печі Г4-РПА-15 для хліба «Житньо-пшеничний простого» масою 0,75 кг

$$P_{\text{год}} = 48 \cdot 16 \cdot 0,75 \cdot 60 / 48 = 720,0 \text{ кг}$$

Таблиця 2.2

#### Виробнича продуктивність цеху

Марка печі	Асортимент	Продуктивність печі за годину, кг	Тривалість виробництва, год./доб	Продуктивність печі за добу, кг
Г4-РПА-15	Хліб «Житньо-пшеничний простий» масою 0,75 кг	720,0	12	8640,0



### 2.1.3. Розрахунок пофазних рецептур

Розрахунок пофазної рецептури для хліба «Житньо-пшеничний простий»

Таблиця 2.3

#### Маса сухих речовин в тісті

Найменування сировини	Маса сировини, кг	Вологість сировини, %	Сухі речовини	
			%	кг
Борошно житнє обойне	60,0	14,5	85,5	51,3
Борошно пшеничне обойне	40,0	14,5	85,5	34,2
Дріжджі хлібопекарські пресовані	0,05	75,0	25,0	0,013
Сіль кухонна харчова	1,5	3,0	97,0	1,46
Разом	101,55			86,97

Вихід тіста,  $G_T$ , в кілограмах за формулою, згідно [14]:

$$G_T = \frac{\sum G_{c.p} \cdot 100}{100 - W_T} \quad (2.2)$$

де  $\sum G_{c.p}$  - сума мас сухих речовин у тісті, кг;

$W_T$  – вологість тіста, %;

$$G_T = \frac{(86,97 \cdot 100)}{(100 - 48)} + 0,5 = 167,75 \text{ кг}$$

Маса води (загальна) для приготування тіста,  $G_{заг}^B$ , в кілограмах за формулою, згідно [14]:

$$G_{заг}^B = G_T - G_{сир}, \quad (2.3)$$

де  $G_{сир}$  – маса сировини, кг

$$G_{заг}^B = 167,75 - 101,55 = 66,2 \text{ кг}$$

Маса дріжджової суспензії,  $G_{др.с}$ , в кілограмах за формулою, згідно [14]:

$$G_{др.с} = G_{др}(n+1), \quad (2.4)$$

де  $G_{др}$  – маса дріжджів за рецептурою, кг

$n$  – кратність розведення дріжджів,

$$G_{др.с} = 0,05(1+3) = 0,2 \text{ кг}$$

Маса води в дріжджовій суспензії,  $G_{др.с}^B$ , в кілограмах за формулою, згідно [14]:

$$G_{др.с}^B = G_{др.с} - G_{др} \quad (2.5)$$

$$G_{др.с}^B = 0,2 - 0,05 = 0,15 \text{ кг}$$

Вологість дріжджової суспензії,  $W_{др.с}$ , у відсотках за формулою, згідно [14]:

$$W_{др.с} = \frac{M_{др} \cdot W_{др} + G_{др.с}^{др.с} \cdot 100}{G_{др.с}} \quad (2.6)$$

$$W_{др.с} = \frac{0,05 \cdot 75 + 0,15 \cdot 100}{0,2} = 33,5\%$$

Маса розчину солі,  $G_{р.с}$ , в кілограмах за формулою, згідно [14]:

$$G_{р.с} = \frac{G_c \cdot 100}{C_{р.с}} \quad (2.7)$$

де  $G_c$  – маса солі за рецептурою, кг

$C_{р.с}$  – концентрація розчину солі, %

$$G_{р.с} = \frac{1,5 \cdot 100}{26} = 5,76 \text{ кг}$$

Маса води в розчині солі,  $G_B^{р.с}$ , в кілограмах, за формулою, згідно [14]:

$$G_B^{р.с} = 5,76 - 1,5 = 4,26 \text{ кг}$$

Маса закваски,  $G_3$ , в кілограмах, за формулою, згідно [14]:

$$G_3 = \frac{G_6 \cdot G_3^m}{100} \quad (2.8)$$

$$G_3 = \frac{60 \cdot 75}{100} = 45 \text{ кг}$$

Маса борошна в заквасці  $G_6^3$ , в кілограмах, за формулою, згідно [14]:

$$G_6^3 = \frac{G_3 \cdot (100 - W_3)}{100 - W_6}, \quad (2.9)$$

де  $G_3$  – маса закваски, кг

$W_3$  – вологість закваски, %

$$G_6^3 = \frac{45 \cdot (100 - 75)}{100 - 14,5} = 13,15 \text{ кг}$$

Маса води в закваску,  $G_6^3$ , кілограмах, за формулою, згідно [14]:

$$G_6^3 = G_3 - G_6^3 \quad (2.10)$$

$$G_6^3 = 45 - 13,15 = 31,85 \text{ кг}$$

Маса води на замішування тіста з урахуванням води в заквасці та в розчинах,  $G_6$ , в кілограмах, за формулою, згідно [14]:

$$G_6 = G_6^m - (G_{в.др.с.} + G_{в.р.с.} + G_{в.з.}) \quad (2.11)$$

$$G_6 = 86,85 - (0,15 + 4,26 + 31,85) = 50,5 \text{ кг}$$

Маса борошна в тісто,  $G_6^T$ , в кілограмах, за формулою, згідно [14]:

$$G_6^m = 100 - G_6^3 \quad (2.12)$$

$$G_6^m = 100 - 13,15 = 86,85 \text{ кг}$$

Температура води в закваску,  $t_B$ , в Цельсіях, за формулою, згідно [14]:

$$t_B = t_3 + [G_6 \cdot C_6 \cdot (t_3 - t_6) / (G_B \cdot C_B)] + n \quad (2.13)$$

дет, і  $t_6$  – відповідно температура закваски і борошна, °C

$C_6$  – теплоємність борошна, КДж/кг\*К;

$C_B$  – теплоємність води, КДж/кг\*К;

$$t_B = 28 + [14,31 \cdot 2,1 \cdot (28 - 18) / (36,69 \cdot 4,2)] + 2 = 32^\circ \text{C}$$

Перевірка вологості тіста,  $W$ , у відсотках, за формулою, згідно [14]:

$$W = \frac{G_{б.з.}^T \cdot W_{б.з.}^T + G_з \cdot W_з + G_{р.с} \cdot W_{р.с} + G_{ж.е} \cdot W_{ж.е} + G_{км} \cdot W_{км} + G_{др.с} \cdot W_{др.с} + G_в \cdot W_в}{G_{б.з.}^T + G_з + G_{р.с} + G_{др.с} + G_в + G_{ж.е} + G_{км}} \quad (2.14)$$

W

$$= \frac{85,69 \cdot 14,5 + 51 \cdot 76 + 2,8 \cdot 93,75 + 17,63 \cdot 100 + 10 \cdot 50 + 1 \cdot 12 + 7,0 \cdot 72}{86,85 + 51 + 2,8 + 5,76 + 17,63 + 1 + 1 + 7,0}$$

$$= 47,52\%$$

Пофазна рецептура для хліба «Житньо-пшеничний простий» масою 0,75 кг приведена в таблиці 2.4

Таблиця 2.4

### Пофазна рецептура для хліба «Житньо-пшеничний простий» масою 0,75 кг

Назва сировини і н/ф	Всього, кг	Фази технологічного процесу		
		Поживна суміш	Рідка закваска	Тісто
Борошно пшеничне обойне	40,0	-	-	40,0
Борошно житнє обойне	60,0	14,31	-	25,1
Дріжджова суспензія	0,15	-	-	0,15
Розчин солі	5,76	-	-	5,76
Вода	50,5	36,69	-	17,63
Поживна суміш	-	-	51	-
Рідка закваска	-	-	51	51
Всього	180,88	51	102	180,88

#### 2.1.4. Розрахунок виходу виробу

*Хліб «Житньо-пшеничний простий» масою 0,75 кг*

Середньозважена вологість сировини,  $W_{ср}$ , у відсотках, за формулою, згідно [14]:

$$W_{ср} = \frac{G_б \cdot W_б + G_{др} \cdot W_{др} + G_с \cdot W_с}{G_б + G_{др} + G_с} \quad (2.15)$$

де  $W_6, W_{др}, W_c$  – відповідно вологість борошна, дріжджів, солі, %

$$W_{cp} = \frac{100 \cdot 14,5 + 0,05 \cdot 75,0 + 1,5 \cdot 0}{100,0 + 0,05 + 1,5} = 14,38\%$$

Маса тіста,  $G_T$  в кілограмах за формулою, згідно [14]:

$$G_T = \frac{G_{сир} \cdot (100 - W_{cp})}{100 - W_T} \quad (2.16)$$

де  $G_{сир}$  – маса сировини за рецептурою, кг;

$W_T$  – вологість тіста, %;

$$G_T = \frac{101,55 \cdot (100 - 14,38)}{100 - 48} = 167 \text{ кг}$$

Втрати борошна до замішування напівфабрикатів,  $B_6$ , в кілограмах за формулою, згідно [14]:

$$B_6 = \frac{g_6 \cdot (100 - W_6)}{100 - W_T} \quad (2.17)$$

$$B_6 = \frac{0,03 \cdot (100 - 14,5)}{100 - 48} = 1,9 \text{ кг}$$

Втрати борошна та тіста,  $B_T$  від початку замісу до посадки тістової заготовки піч,  $B_T$ , в кілограмах за формулою, [14]:

$$B_T = \frac{g_T \cdot (100 - W_B)}{100 - W_T} \quad (2.18)$$

де  $W_B$  - середньозважена вологість відходів, %;

$$W_B = \frac{G_6 \cdot W_6 + G_T \cdot W_T}{G_6 + G_T} \quad (2.19)$$

$$W_B = \frac{100,0 \cdot 14,5 + 167 \cdot 48}{100,0 + 167} = 35,4 \text{ кг}$$

$$B_T = \frac{0,03 \cdot (100 - 35,4)}{100 - 48} = 1,9 \text{ кг}$$

Затрати при бродінні,  $Z_{бр}$ , в кілограмах, за формулою, згідно [14]:

$$Z_{\text{бр}} = \frac{(0,95 \cdot C_{\text{сп}})(G_{\text{сир}} - g_{\text{в}})(100 - W_{\text{сп}})}{(100 - W_{\text{т}})^2} \quad (2.20)$$

де  $C_{\text{сп}}$  – концентрація спирту в тісті, %

$$Z_{\text{б}} = \frac{(0,95 \cdot 0,9)(101,55 - 0)(100 - 14,38)}{(100 - 48)^2} = 2,73 \text{ кг}$$

Затрати при випіканні,  $Z_{\text{уп}}$ , в кілограмах, за формулою, [14]:

$$Z_{\text{уп}} = \frac{g_{\text{уп}} (G_{\text{т}} - (B_{\text{б}} + B_{\text{т}} + Z_{\text{бр}}))}{100} \quad (2.21)$$

$$Z_{\text{уп}} = \frac{11(167 - (1,9 + 1,9 + 2,93))}{100} = 17,6 \text{ кг}$$

Затрати при вкладанні,  $Z_{\text{укл}}$ , в кілограмах, за формулою, [14]:

$$Z_{\text{укл}} = \frac{g_{\text{укл}} (G_{\text{т}} - (B_{\text{б}} + B_{\text{т}} + Z_{\text{бр}} + Z_{\text{уп}}))}{100} \quad (2.22)$$

$$Z_{\text{укл}} = \frac{0,8(167 - (1,9 + 1,9 + 2,73 + 17,6))}{100} = 1,14 \text{ кг}$$

Затрати від усихання хліба,  $Z_{\text{ус}}$ , в кілограмах, за формулою, [14]:

$$Z_{\text{ус}} = \frac{g_{\text{ус}} (G_{\text{т}} - (B_{\text{б}} + B_{\text{т}} + Z_{\text{бр}} + Z_{\text{уп}} + Z_{\text{укл}}))}{100} \quad (2.23)$$

$$Z_{\text{ус}} = \frac{4,0(167 - (1,9 + 1,9 + 2,73 + 17,6 + 1,14))}{100} = 5,6 \text{ кг}$$

Втрати у вигляді крихт і лому,  $B_{\text{кр}}$ , в кілограмах, за формулою, [14]:

$$B_{\text{кр}} = \frac{g_{\text{кр}} (G_{\text{т}} - (B_{\text{б}} + B_{\text{т}} + Z_{\text{бр}} + Z_{\text{уп}} + Z_{\text{укл}} + Z_{\text{ус}}))}{100} \quad (2.24)$$

$$B_{\text{кр}} = \frac{0,03(167 - (1,9 + 1,9 + 2,73 + 17,6 + 1,14 + 5,6))}{100} = 0,04 \text{ кг}$$

Втрати в штучному хлібі внаслідок відхилення від нормативної маси,  $B_{\text{шт}}$ , в кілограмах, за формулою, згідно [14]:

$$B_{шт} = \frac{g_{кр} (G_T - (B_б + B_T + Z_{бр} + Z_{уп} + Z_{укл} + Z_{ус} + B_{кр}))}{100} \quad (2.25)$$

$$B_{шт} = \frac{1,5(167 - (1,9 + 1,9 + 2,73 + 17,6 + 1,14 + 5,6 + 0,04))}{100} = 2 \text{ кг}$$

Зменшення маси при переробці браку,  $B_{бр}$ , в кілограмах, за формулою, згідно [14]:

$$B_{бр} = \frac{g_{бр} (G_T - (B_б + B_T + Z_{бр} + Z_{уп} + Z_{укл} + Z_{ус} + B_{кр} + B_{шт}))}{100} \quad (2.26)$$

$$B_{бр} = \frac{0,02(167 - (1,9 + 1,9 + 2,73 + 17,6 + 1,14 + 5,6 + 0,04 + 2))}{100} = 0,02 \text{ кг}$$

Вихід хліба,  $B_x$ , у відсотках за формулою, згідно [14]:

$$B_x = G_T - (B_б + B_T + Z_{бр} + Z_{уп} + Z_{укл} + Z_{ус} + B_{кр} + B_{шт}) \quad (2.27)$$

$$B_x = 167 - (1,9 + 1,9 + 2,73 + 17,6 + 1,14 + 5,6 + 0,04 + 2 + 0,02) = 134,07\%$$

### 2.1.5 Розрахунок виробничих рецептур

Хліб «Житньо-пшеничний простий» :

Маса борошна за годину,  $G_б$ , в кілограмах за формулою, згідно [14]:

$$G_б = \frac{P_{зод} \cdot 100}{B_x} \quad (2.28)$$

$$G_б = \frac{720 \cdot 100}{134,07} = 537 \text{ кг}$$

Розрахунок коефіцієнта перерахунку пофазної рецептури на хвилину витрату сировини, в кілограмах за формулою, згідно [14]:

$$K_{xb} = \frac{G_{б.г}}{60 \cdot 100} \quad (2.29)$$

$$K_{xb} = \frac{537}{60 \cdot 100} = 0,089$$

Маса закваски, що витрачається за годну,  $G_{зак.год}$ , в кілограмах за формулою, згідно [14]:

$$G_{зак.год} = \frac{G_{зак} \cdot G_{б.год}}{100} \quad (2.30)$$

$$G_{зак.год} = \frac{51 \cdot 537}{100} = 273,9 \text{ кг}$$

Маса закваски на бродіння,  $G_{бр.зак}$  в кілограмах за формулою, згідно [14]:

$$G_{бр.зак} = G_{год.зак} \cdot T_{бр} \quad (2.31)$$

$$G_{бр.зак} = 273,9 \cdot 4,0 = 1095,6 \text{ кг}$$

Маса закваски на відбір,  $G_{в.зак}$ , в кілограмах за формулою, згідно [14]:

$$G_{в.зак} = \frac{1095,6}{2} = 547,8 \text{ кг}$$

Маса закваски за один заміс,  $G_{зак.зам}$ , в кілограмах за формулою, згідно [14]:

$$G_{зак.зам} = \frac{547,8}{2} = 273,9 \text{ кг}$$

Коефіцієнт перерахунку на виробничу рецептуру,  $K_2$ , розраховуємо за формулою, згідно [14]:

$$K_2 = \frac{G_{зак.зам}}{G_{зак}} \quad (2.32)$$

$$K_2 = \frac{273,9}{51} = 5,3$$

Результати розрахунку виробничої рецептури зводяться в таблицю 2.5

Таблиця 2.5

### Виробнича рецептура для хліба «Житньо-пшеничний простий»

Назва сировини, напівфабрикатів	Фази технологічного процесу	
	Закваска на 1 заміс, кг	Тісто на 1 хвилину, кг
Борошно житнє обойне	65,82	3,8
Борошно пшеничне обойне		2,71
Дріжджова суспензія		0,21
Розчин солі		0,43
Вода		1,34
Рідка закваска	168,31	3,87



Температура води на заміс закваски,  $t_{в.з}$ , в  $^{\circ}\text{C}$  розраховуємо за формулою, згідно [14]:

$$t_{в.з} = \frac{28 + (21,93 \cdot 2,1(28,0 - 18,0))}{(53,07 \cdot 4,2) + 4,2} = 31^{\circ}\text{C}$$

Маса тістової заготовки,  $G_{т.з}$ , в кілограмах за формулою, згідно [14]:

$$G_{т.з} = \frac{0,75 \cdot 10000}{(100 - 11)(100 - 4)} = 0,87\text{кг}$$

Параметри технологічного процесу приводяться в таблиці 2.6

Таблиця 2.6

**Параметри технологічного процесу для приготування хліба «Житньо-пшеничний простий» масою 0,75 кг.**

Параметри процесів	Одиниці виміру	Закваска	Тісто
Початкова температура	$^{\circ}\text{C}$	28	30
Кінцева кислотність	град	10	9
Вологість	%	69	70
Ритм замішування	хв	20	8
Тривалість бродіння	хв	180	60
Ритм відбирання	хв	90	-
Маса шматків тіста	кг	-	0,87
Тривалість вистоювання	хв	-	30
Температура у вистійній шафі	$^{\circ}\text{C}$	-	35
Відносна вологість у вистійній шафі	%	-	75
Тривалість випікання	хв	-	40

### 2.1.6. Розрахунок витрат сировини

Витрата борошна за годину,  $G_6^{\text{год}}$ , в кілограмах за формулою, згідно [16]:

$$G_6^{\text{год}} = \frac{P_{\text{год}} \cdot 100}{B_x} \quad (2.34)$$

де  $P_{\text{год}}$  – продуктивність печі за годину, кг

$B_x$  – вихід хліба, %

$$G_6^{\text{год}} = \frac{720 + 816.0 \cdot 100}{147,8 + 134,07} = 292 \text{ кг}$$

З них: - борошна пшеничного обойного:

$$G_6^{\text{год}} = \frac{720 + 816.0 \cdot 40}{47,8 + 134,07} = 116, \text{ кг}$$

- борошна житнього обойного:

$$G_{6.ж}^{\text{год}} = \frac{720 + 816.0 \cdot 60}{47,8 + 134,07} = 175,2 \text{ кг}$$

Витрата іншої сировини за годину,  $G_c^{\text{год}}$ , в кілограмах, за формулою, згідно [14]:

$$G_c^{\text{год}} = \frac{G_6^{\text{год}} \cdot G_c}{100} \quad (2.35)$$

де  $G_c$  – маса сировини на 100 кг борошна, кг

Питома витрата сировини на 1 тону виробів,  $G_c^{\text{пит}}$ , в кілограмах, за формулою, згідно [14]:

$$G_c^{\text{пит}} = \frac{1000 \cdot G_c}{B_x} \quad (2.36)$$

Оскільки, передбачено дві лінії виробництва тому всі витрати та запаси сировини збільшуються вдвічі.

Результати розрахунків витрати сировини приведено в таблиці 2.7

Таблиця 2.7

**Витрата сировини**

Назва сировини	Витрата сировини в кілограмах для виробів	
	за годину	на 1 тону
Борошно пшеничне обойне	292	408,8
Борошно житнє обойне	292	408,8
Дріжджі хлібопекарські пресовані	6,4	9,4
Сіль кухонна харчова	13,74	20,28

**2.1.7. Розрахунок площ для зберігання сировини**

Витрата сировини за добу, а також виробничий запас та площа складів приведені в таблиці 2.8

Таблиця 2.8

**Запас сировини і площа складів**

Назва сировини	Витрата за годину, кг	Тривалість випікання виробів, год	Витрата за добу, кг	Тривалість зберігання, діб	Запас сировини, кг	Норма складування, кг/м <sup>2</sup>	Площа складу, м <sup>2</sup>
Борошно пшеничне обойне	292	12	3504	5	17520	-	БЗБ
Борошно житнє обойне	292	12	3504	5	17520	-	БЗБ
Дріжджі хлібопекарські пресовані	6,4	12	76,8	3	230,4	250	0,92
Сіль кухонна харчова	13,74	12	164,88	15	2473,2	800	3,09

## **2.2. Вибір, обґрунтування технологічних процесів і режимів виробництва**

### **2.2.1. Вимоги до сировини використаної для запроєктованого асортименту**

Борошно пшеничне обойне та борошно житнє обойне доставляють на підприємство автоборошновозами К-1040 (місткість 7 - 8 т). та завантажуються гнучким шлангом, що під'єднують до приймального щитка ХЩП-1. Борошно-повітряна суміш поступає у верхню частину силоса та зберігається безтатним способом в складі.

Під час зберігання борошна відбувається процес визрівання борошна, завдяки чому покращується хлібопекарські властивостей. Також для запобігання злежування борошна у силосах передбачено аерацію, де повітря подається вентилятором. З силоса борошно подається пружинною системою. Борошно просіюють на просіювачах ПТ-1500. Після просіювання подається пружиною системою в виробничий бункер ХЕ-112 [18, 19, 20, 15].

Дріжджі хлібопекарські пресовані на хлібозавод доставляються в ящиках розфасованими у пачки (по 1 кг). Зберігають дріжджі в холодильнику при температурі від 0 до +4°C (термін зберігання 12 діб) [21]. Для замісу тіста дріжджі подаються у вигляді суспензії. Дріжджову суспензію готують у дріжджемішалці Х-14. Дріжджову суспензію готують додаючи воду температурою 29-30°C у співвідношенні 1:3. Приготовлену суспензію фільтрують через сітчастий фільтр і за допомогою відцентрового насосу перекачують у виробничий збірник МЗС-219, з якого суспензія самопливом поступає на заміс тіста.

Сіль зберігають у мішках 50-60 кг або насипом в окремому приміщенні [22]. Перед використанням її розчиняють у воді в солерозчиннику. На сучасних хлібозаводах сіль зберігають у вигляді насиченого розчину. Розчин фільтрують, відстоюють і подають на виробництво.

Вода на підприємство поступає від міської водомережі. Вода, що використовується для технологічних потреб повинна відповідати нормам стандарту. Жорсткість води не повинна перевищувати 10 мг-екв/л за дозволом

санітарно-епідеміологічної служби. Колі титр води має бути не менше 300, колі індекс не більше 3, а мікробне число не більше 100. Для створення певного запасу води на підприємстві передбачені бак холодної і гарячої води. Запас холодної води створюють на 8 годин роботи, а гарячої на 1 годину. Гарячу воду одержують за допомогою пари, яка подається від парового котла [15].

### **2.2.2. Загальний опис технології**

Велика кількість хліба в Україні із суміші житнього та пшеничного борошна виробляється на рідких заквасках. Рідкі закваски порівняно з густими заквасками мають низьку в'язкість, що дозволяє транспортувати їх по трубах самопливом або за допомогою насосів та створювати можливість механізувати процес приготування тіста і відмовитися від підкатного обладнання.

При приготуванні хліба житньо-пшеничного простого на рідкій заквасці у процесі бродіння під активною дією амілолітичних ферментів, а також в результаті життєдіяльності мікрофлори накопичується велика кількість продуктів гідролізу крохмалю і білків, водорозчинні і ароматичні сполуки, тому тісто швидше дозріває. Хліб, виготовлений на рідких заквасках має більше виражений смак і аромат. Для рідких заквасок порівняно з густими витримується стабільність за рахунок меншого переокисання, тому і не потребують заміни мікрофлори тривалий час [13, 15].

### **2.2.3. Опис запроєктованого асортименту**

Передбачається приготування хліба житньо-пшеничного простого подового масою 0,75 кг на рідкій заквасці (РЗ).

Борошно пшеничне обойне та борошно житнє обойне (доставляють на підприємство автоборошновозами К-1040 місткістю від 7 до 8 т. Зберігається борошно безтарним способом в складі, де розміщені силос ХЕ-160 А (л.1., п.2). Для завантаження автоборошновоз гнучким шлангом під'єднують до приймального щитка ХЩП-2 (л.1., п.1), через який борошно по трубопроводах подається у силос. Транспортується борошно за допомогою стиснутого повітря, яке подається від компресорної станції, яка розташована на шасі автомобіля. Борошно-повітряна суміш поступає у верхню частину силоса.

Борошно, внаслідок власного тяжіння, осідає в середині силосу, а повітря видаляється через фільтр, яким облаштовано силос. На підприємстві передбачено п'яти добовий запас борошна, що дозволяє забезпечити безперервне забезпечення виробництва, своєчасний контроль якості борошна та відповідність показників вимогам стандарту. Під час зберігання борошна відбувається процес визрівання борошна, що полягає у покращенні хлібопекарських властивостей, підготовки його до виробництва, для запобігання злежування борошна у силосах передбачено його аерація. Повітря для аерації подається вентилятором. З силоса борошно подається пружиною системою. Завдяки якому борошно відділяється від повітря і подається на просіювання. Просіювання борошна відбувається на просіювачах (л.1., п.3) яке далі подається пружиною системою в виробничий силос ХЕ-160А (л.1., п.4) [15].

Дріжджі хлібопекарські пресовані на хлібозавод доставляються в ящиках розфасованими у пачки по одному кілограму. Зберігаються дріжджі пресовані тарним способом в холодильнику при температурі від 0 до +4°C. Гарантійний термін зберігання в таких умовах становить 12 діб. Запас дріжджів на підприємстві створюють на три доби. На заміс тіста дріжджі подають у вигляді суспензії. Дріжджову суспензію готують у дріжджемішалці Х-14 (л.1., п.5). В бак з мішалкою завантажують дріжджі і подають воду температурою 29-30°C у співвідношенні 1:3, приготувану суспензію пропускають крізь сітчастий фільтр та кран і за допомогою відцентрового насосу (л.1., п.16) перекачують у виробничий збірник МЗС-219 (л.1., п.15), з якого суспензія самопливом поступає на заміс тіста [15, 21].

Сіль кухонна харчова доставляється тарно, у мішках масою 50-60 кг. Зберігають сіль в окремому приміщенні з відносною вологістю повітря не більше 75 %. Запас солі створюють на 15 діб [15, 22].

На заміс сіль подають у вигляді розчину, який готують у солерозчиннику концентрацією 26 %. Приготовлений розчин очищається за допомогою капронових фільтрів, розташованих у переливних трубах кожного з трьох відсіків солерозчинника, і відцентровим насосом подається у виробничий збірник ХЕ-48 (л.1., п.8), з якого самопливом поступає в дозатори.

Вода на підприємство поступає від міської водомережі. Вода, що використовується для технологічних потреб є безпечною та відповідає нормам стандарту.

Жорсткість води не повинна перевищувати 7 мг-екв/л або 10 мг-екв/л за дозволом санітарно-епідеміологічної служби. Колі титр води має бути не менше 300, колі індекс не більше 3, а мікробне число не більше 100. Для створення певного запасу води на підприємстві передбачені бак холодної (л.1., п.22) і гарячої (л.1., п.21) води, які розташовані на верхньому поверсі будівлі хлібозаводу для створення необхідного тиску. Запас холодної води створюють на 8 годин роботи, а гарячої на 1 годину. Гарячу воду одержують за допомогою пари, яка подається від парового котла [15, 17].

Для замісу рідкої закваски борошно з виробничого силосу ХЕ-63В (л.1., п.4) поступає в дозатор борошна Ш2-ХДА (л.1., п.11)., звідки подається у заварювальну машину ХЗМ-600 (л.1., п.12). Автоводомірним бачком АВБ-100 (л.1., п.9) подається вода.

Закваску замішують 15 хвилин, вологість закваски 76%. Замішана закваска перекачується у виробничі збірники (15), де бродить 180 хв. Половину виродженої закваску перекачують у виробничий збірник, звідки вона самотечією подається у черпачковий дозатор.

З дозувальної станції Ш2-ХДМ (л.1., п.25) у тістомісильну машину А2-ХТТ (л.1., п.2) дозується розчин солі, дріжджова суспензія, після чого дозується борошно з виробничого силосу ХЕ-63В (л.1., п.4). Заміс триває 3,5хв, вологість тіста 47,5 %. Бродить тісто в кориті И8-ХТА-2 (л.1., п.15) приблизно до 40-60 хв. Виброджене тісто самопливом поступає у воронку тістодільника Ш33-ХД-3У (л.1., п.27), де його ділять на шматки масою 0,8 кг, вкладається на колиски вистійно-пічного агрегату Г4-РПА-15 (л.1., п.31), де вони вистоюються 40 хв при температурі 32°C і відносній вологості повітря 85%. Вироби випікаються. Після випікання вироби подаються на циркуляційний стіл. Вироби вкладають на лотки вагонетки. Після того як хліб остине, його направляють в роздрібну мережу[15].

## 2.2.4. Організація технохімічного і мікробіологічного контролю виробництва запроєктованого асортименту

Методом виробничо-технічного контролю є забезпечення випуску високоякісної продукції, що відповідає діючим стандартам і умовам технологічного процесу готової продукції. Висока якість продукту залежить від якості сировини та вмісту системи обробки сировини та технологічного процесу [13, 17].

Таблиця 2.9

### Метрологічне забезпечення виробництва хліба та хлібобулочних виробів

Об'єкт контролю	Показник якості, що контролюється	Метод контролю	Періодичність контролю	Хто контролює
Склад борошна	температура і відносна вологість повітря в прим.	за допомогою психометра	один раз в зміну	технолог, оператор БЗБ
Борошно	порядок відпуску сировини на вир-во, правильність змішування борошна	по партійних ярликах	один раз в зміну	Технолог
	Колір	порівняно з еталоном	кожна партія	Технолог
	Смак	Розжовуванням	кожна партія	Технолог
	Запах	Органолептично	кожна партія	Технолог
	вміст металодомішок	Магнітом	кожна партія	Технолог
	кількість клейковини	Відмиван. Клейковини	кожна партія	Технолог
	якість клейковини	на приладі ІДК	кожна партія	Технолог
	масова частка вологи	Висушуванням	кожна партія	Технолог
	Білість	РПЛ	Вибірково	Технолог
	Кислотність	титруванням	Вибірково	Технолог
Дріжджі пресовані	колір, смак, запах	Органолептично	кожна партія	Технолог
	Густина	Аерометром	кожна партія	Технолог
Розчин солі; цукор розчин цукру	колір, смак, запах	Органолептично	кожна партія	Технолог
	Густина	Аерометром	Вибірково	Технолог
Висівки пшеничні	колір, смак, запах	Органолептично	кожна партія	Технолог



Тісто, опара, закваска	колір, смак, запах	Органолептично	кожна партія	Технолог
	Кислотність	титруванням	Вибірково	Технолог
	масова частка вологи	Висушуванням	Вибірково	Технолог
	підйомна сила	спливанням кульки	Вибірково	Технолог
	тривалість бродіння	по часу	Вибірково	Технолог
	Температура	Термометр	Вибірково	Технолог
	готовність виродження	Візуально	Постійно	тістоміс, технолог
Оброблення тіста	правильність роботи тістомісильника	зважуванням 10 шт. заготовок	Вибірково	Машиніст трм, технолог
	Тривалість вистоювання	годинник	1 раз в зміну	Технолог
	температура і відносна вологість повітря в вистійній шафі	за допомогою психометр	один раз в зміну	технолог, оператор БЗБ
Випікання	температура по зонам печі	термометр	при випіканні	технолог
	тривалість випікання	по часу	при випіканні	технолог
	упікання виробів	по різниці маси тістової заготовки і гарячого хліба	1 раз в квартал	технолог
	готовність виробів	візуально	2-3 рази в зміну	технолог
Хлібосховище	температура і відносна вологість повітря в прим.	за допомогою психометра	один раз в зміну	технолог
	усушка виробів	по різниці гарячого і холодного хліба	один раз в зміну	технолог
	санітарний стан лотків	візуально	один раз в зміну	технолог
Готовий виріб	зовнішній вигляд	Органолептично	кожна партія	технолог
	маса виробу	Зважуванням	2-3 рази в зміну	технолог
	масова частка вологи	Висушуванням	2-3 рази в зміну	технолог
	Кислотність	титруванням	2-3 рази в зміну	технолог
	Пористість	Пробником Журавльова	2-3 рази в зміну	технолог
	масова частка цукру	гарячим титруванням	2-3 рази в зміну	технолог
	масова частка жиру	Бутирометричним методом	2-3 рази в зміну	технолог

## 2.3. Забезпечення технологічного процесу виробництва запроєктованого асортименту

### 2.3.1. Підбір технологічного обладнання

### 2.3.2. Розрахунок обладнання силосно-просіювального відділення.

Розрахунок обладнання для зберігання і підготовки борошна до виробництва

Кількість силосів для зберігання борошна,  $N_c$ , за формулою, згідно [16]:

$$N_c = \frac{G_{\text{бор}}^{\text{запас}}}{G_{\text{бор}}^c} \quad (2.37)$$

де  $G_{\text{бор}}^{\text{запас}}$  - запас борошна на виробництві, кг

$G_{\text{бор}}^c$  - максимальне завантаження силоса, кг

- для борошна пшеничного обойного:

$$N_c = \frac{17520}{20000} = 0,9 \text{ шт}$$

- для борошна житнього обойного:

$$N_c = \frac{17520}{20000} = 0,9 \text{ шт}$$

Кількість просіювачів для борошна,  $N_{\text{пр}}$ , за формулою, згідно [16]:

$$N_{\text{пр}} = \frac{G_6^{\text{год}}}{P_{\text{пр}}^{\text{год}}} \quad (2.38)$$

де  $P^{\text{год}}$  - годинна продуктивність просіювача, кг

$G_6^{\text{год}}$  - витрата борошна за годину, кг

- для борошна пшеничного обойного:

$$N_{\text{пр}} = \frac{292}{1500} = 0,2 \text{ шт}$$

- для борошна житнього обойного:

$$N_{\text{пр}} = \frac{292}{1500} = 0,2 \text{ шт}$$

Кількість виробничих бункерів для борошна,  $N_6$ , за формулою [14]:

$$N_6 = \frac{G_6^{\text{год}} \cdot T_3}{G_6^6} \quad (2.39)$$

де  $T_3$  – час, на який створюється виробничий запас, год

$G_6^6$  - максимальне завантаження бункера, кг

Для борошна пшеничного обойного:

$$N_6 = \frac{292 \cdot 3}{1500} = 1,00 \text{ шт}$$

Для борошна житнього обойного:

$$N_6 = \frac{292 \cdot 3}{1500} = 1,00 \text{ шт}$$

До установки приймаються виробничі бункери марки ХЕ-112.

Розрахунок збірників виробничого запасу розчинів і суспензій

Збірники виробничого запасу розчинів і суспензій розраховуємо за формулою [14]:

$$V_{зб} = \frac{G_p^3}{\rho \cdot K} \quad (2.40)$$

де  $G_p^3$  - маса розчину в збірнику, кг

$\rho$  – густина розчину, кг/м<sup>3</sup>

$K$  – коефіцієнт запасу

Витрата розчину солі, за годину,  $G_p^{\Gamma}$  в кілограмах, за формулою [14]:

$$G_p^{\Gamma} = \frac{G_{\text{сир}}^{\text{год}} \cdot 100}{C} \quad (2.41)$$

Витрата дріжджової суспензії за годину,  $G_{\text{др.с}}^{\Gamma}$ , в кілограмах, за формулою [14]:

$$G_{\text{др.с}}^{\Gamma} = G_{\text{др}}^{\Gamma} \cdot (n+1), \quad (2.42)$$

Результати розрахунків і марки збірників приведено в таблиці 2.10

Таблиця 2.10

### Збірники виробничого запасу розчинів і суспензій

Назва розчину чи суспензії	Годинна витрата розчину, кг	Виробничий запас розчину, год	Виробничий запас розчину, кг	Густина розчину, кг/м <sup>3</sup>	Об'єм, збірника, м <sup>3</sup>	Марка збірника
Розчин солі	52,8	8	422,4	1200	0,35	ХЕ-48
Дріжджова суспензія	25,6	3	76,8	1060	0,07	МЗС-219

#### 2.3.4. Розрахунок обладнання для замішування і бродіння рідких напівфабрикатів

Кількість заварювальних машин для приготування закваски,  $N_3$ , в штуках, за формулою [14]:

$$N_3 = \frac{G_3^{\text{год}} \cdot T_3 \cdot K}{60 \cdot V_3 \cdot \rho} \quad (2.43)$$

де  $T_3$  – тривалість замішування закваски, хв.;

$V_3$  – об'єм заварочної машини, дм<sup>3</sup>;

$\rho$  – густина закваски, кг/дм<sup>3</sup>;

$K$  – коефіцієнт збільшення об'єму;

$G_3^{\text{год}}$  – розхід закваски за годину, м<sup>3</sup>;

$$N_3 = \frac{232,2 \cdot 5 \cdot 1,2}{60 \cdot 0,3 \cdot 1060} = 0,07 \text{ шт}$$

Об'єм чанів для бродіння закваски  $V_3$ , в м<sup>3</sup>, за формулою [14]:

$$V_3 = \frac{G_3^{\text{год}} \cdot T_{\text{бр}} \cdot K_0 \cdot K_{\text{п.п}}}{\rho \cdot K_0} \quad (2.44)$$

де  $T_{\text{бр}}$  – тривалість бродіння закваски, год

$K_0$  – коефіцієнт збільшення об'єму;

$K_{\text{п.п}}$  – коефіцієнт, який враховує масу напівфабрикату попереднього приготування;

$$V_3 = \frac{232,2 \cdot 4,0 \cdot 2}{0,8 \cdot 10^3 \cdot 0,8} = 2,9 \text{ м}^3$$

Об'єм збірника закваски,  $V_{зб.з}$ , в метрах кубічних за формулою, [14]:

$$V_{зб.з} = \frac{G_3^{год} \cdot T_3}{K \cdot \rho} \quad (2.45)$$

де  $T_3$  – час на який передбачено запас закваски на виробництві, год

$$V_{зб.з} = \frac{232,2 \cdot 2}{0,8 \cdot 800} = 0,72 \text{ м}^3$$

Кількість чанів для бродіння закваски, в штуках за формулою [14]:

$$N_{ч}^3 = \frac{V_3}{V} \quad (2.46)$$

де  $V$  – стандартний об'єм чану,  $\text{м}^3$

$$N_{ч}^3 = \frac{2,9}{1,0} = 3 \text{ шт}$$

До установки приймаються чани для бродіння об'ємом  $1,0 \text{ м}^3$  в кількості 3 штук.

### **Обладнання для розробки тіста**

Розрахунок шафи для вистійки проводимо шляхом визначення необхідної кількості колисок,  $N_{р.к}$ , в штуках, за формулою [14]:

$$N_{к} = \frac{P_{год} \cdot T_{вис}}{N_{в} \cdot G_{в} \cdot 60} \quad (2.47)$$

де  $T_{вис}$  – тривалість кінцевого вистоювання, хв.;

$N_{в}$  – кількість виробів, шт.;

$N_{в}$  – кількість виробів на листі, шт.;

$$N_{к} = \frac{720 \cdot 30}{16 \cdot 0,5 \cdot 60} = 45 \text{ шт}$$

До установки приймається вистійно-пічних агрегати Г4-РПА-15 з кількістю робочих люльок 48 шт.

Кількість пакувальних автоматів для пакування виробів в полімерну плівку,  $N_{\Pi}$ , в штуках, за формулою:

$$N_{\Pi} = \frac{P_{\text{год}} \cdot K \cdot B}{G_{\text{в}} \cdot P_{\text{п.а}} \cdot 100} \quad (2.48)$$

де  $P_{\text{п.а}}$  – продуктивність пакувального автомату, шт/год

$B$  – відсоток пакованої продукції

$$N_{\Pi} = \frac{720 \cdot 1,05 \cdot 50}{0,5 \cdot 700 \cdot 100} = 1,0 \text{ шт}$$

Кількість контейнерів для зберігання готової продукції,  $N_{\text{к}}$ , в штуках за формулою:

$$N_{\text{рк}} = \frac{P_{\text{год}} \cdot T_{\text{зб}}}{N_{\text{в}} \cdot M_{\text{в}} \cdot N_{\text{л}}} \quad (2.49)$$

де  $T_{\text{зб}}$  - тривалість зберігання виробів, год.

$$N_{\text{рк}} = \frac{720 \cdot 6}{16 \cdot 0,5 \cdot 8} = 67 \text{ шт}$$

## Специфікація основного технологічного обладнання [23]

№	Обладнання	Кількість	Тип або марка	Технічна характеристика
1	Силос	2	ХЕ-160А	Геометричний об'єм $V=30$ м <sup>3</sup>
2	Просіювач	2	ПБ-1,5	Продуктивність для пшеничного борошна 3,5 т/год; для житнього – 2,8 т/год.
3	Місткість для зберігання сольового цукрового розчину і	2	Т-1-ХСУ-2	Об'єм відстійників $V=13.2$ м <sup>3</sup>
4	Місткість для бродіння тіста	5	И8-ХТА/2	Продуктивність $P=1300$ кг/год
5	Тістомісильна машина для тіста	2	И8-ХТА	Число місильних валів 2 Продуктивність $P=30$ т/доб
6	Діжеперекидач	2	А2-ХП2Д2	Піднімає діжі на висоту до 1900 мм
7	Тістоподільник	2	Ш33-ХД-3У	Продуктивність тістоподільника 20-60 шт./хв.
8	Тістоокруглювальна машина	2	Т1-ХТН	Продуктивність 20-63 шт./хв.
9	Вистійна шафа	2	РШВ-1	Робочих люльок – 287
10	Піч	2	Г4-РПА-15	Площа поду 16 м <sup>2</sup>

## РОЗДІЛ 3. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ

### 3.1 Огляд аналітичних джерел

#### 3.1.1 Загальна характеристика кукурудзи та кукурудзяного борошна

Кукурудза вважається однією з найдавніших культур, освоєних людством 7-12 тисяч років тому. Вперше кукурудза привезена в Європу в XVI столітті Христофором Колумбом — з цього і почалася подальша її культивування. У наші дні посіви кукурудзи займають приблизно 132 млн гектарів землі, а щорічний врожай становить близько 450 мільйонів тонн.

Приблизно половина світового врожаю росте на території США, де місцеві фермери вирощують кукурудзу для домашніх пасовищ. Зерно цієї культури призначається не тільки для харчових потреб людини. Воно також є основним кормом для худоби і птиці.

Свіжа кукурудза є одним з улюблених страв багатьох людей. Зерна цього чудового злаку можна вживати в їжу у вареному і сушеному вигляді (попкорн). Також дуже популярна консервована кукурудза, яка є незамінним інгредієнтом багатьох страв домашньої кулінарії. З кукурудзи також виготовляється крупа, призначена для приготування смачної і корисної каші. Не менш затребуваним продуктом є і кукурудзяне борошно, яке повсюдно використовують для приготування різноманітної випічки.

Кукурудзяне борошно являє собою перемелені до дрібної фракції (порошку) зерна кукурудзи. Для її виробництва використовують в основному тільки тверді сорти солодкої кукурудзи, а починають заготовляти з настання технічної стиглості качана, тобто на кінцевій стадії дозрівання. За кольором вона нічим не відрізняється від культури, з якої виробляється, і має колір від м'якого до насиченого жовтого [24].

З кукурудзи виробляють не лише борошно, але й кукурудзяну олію і навіть крохмаль.



### *Склад кукурудзяного борошна*

Важливе значення для людського організму має кукурудзяне борошно, завдяки багатому хімічному складі та високій харчовій цінності. У складі кукурудзяного борошна присутні такі вітаміни (у міліграмах): А (ретинол) — 0,033 мг; В1 (тіамін) — 0,35 мг; В2 (рибофлавін) — 0,13 мг; Е (токоферол) — 0,6 мг; РР (ніацин) — 1,8 мг. Будучи джерелом надходження вітамінів, кукурудзяне борошно забезпечує добову потребу тих, які організм людини не може синтезувати сам.

Незамінними складовими кукурудзяного борошна, що відповідають за утворення тканин і деяких компонентів складу крові, є мінеральні речовини, виражені макро – і мікроелементами [24].



**Рисунок 3.1 Кукурудзяне борошно**

В хімічному складі кукурудзяного борошна присутні такі макроелементи (у міліграмах): К (калій) — 147 мг; Са (кальцій) — 20 мг; Mg (магній) — 30 мг; Na (натрій) — 7 мг; Ph (фосфор) — 109 мг. Мікроелементи представлені Fe (залізо) в кількості 2,7 мг.

### *Калорійність і харчова цінність кукурудзяного борошна*

Харчова цінність 100 грамів продукту представлена таким складом (в грамах): білки — 7,2 г; жири — 1,5 м; вуглеводи — 72,1 р. Крім цього, в складі присутні: вода — 14 м; харчові волокна — 4,4 р. Енергетична цінність — 331 ккал. [24].

## *Користь кукурудзяного борошна*

Вживання страв з кукурудзяного борошна чудово позначається на організмі людини: вітаміни в складі сприятливо впливають на стан шкіри і волосся, а макро – і мікроелементи позитивно діють на якість крові і перешкоджають розвитку анемії. За корисністю і поживністю кукурудзяне борошно перевершує звичне пшеничне. Мало того, кукурудзяне борошно допомагає знизити рівень холестерину в крові людини. Фахівці відзначають, що якщо регулярно вживати його в їжу, це зміцнить серцево-судинну систему і нормалізує тиск. Кремній, що входить до складу даного продукту, зберігає еластичність кровоносних судин.

Крім того, компонентами кукурудзяного борошна є жирні ненасичені кислоти: ліноленова, лінолева і арахідонова, які відповідають за рівень холестерину.

Харчові волокна надають довгий відчуття ситості і є природними абсорбентами, що сприяє очищенню кишечника і відновлення його нормальної діяльності. Кукурудзяне борошно є жовчогінним засобом, тому використовувати його при хронічних захворюваннях жовчного міхура і печінки необхідно в помірних кількостях.

Незважаючи на високу калорійність, продукт має низький глікемічний індекс і не призводить до підвищення цукру в крові. Він також сприяє зниженню рівня «поганого» холестерину, що оздоровлює серцево-судинну систему і згодом призводить до зниження артеріального тиску. Особливо корисним для спортсменів є вживання виробів з кукурудзяного борошна, так як це сприяє зростанню м'язової маси. Також цінується людьми, які ведуть здоровий спосіб життя, здатність кукурудзи очищати організм від шлаків і токсинів. Якість швидко насичувати організм особливо корисно при дотриманні дієт, але в помірних кількостях. Жінками також оцінено позитивний вплив на стан шкіри і волосся, адже цей продукт уповільнює процес старіння. Комплекс мінералів стимулює роботу нервової системи, що допомагає знизити ризики розвитку слабоумства в старості [24, 27].

Вітаміни і мінерали в складі кукурудзи сприяють зміцненню кісток у дітей, а також зростанню міцних зубів. Малюкам кукурудзяна каша середнього помелу

дозволена з досягненням віку 6-7 місяців. Підтримуючи баланс вітамінів і мінералів, продукт забезпечує нормальний фізіологічний і психічний розвиток організму дитини [24, 27].

### **3.1.2 Використання кукурудзяного борошна в хлібопекарській промисловості**

Важливість кукурудзяного борошна в хлібопеченні полягає в ряді ключових аспектів :

#### **1. Безглютенове борошно:**

Кукурудзяне борошно не містить глютену, що робить його ідеальним інгредієнтом для виробництва безглютенового хліба та інших безглютенових продуктів для людей з целиакією або іншими глютенівими розладами. Це розширює доступність хлібопродуктів для цієї аудиторії та полегшує їх харчування [28, 29].

#### **2. Вдосконалення текстури та смаку:**

Кукурудзяне борошно додає хлібу неповторний солодкий смак та аромат, що робить хліб більш привабливим для споживачів. Крім того, високий вміст крохмалю в кукурудзяному борошні сприяє утворенню більшої кількості пари в тісті під час пекарського процесу, що робить хліб більш пухким та легким.

#### **3. Розширення кулінарних можливостей:**

Кукурудзяне борошно використовується для створення різноманітних традиційних страв, таких як маїса, арепас, тортільї, кукурудзяні кекси та багато інших. Це дозволяє розширити кулінарні можливості та різноманітність в харчуванні.

#### **4. Додаткові корисні властивості:**

Кукурудзяне борошно багате на вітаміни та мінерали, такі як вітамін А, вітамін В6, фолієва кислота, кальцій, залізо та інші. Ці корисні речовини додають хлібобулочним виробам додаткову харчову цінність [29, 30].

Загалом, кукурудзяне борошно розширює можливості хлібопечення, робить його доступним для людей з різними харчовими обмеженнями та збагачує хліб різноманітністю смаків та текстур [29, 30].

## *Виробництво кукурудзяного борошна та його походження*

### *1. Походження кукурудзяного борошна*

Кукурудзяне борошно отримують із зерна кукурудзи (молотого кукурудзяного зерні). Кукурудза є зерною культурою, походження якої датується тисячоліттями і вперше була вирощена аборигенами Америки. Поступово кукурудза стала однією з найпоширеніших культур у світі [24, 31].

### *2. Виробництво кукурудзяного борошна*

- Першим етапом виробництва кукурудзяного борошна є збір та обробка зрілої кукурудзи. Зерно відокремлюють від початків та чистять від ворсу.

- Зерно кукурудзи сушать, а потім мелють на порошок за допомогою млинів або іншого спеціалізованого обладнання.

- В результаті мелення отримується кукурудзяне борошно, яке може бути подрібненим (грубим) або дрібним, залежно від потреб виробника [24, 31].

### *3. Види кукурудзяного борошна*

Існують різні види кукурудзяного борошна в залежності від виду кукурудзи та обробки [24, 31].

Найпоширеніші види включають:

- Звичайне кукурудзяне борошно: виготовляється зі звичайної жовтої кукурудзи та має різноманітні застосування, включаючи хлібопечення.
- Грубе кукурудзяне борошно: виготовляється з грубої кукурудзи та може використовуватися для приготування традиційних страв, таких як арепас або тортільї.

### *4. Географічні особливості*

Виробництво кукурудзяного борошна є поширеним у різних частинах світу, особливо там, де кукурудза є важливою частиною харчування. Країни Північної та Південної Америки, Африки та Азії є основними виробниками кукурудзяного борошна.

Важливість походження та якості кукурудзяного борошна в хлібопеченні полягає в тому, що якість вихідного сировини впливає на смак, текстуру та якість хліба [24, 31].

Виробництво кукурудзяного борошна дотримується стандартів і вимог щодо якості, що гарантує високу якість цього інгредієнта в хлібопеченні.

Кукурудзяне борошно відзначається тим, що воно не містить глютену. Глютен – це білок, який зазвичай присутній в пшеничному борошні і в інших зернових культурах, таких як ріжки, ячмінь та овес. Глютен відповідає за структуру та еластичність тіста, що сприяє збереженню форми хліба під час випічки [32, 33].

Відсутність глютену в кукурудзяному борошні робить його важливим інгредієнтом для виробництва безглютенового хліба та інших безглютенових харчових продуктів. Для осіб з целиакією або іншими харчовими алергіями на глютен, це дає можливість насолоджуватися смачним хлібом та харчовою цінністю його.

У безглютеновому хлібопеченні, кукурудзяне борошно може використовуватися як заміна пшеничному борошну для створення текстури та структури виробу [34].

Додавання до борошна інших безглютенових інгредієнтів, таких як картопляний крохмаль, буряковий пектин або цільнозернові борошна (наприклад, кукурудзяне), може допомогти підтримати структуру тіста і забезпечити хороший результат при пекарстві без глютену [35, 36].

Загалом, відсутність глютену у кукурудзяному борошні робить його важливим інгредієнтом для безглютенового хлібопечення та інших харчових продуктів, а також для споживачів з діагнозом целиакії або інших харчових обмежень на глютен [37].

Кукурудзяне борошно відзначається своїм характерним солодким смаком та ароматом, що вносять цікавий та неповторний акцент у хліб та інші харчові продукти. *Солодкий смак* кукурудзяне борошно має завдяки природнім цукрам, що містяться в кукурудзі. Цей солодкий смак може бути нейтралізований або посилений в залежності від інших інгредієнтів та рецептури. Характерний аромат

кукурудзяне борошна може бути порівняно легким і приємним, що може додати чарівності хлібу та іншим продуктам, в яких воно використовується. Це особливо корисно в рецептах, де солодкий елемент бажаний, наприклад, для виробництва кукурудзяного хліба або кукурудзяних булочок. Залежно від виду кукурудзяного борошна (наприклад, жовтого чи білого) та інших інгредієнтів у рецепті, солодкий смак та аромат можуть варіювати. Жовте кукурудзяне борошно, наприклад, може мати більш виражений солодкий смак через вищий вміст каротину [38].

Солодкий смак та аромат кукурудзяного борошна роблять його ідеальним для виробництва солодких хлібних виробів, таких як кукурудзяний хліб, маїса, кукурудзяні пампушки та інші ласощі.

Загалом, солодкий смак та аромат кукурудзяного борошна надають хлібопеченню унікальний смаковий властивості та дозволяють створити різноманітний асортимент хлібобулочних виробів з цікавими смаками та ароматами.

Кукурудзяне борошно відрізняється високим вмістом крохмалю, і ця особливість робить його корисним інгредієнтом в хлібопеченні.

Вплив крохмалю на процес хлібопечення та якість готового продукту:

#### 1. Збільшення об'єму та пористості хліба:

Крохмаль у кукурудзяному борошні допомагає утворити гелевидну структуру в тісті під час пекарського процесу. Це призводить до збільшення об'єму та пористості готового хліба, що робить його більш пухким та легким [39].

#### 2. Збереження свіжості:

Крохмаль має здатність затримувати вологу в хлібі, що допомагає зберегти свіжість продукту на довший час. Це особливо корисно в випічці, оскільки дозволяє хлібу залишатися соковитим та м'яким протягом більш тривалого періоду [40].

### 3. Вплив на консистенцію:

Крохмаль додає структуру та консистенцію тісту, допомагаючи йому зберігати форму під час випічки. Це особливо важливо для тіста, яке містить інші безглютенові інгредієнти, такі як яйця, які не мають властивостей глютену [41].

### 4. Безглютенові властивості:

Кукурудзяне борошно є безглютеновим, що робить його ідеальним для виробництва безглютенового хліба та інших продуктів для осіб з целиакією або іншими глютенними розладами. В даний час стрімко розвивається виробництво спеціалізованих продуктів харчування, у тому числі хлібобулочних виробів, що знижують рівень захворювань, в тому числі і генетичних. Целиакія – генетичне хронічне захворювання, яке характеризується пошкодженням слизової оболонки тонкого кишечника рослинним білком, який міститься в злакових, – глютені. Єдиним способом лікування цього захворювання і профілактики всіх його важких ускладнень є суворе і довічне дотримання безглютенової дієти. Будь-яке споживання продуктів, що містять глютен, навіть у дуже малих кількостях, завдає удару слизовій оболонці кишечника [42].

Дослідженнями показників якості хлібобулочних виробів з безглютенової борошняної сировини (кукурудзяного борошна) доведено необхідність і можливість регулювання структурно-механічних властивостей тіста та хлібобулочної продукції за рахунок додавання полішувачів.

Пошук добавок-полішувачів структури безглютенових хлібобулочних виробів проводився на підставі розуміння фундаментального механізму утворення безглютенового тіста [43]. Згідно з сучасними науковими уявленнями, за відсутності в безглютеновому борошні гідратованої клейковинної мережі, що зазвичай формує просторову структуру пшеничного тіста, одним з важливих чинників оптимізації і стабілізації процесу утримання бульбашок газу, утворених в тісті, є достатня кількість води для гідратації біополімерів тіста для набуття тістом потрібної в'язкості.

Детального дослідження потребує перебіг процесів тістоутворення з використанням кукурудзяного борошна (фізико-хімічних, біохімічних, реологічних і мікробіологічних процесів, що є визначальними під час

замішування і бродіння, формування і розстоювання тіста), теплової обробки тістової заготовки (вивчення гідратаційних процесів, що впливають на втрати вологи під час випікання).

#### 5. Різноманітність використання:

Високий вміст крохмалю в кукурудзяному борошні дозволяє його використовувати для різних видів хліба, включаючи кукурудзяний хліб, бездріжджовий хліб, маїса, та інші хлібні страви, де текстура і пористість є важливими факторами [44].

Загалом, високий вміст крохмалю у кукурудзяному борошні відкриває широкі можливості для покращення якості хліба та інших випічки, робить його ідеальним варіантом для безглютенового хлібопечення та додає корисні властивості до кулінарних творінь

#### *Способи використання кукурудзяного борошна в хлібопеченні:*

1. Кукурудзяний хліб: Кукурудзяне борошно може бути використане для приготування кукурудзяного хліба, який має характерний солодкий смак та золотавий колір. Цей хліб є популярним у багатьох кухнях світу, зокрема в мексиканській та південноамериканській кухнях [44].

2. Маїса: Маїса - це вид мексиканських кукурудзяних ласощів, які готуються змішуванням кукурудзяного борошна, води та інших інгредієнтів. Їх можна запікати, смажити або готувати на пару, і вони мають солодкий та легкий смак.

3. Кукурудзяні булочки: Кукурудзяне борошно може бути додане до рецепту для випічки кукурудзяних булочок. Ці булочки зазвичай мають солодку смакову ноту та аромат [44].

4. Тортільї та арепас: Кукурудзяне борошно використовується для приготування традиційних страв, таких як тортільї (тонкі мексиканські палянички) та арепас (венесуельські кукурудзяні палянички). Вони можуть бути подається як пласкі хлібні вироби або основа для різних начинок

Отже, розширення асортименту хліба за допомогою розробки нових рецептур та технологій його виробництва, зокрема, з додаванням з кукурудзяного борошна для збільшення біологічної цінності хліба є перспективним напрямком в хлібопеченні та викликає велику цікавість. Порушення структури харчування



через недостатнє споживання повноцінних білків, макро- і мікроелементів, вітамінів, поліненасичених жирних кислот і нераціональне їх співвідношення призводить до погіршення здоров'я населення. Хлібобулочні вироби є продуктами повсякденного споживання, тому збагачення їх життєво необхідними нутрієнтами до кількості, адекватної добовим потребам організму, набуває стратегічного значення. За цих умов інновації в хлібопеченні в основному зосереджено на розширенні асортименту виробів з поліпшеною харчовою цінністю та певними фізіологічними властивостями, введенням до їх складу необхідних есенціальних речовин. Зокрема, перспективним напрямом розширення асортименту оздоровчих хлібобулочних виробів є включення до їх рецептури, поряд з пшеничним або житнім інших видів борошна, що дає можливість створювати нові вироби з поліпшеним хімічним складом за рахунок взаємного збагачення функціональними компонентами різних зернових і круп'яних культур. В Україні поширеною круп'яною культурою є кукурудза. Кукурудза, порівняно з пшеницею, містить більше клітковини, поліненасичених жирних кислот групи  $\omega$ -3 і  $\omega$ -6, таких важливих для організму речовин, як залізо, селен, фолієва кислота, біотин, токоферол,  $\beta$ -каротин тощо. Це свідчить про доцільність використання продуктів її перероблення, і зокрема борошна, у хлібопеченні з метою розширення сировинної бази та асортименту функціональних хлібобулочних виробів. Відомо, що за умови використання кукурудзяного борошна в суміші з пшеничним знижується якість хлібобулочних виробів, вироби швидко черствіють [24, 31, 34]. Проте в літературних джерелах недостатньо висвітлено вплив кукурудзяного борошна на перебіг основних процесів у тістових системах і технологічні заходи, що покращують якість виробів. Нині житньо-пшенині вироби з додаванням кукурудзяного борошна майже не виробляють, у першу чергу, через їх невисоку якість порівняно з традиційними хлібобулочними виробами. Тому актуальним є поглиблене вивчення впливу кукурудзяного борошна на перебіг біохімічних, мікробіологічних, колоїдних процесів у тістовій системі. Це дасть можливість науково обґрунтувати технологічні заходи, застосування яких забезпечить високу

якість готових житньо-пшеничних виробів із додаванням кукурудзяного борошна та наданням їм оздоровчих властивостей, і сприяти розширенню асортименту.

### **3.1.3 Загальна характеристика солоду**

Солод - це штучно пророщені злакові культури, такі як жито, ячмінь, овес, пшениця, просо, частково пророщені зерна із запущеним ферментативним природним ланцюгом перетворень ендосперму зерна [45]. Використовується як проміжний продукт у виробництві пива, квасу, спиртних напоїв. Як результат, у зернах хлібних злаків, при пророщуванні утворюються амілолітичні і протеолітичні ферменти, що сприяють процесу солодування [45].

Солодом є проросле в штучних умовах, розмелене і висушене зерно. Найчастіше виготовляють солод з ячменю і жита. Також можуть виробляти солод і інших зернових культур (пшеничний, гороховий, гречаний, соєвий). Ячмінний солод буває білим і темним, житній солод також виготовляють двох видів – червоний ферментований житній солод і світлий неферментований солод. Білий та світлий солод використовується в основному в пивоварінні, а також у спиртовому, крохмало-патоковому і хлібопекарському виробництвах як джерело ферментів [45, 46].

Житній ферментований солод використовується у хлібопеченні і при виробництві хлібного квасу як смакова і ароматична добавка.

На відміну від світлого солоду ферментований солод сушать при підвищеній температурі (до 100 °С у самому зерні). При цьому майже всі ферменти в ньому втрачаються. Речовини, що надають специфічного кольору, приємного смаку і аромату червоного солоду, утворюються в першій стадії сушіння [46].

Солод містить розчинні у воді речовини (ті, що переходять в екстракт), представлені переважно вуглеводами – глюкозою, фруктозою, сахарозою. Солод вважається тим кращим, чим більше в ньому міститься водорозчинних речовин. Низький вміст екстрактивних речовин свідчить про неправильну технологію приготування солоду і негативно позначається на його якості (смаку, ароматі).

Процес отримання солоду складається з намочування і пророщування насіння; намочування має на меті дати можливість насінню набубнявіти і підготувати його до проростання. Процеси хімічних змін починаються вже при набуханні насіння, оскільки при цьому помічається вже дихання, результатом якого є утворення вугільної кислоти і діастази. Обидва процеси прискорюються при проростанні. Загальні зміни, що викликані проростанням, відбуваються внаслідок витрати речовин на дихання вміст сухої речовини помітно знижується; значна частина крохмалю переходить до розчину, утворюючи глюкозу, тростинний цукор, мальтозу і інші розчинні вуглеводи [47].

Такому ж розчиненню піддаються частково і стінки клітини, це розчинення відбувається під впливом діастази, яка частково вже містилася в незміненому насінні, головним чином тієї, що утворилася при проростанні; частина названих вуглеводів споживається на дихання, окислюючись до вугільної кислоти та воду. Так само, частково окислюються у вугільну кислоту жирні олії, частково ж вони переходять у вуглеводи. Білкові речовини частково пептонізуються, тобто перетворюються на пептони, ймовірно, під впливом спеціальних пептонізуючих ферментів, частково ж розпадаються в розчині азотистих продуктів, що кристалізуються, як аспарагін, амідокислоти тощо. Вже в непророслому зерні можна виявити діастазу; зосереджена вона там, головним чином, в щитку; разом з проростанням йде посилене новоутворення діастази в ендоспермі; під його впливом відбувається розчинення крохмалю, і продукти, що одержують при цьому, всмоктуються епітеліальним шаром щитка і звідти поступають в паросток, де споживаються на новоутворення і дихання [47].

Деякі дослідники схильні приписувати головну роль в утворенні діастази щитку, звідки фермент цей поступає до ендосперм [48], на це вказує той факт, що відокремлений від ендосперма і прикладений до крохмалю зародок з щитком розчиняє крохмаль. Проте, є вказівки на те, що розчинення це відбувається не під впливом діастази, а нижчих організмів; що ендосперм у змозі виробляти діастаз і без участі щитка, доводиться тим, що за певних умов можна викликати розчинення крохмалю в клітинах ендосперму і спорожнення ендосперму, позбавленого зародку. Якщо такий ендосперм за допомогою гіпсового стовпчика

зіткнеться з водою, то в ньому протікають процеси перетворення речовин так само, як і при нормальному проростанні, причому розчинні продукти перетворень переходять у воду. У самому ендоспермі утворення діастази найзначніше, мабуть, в зовнішньому, так званому алейроновому його шарі; проте, і інші частини ендосперма в змозі утворити діастазу, що витікає з того, що таке утворення спостерігається і в тому випадку, коли ендосперм позбавлений цього шару [49].

До XIX століття вважалось, що придатний лише такий солод, проростання якого йшло до появи листочка, однак в новітній час доведено, що солод, в якому листочок досяг відносно великого розміру (довгий солод, нім. *Langmalz*) містить значні кількості діастази, якщо процес солодування відбувався при достатньо невисокій температурі. Із зовнішніх умов, що впливають на утворення діастази, вкажемо на кисень, присутність якого грає величезну роль в утворенні цього ферменту, і на світло, яке, за новішими дослідженнями, руйнує діастазу. Це спостереження дає пояснення тому, що приміщення для солодування — солодівні — облаштовуються з забезпеченням незначного доступу світла [50].

Солод житній сухий ферментований – застосовується у хлібопеченні для надання житнім та житньо-пшеничним виробам більш вираженого смаку, неповторного аромату та особливого кольору, а також при виготовленні хлібного квасу та квасного суслу, при цьому збільшуючи біологічну цінність будь-якої страви [51].

Завдяки високому вмісту ароматичних та барвників ферментований солод надає м'якушу темного кольору, надає випічці відомий апетитний смак і аромат справжнього житнього хліба. Солод додається в тісто з розрахунку 20-30 г на 500 г борошна [52].

У випічку зазвичай додають житній або пшеничний солод. Житній ферментований солод додають у хліб щоб надати йому аромат, колір і смак як у житнього хліба. Житній неферментований солод використовують для покращення якості готового тіста. У хліба із світлим солодом відмінна скоринка, повітряний м'якуш [53].

Солод для хліба, як і патока, надає хлібу особливий смак та аромат, уповільнює його черствіння [54]. Специфічний смак та аромат створюється в процесі складання (пророщування зерна в особливих умовах), а також екстрагування (утворення екстракту) солоду [55].

### **3.1.4 Використання солоду в хлібопекарській промисловості**

Виготовлення продукції високої якості, підвищеної біологічної цінності, розширення асортименту виробів є основними напрямками сучасного виробництва хлібобулочних виробів.

Останнім часом як джерело корисних компонентів найшли застосування в хлібопеченні солоду житнього ферментованого, який містить комплекс органічних кислот, вуглеводи, мінеральні речовини. Виготовлення житнього солоду з пророслого зерна обумовлює його біологічну активність, а завдяки великому вмісту цукрів (мальтози, глюкози і фруктози) й амінокислот він має високу споживчу цінність і легко засвоюється організмом. Всі ці фактори обумовлюють доцільність використання солоду в хлібопеченні для підвищення харчової цінності й розширення асортименту хлібобулочних виробів.

Проводили дослідження [56], готували пшеничне тісто безопарним способом. Використовували пшеничне борошно із середніми хлібопекарськими властивостями. Солод дозували в кількості 2 і 5% до маси борошна в тісті.



**Рисунок 3.2 Солод житній ферментований**

Як показали проведені дослідження [56], додавання до тіста житнього солоду ТМ ЕКО MALT дозволяло покращити технологічний процес і якість готових виробів. Із внесенням солоду інтенсифікується процес бродіння тіста. Так, зі збільшенням кількості кислотність тіста підвищується в середньому на 0,2

град. на кожні 2% солоду. Що дозволяє зменшити термін вистоювання тістових заготовок у залежності від кількості внесеного солоду.

Аналіз готової продукції показав, що із внесенням до тіста солоду дещо підвищилася кислотність хліба, при цьому хліб набув приємного кисло-солодкого смаку й гарно вираженого ніжного аромату. М'якушка еластична, має коричневий відтінок, який наближається до заварного хліба із червоним солодом. Внесення до тіста солоду позитивно відображається також на пористості й питомому об'ємі хліба, які збільшуються по відношенню до контрольного зразка на 6 і 10% [56, 57].

При збільшенні вмісту солоду в тісті та його ферментації показники якості хліба не знижуються. Вони кращі, ніж у хліба без добавок. Однак спостерігається темне забарвлення м'якушки, хліб має темно-коричневий колір, але він більш ароматний і смачний [57, 58].

Таким чином, збагачення хліба житнім солодом ферментованим активізує бродильну мікрофлору тіста, інтенсифікує процес бродіння тіста, сприяє підвищенню аромату хліба, збільшує його споживчу цінність і дозволяє розширити асортимент хлібних виробів.

### **3.2 Мета, об'єкт, предмет та методи досліджень**

Проаналізовані наукові праці вітчизняних і зарубіжних вчених свідчать, що перспективною сировиною для виробництва хліба з оздоровчими властивостями є кукурудзяне борошно. На основі літературного огляду обрано основні напрями роботи, сформульовано мету і конкретні задачі досліджень.

Підібрано методики для визначення показників якості сировини, напівфабрикатів, готової продукції. Робота виконана у лабораторних і виробничих умовах з використанням загальноприйнятих і спеціальних методів досліджень.

**Метою роботи** розробка рецептури і удосконалення технології виробництва хліба житньо-пшеничного з додаванням кукурудзяного борошна та солоду.

*Завдання роботи:*

- Удосконалити технологію та розробити рецептурний склад хліба житньо-пшеничного із кукурудзяним борошном і солодом.
- Проаналізувати хлібопекарські властивості кукурудзяного борошна та солоду, їх вплив на якість готових виробів.
- Дослідити вплив на технологічний процес та якість виробів заміни в рецептурі хліба частини пшеничного борошна кукурудзяним.
- Дослідити вплив кукурудзяного борошна та солоду на процес дозрівання тіста.
- Дослідити структурно-механічні властивості тіста.
- Підібрати параметри технологічного процесу для хліба житньо-пшеничного із кукурудзяним борошном і солодом.

**Об'єкт дослідження:** технологічний процес виробництва хліба

**Предмет дослідження** – кукурудзяне борошно, солод житній ферментований

### **3.3 Результати досліджень**

Еспериментальна частина роботи зображена на схемі (Рис. 3.3)

Дослідження проводились в лабораторіях кафедри харчової біотехнології і хімії Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

Для аналізу сировини, технологічних процесів та встановлення показників якості готового хліба використовували стандарти, визнані методи та вимоги стандартів [59].

Дослідження якості борошна встановлювали за такими показниками як вологість, кислотність.

Пружні властивості набухлих білків борошна встановлювали за допомогою приладу ІДК.

Силу борошна досліджували за його структурно-механічними властивостями. Для цього замішували тісто масою 100 г та спостерігали за тим як змінюється його діаметр за 180 хв відлежування при температурі 30 °С.

Кількість виділеного диоксиду вуглецю визначали на приладі Яго-Островського. Для цього замішували тісто з борошна, дріжджів та води та клали в скляну ємність, яка знаходилась у водяній бані при температурі 30 °С. Процес бродіння тривав 5 год, кожні 30 хв проводили заміри кількості хлориду натрію який витіснявся утвореним в процесі дозрівання тіста газом.

В процесі приготування тіста контролювали його початкові і кінцеві температуру і титровану кислотність, стан напівфабрикатів – структуру, консистенцію, аромат.

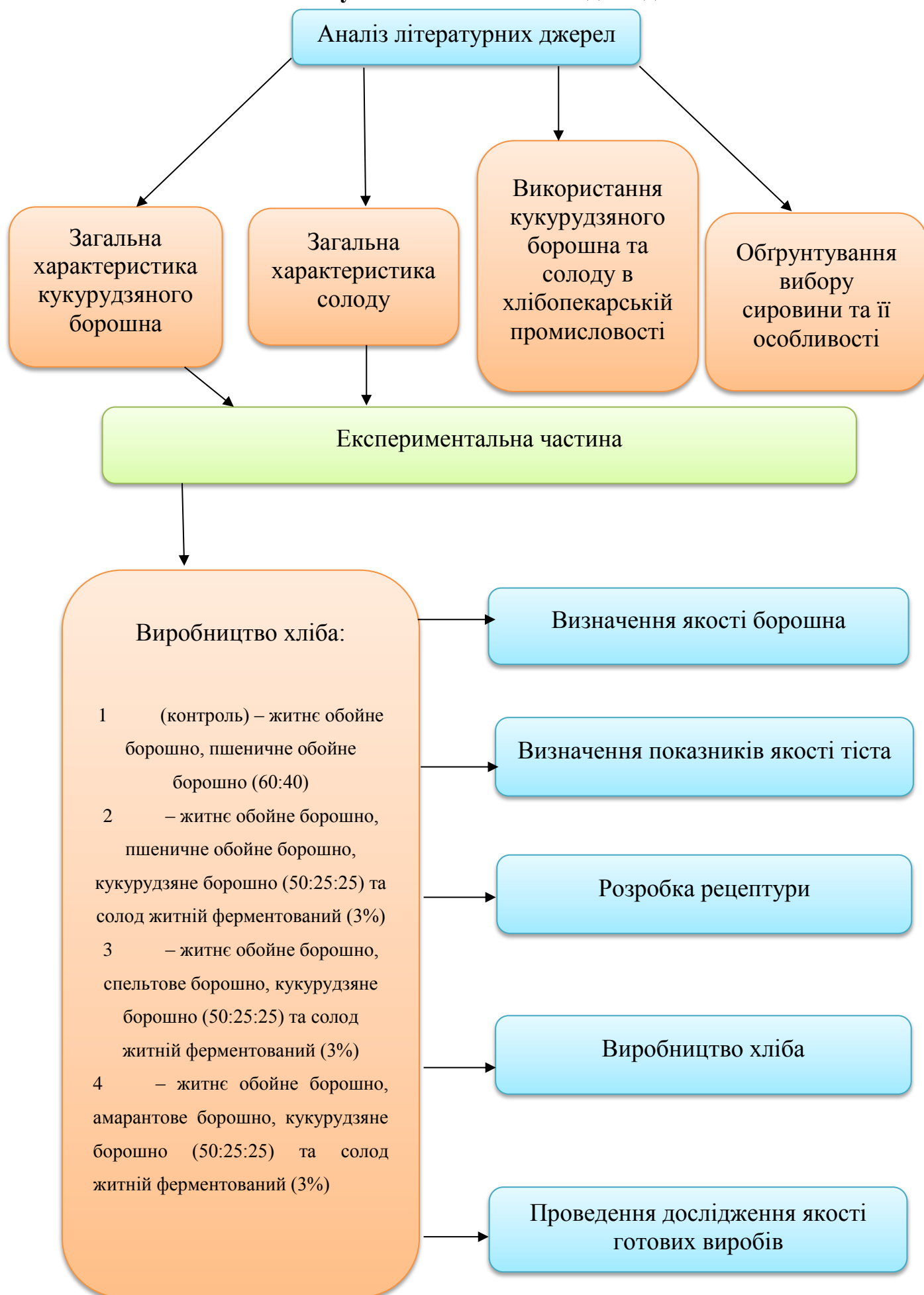
Вміст кислот, що накопичуються в процесі дозрівання тіста встановлювали шляхом титрування 0,1 моль/дм<sup>3</sup> розчином гідроксиду натрію в присутності 1 % розчину фенолфталеїну підготовленої наважки напівфабрикату до слабо-рожевого забарвлення. Кількість витраченого на титрування лугу підставляли у формулу та розраховували титровану кислотність, град.

Досліджували підймальну силу (ПС) напівфабрикатів за спливанням кульки. Для цього кульки тіста опускали в скляну посудину з водою, яка знаходилась в термостаті нагрітому до температури 32 °С.

Оцінювали якість готових виробів за органолептичними та фізико-хімічними властивостями. А також визначали зміну крихкуватості хліба при зберіганні.



Рисунок 3.3 – Блок схема досліджень



Проведений огляд літературних джерел стосовно питання виробництва хліба з додаванням кукурудзяного борошна показав можливість і доцільність використання в хлібопеченні кукурудзяного борошна. Дане питання досить давно цікавить багатьох фахівців хлібопекарської промисловості та дотичних галузей. При цьому опублікованих наукових праць за тематикою можливості застосування при виробництві хліба з додаванням кукурудзяного борошна досить невелика кількість.

З метою розширення асортименту хліба, підвищення його харчової і біологічної цінності була розроблена технологія приготування житньо-пшеничного хліба з додаванням кукурудзяного, амарантового та спельтового борошна і солоду житнього ферментованого.

Амарантове борошно отримують внаслідок переробки зерен рослини амарант із сімейства амарантових, деякі види якого вирощують як сільськогосподарську зернову культуру. Це борошно багате на білок і не містить глютену. Насіння амаранту містить велику кількість кальцію, заліза, магнію, фосфору, калію та єдине зерно, у складі якого є вітамін С. Порівняно з іншими зерновими, у ньому більше незамінної амінокислоти лізин, яка потрібна для засвоєння жирних кислот, кальцію. Борошно зі спельти виготовляється шляхом подрібнення органічного зерна пшениці спельти (іноді її називають полба). Тому борошно з неї також є відмінним вибором з точки зору поживної цінності. Воно засвоюється набагато легше, ніж багато інших продуктів борошномельного виробництва [60].

Ми вирішили спробувати декілька варіацій рецепту житньо-пшеничного хліба.

- 1 зразок (контроль) – житнє обойне борошно, пшеничне обойне борошно (60:40)
- 2 зразок – житнє обойне борошно, пшеничне обойне борошно, кукурудзяне борошно (50:25:25) та солод житній ферментований (3%)
- 3 зразок – житнє обойне борошно, спельтове борошно, кукурудзяне борошно (50:25:25) та солод житній ферментований (3%)

4 зразок – житнє обойне борошно, амарантове борошно, кукурудзяне борошно (50:25:25) та солод житній ферментований (3%)

Проаналізовано хімічний склад борошна, дані наведені в таблиці 3.1

Таблиця 3.1

### Хімічний склад борошна

Показник	Борошно житнє обойне	Борошно пшеничне обойне	Борошно кукурудзяне	Борошно спельтове	Борошно амарантове
1	2	3	4	5	6
Білки	8,9	11,7	9,2	11,3	15,8
Жири	1,6	1,9	2,5	2,7	7,5
Вуглеводи	73,8	70,8	73,7	72,5	60,1
Клітковина	1,2	1,9	3,9	11	5,4
Зола	1,5	1,2	1,2	1,7	2,4

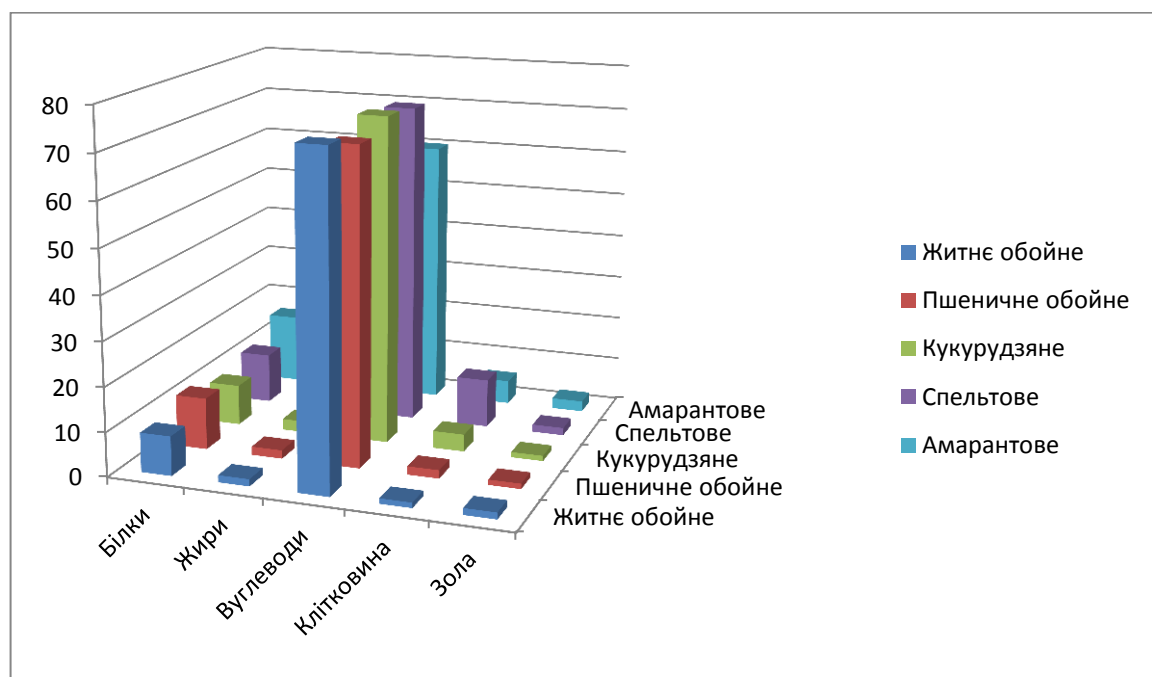


Рисунок 3.4 - Порівняння хімічного складу борошна

Проведено розрахунок хліба масою 0,75 кг. Дані наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

### Рецептура приготування закваски

Сировина	Маса, г
Борошно житнє обойне	173,2
Солод житній ферментований	25,6
Вода	340
Всього	538,8

Проведено розрахунок рецептури тіста, дані в таблиці 3.3

Таблиця 3.3

### Рецептура приготування тіста

Сировина	Маса, г			
	№1	№2	№3	№4
Борошно житнє обойне	107	62	62	62
Борошно пшеничне обойне	188	118	-	-
Борошно спельтове	-	-	118	-
Борошно амарантове	-	-	-	118
Борошно кукурудзяне	-	118	118	118
Дріжджова суспензія	20	20	20	20
Сольовий розчин	30	30	30	30
Закваска	538,8	538,8	538,8	538,8
Всього	883,2	883,2	883,2	883,2

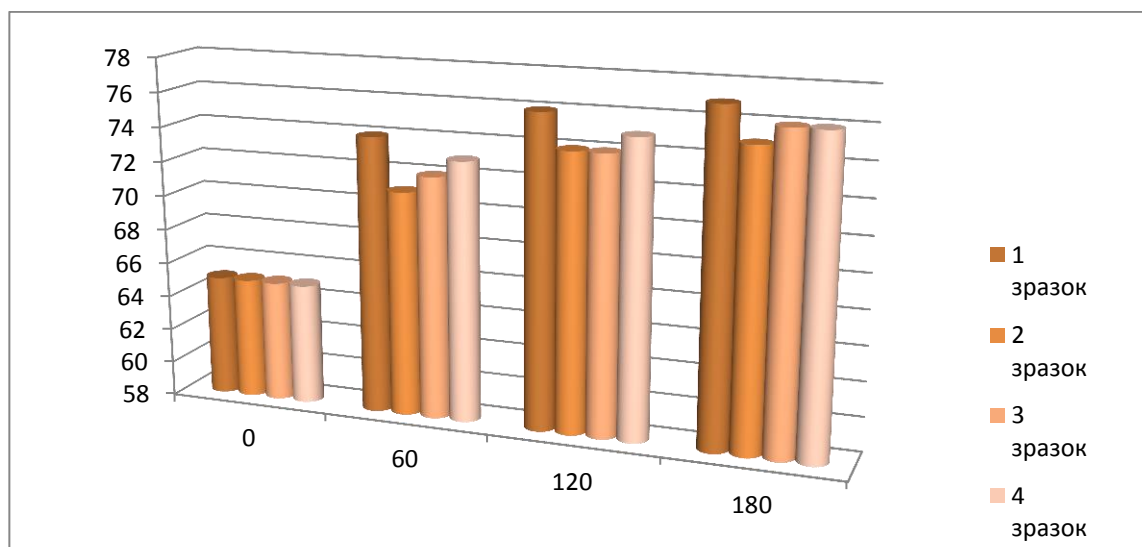
#### 3.3.1 Дослідження технологічних характеристик тіста

Хлібопекарські властивості борошна є важливим показником для обрання технології виробництва, а саме встановлення способу приготування тіста, підбору технологічних параметрів та регулювання якості готових виробів. Важливо дослідити структурно-механічні властивості тіста й, відповідно формостійкість виробів, їх пористість.

Як свідчать дані, що при внесенні солоду житнього ферментованого в поєднанні з кукурудзяним борошном сприяє зменшенню розтяжності клейковини й збільшенню її пружності. При цьому, еластичність зберігається

хорошою у всіх зразках. Якість готового хліба, тобто його питомий об'єм, стан м'якушки залежатимуть від сили борошна, реологічних властивостей тіста. Проведені дослідження щодо порівняння діаметра кульки тіста з додаванням солоду житнього ферментованого та кукурудзяним борошном, показали зменшення розпливання тіста порівняно з контролем.

Результати досліджень борошна наведені на графіку рис. 3.4.



Час вистоювання, хв

### Рисунок 3.5 – Динаміка розпливання тістових кульок

Як видно з графіку, зразки 2, 3, 4 після трьох години бродіння розпливалися менше відносно контрольного зразка 1. Спостерігається більше розпливання тістової кульки в зразку 4 порівняно із зразками 2, 3 за дві-три години вистоювання в 1,02 рази. Це може свідчити про те, що в зразку 4 додається амарантове борошно з кукурудзяним, які мають характерну особливість білків і відсутню в них клейковини фракцій. Відзначено вченими [31] також, що клейковина, яку відмивають із суміші пшеничного і амарантового борошна має більш темний колір і в міру збільшення дозування амарантового борошна стає менш еластичною і легко рветься. Дана залежність відзначалася також в дослідженнях інших авторів [34] і може бути обумовлена утворенням сорбційних, іонних, водневих та інших зв'язків в білкової матриці внаслідок специфічних властивостей білків амаранту.

**Вплив борошна на стан вуглеводно-амілазного комплексу**

Показник	Зразки			
	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3	Зразок 4
Водопоглинальна здатність суміші, %	85	87	91	94
Автолітична активність борошна, %	30,0	32,0	34,0	36,0

**3.3.2 Дослідження впливу додавання кукурудзяного борошна та солоду на фізико-хімічні та органолептичні показники якості хліба**

Для початку роботи ми підготували сировину. Відміряли житнє, пшеничне борошно обойне та кукурудзяне для закваски (співвідношення борошна 50:15:35).

Для закваски взяли дріжджову суспензію, додали води та поступово вводили борошно, вимішували закваску і поставили для вистоювання на 180 хв. Далі в закваску додали решту борошна і сольовий розчин. Після того як тісто замісили, поставили на вистоювання близько 60 хв. Після вистоювання зробили обминання тіста, після чого сформували наш хліб, надали круглої форми, залишили стояти ще 20 хв. Після цього тістові заготовки поставили в піч, попередньо нагріту до 220°C, і випікали 45 хв. Після випікання хліб дістали з духовки та залишили остигати, далі було проведено органолептичну оцінку якості.



**Рисунок 3.6 Хліб на основі додавання до закваски житнього, пшеничного борошна обойного та кукурудзяного**

Було проведено органолептичну оцінку якості готового хліба, і зроблено висновок, що продукція має приємний зовнішній вигляд. Але так, як в заквасці

було використане кукурудзяне борошно, це безпосередньо вплинуло на яскраво виражений кукурудзяний смак і аромат хліба, що не сподобалось дегустаторам. Також м'якушка хліба була липкою.

Дослідження показали, що при використанні в рецептурі кукурудзяної борошна замість частин пшеничного борошна основною причиною поганої якості хліба є погіршення структури та механічних властивостей тіста через зменшення кількості клейковини.

Тому було прийнято додати солод житній ферментований в закваску для покращення властивостей тіста, а кукурудзяне борошно вносити в процесі приготування тіста.

Далі в ході досліджень випікали хліб з житньо-пшеничного обойного борошна з додаванням кукурудзяного борошна та солоду житнього ферментованого, замість частини борошна пшеничного. Дослідження проводили, використовуючи приготування тіста на рідкій заквасці. В якості контрольного зразка використовували хліб з житньо-пшеничного обойного борошна, випеченого без додавання добавок.

Для вивчення впливу кукурудзяного борошна на якість хліба, визначили його оптимальне дозування та додавали кукурудзяне борошно при замішуванні тіста в кількості 25% замість частини борошна пшеничного обойного. Для зразка 3 додавали кукурудзяне борошно при замішуванні тіста в кількості 25% та спельтове - в кількості 25% , замість борошна пшеничного обойного. Аналогічно для зразка 4 додавали кукурудзяне борошно - 25% та амарантове - 25% , замість борошна пшеничного обойного.

На рисунках 3.7 наведено фото досліджуваних зразків хліба.



**Рисунок 3.7 – Зразки хліба:**

- 1 – житнє обойне борошно, пшеничне обойне борошно (60:40)*
- 2 – житнє обойне борошно, пшеничне обойне борошно, кукурудзяне борошно (50:25:25) та солод житній ферментований (3%)*
- 3 – житнє обойне борошно, спельтове борошно, кукурудзяне борошно (50:25:25) та солод житній ферментований (3%)*
- 4 – житнє обойне борошно, амарантове борошно, кукурудзяне борошно (50:25:25) та солод житній ферментований (3%)*

Усі вироби мали правильну форму, що відповідає подовому виду хліба, однак хліб контроль відрізнявся більш розпливчастою формою.



## Органолептичні показники якості хліба

Показники	Контроль 1 Зразок	2 Зразок	3 Зразок	4 Зразок
1	2	3	4	5
Форма	вироби мають правильну круглу форму			
Стан поверхні	без тріщин, з підривами			
	гладка	гладка	шорсткувата поверхня	шорсткувата поверхня
Забарвлення скоринки	Світло- коричнева	Темно- коричнева	Темно- Коричнева	Темно- Коричнева
Стан м'якушки: еластичність	дещо ущільнену м'якушка, еластичність хороша			
Колір м'якушки	Світло- коричневий	коричневий	Коричневий	Коричневий
Структура пористості	рівномірна, тонкостінна			
	середньо пориста	мілко пориста	мілко пориста	середньо пориста
Аромат	відповідає виду хліба, без сторонніх ароматів й присмаків	приємний, легкий присмак кукурудзяного борошна та солоду		приємний, легкий присмак кукурудзяного борошна та солоду, зледь відчутним присмаком амаранту
Смак				
Розжову- ваність м'якушки	Хороша			



**Рисунок 3.8 - Готові вироби**

- 1 – житнє обойне борошно, пшеничне обойне борошно (60:40)*
- 2 – житнє обойне борошно, пшеничне обойне борошно, кукурудзяне борошно (50:25:25) та солод житній ферментований (3%)*
- 3 – житнє обойне борошно, спельтове борошно, кукурудзяне борошно (50:25:25) та солод житній ферментований (3%)*
- 4 – житнє обойне борошно, амарантове борошно, кукурудзяне борошно (50:25:25) та солод житній ферментований (3%)*

У всіх виробах, крім контролю особлива шорсткувата скоринка, притаманна змішуванню житнього та кукурудзяного борошна. Також оцінювали стан м'якушки. Залишкову деформацію починається натисканням пальця на поверхню. У всіх зразках спостерігалась залишкова деформація та середня пружність. М'якушка хліба добре пропечена з рівномірною середньою та дрібною пористістю. Середня пористість була у контролі та у зразку 4, де додавали кукурудзяне та амарантове борошно. Слід відмітити, що колір м'якушки відрізнявся з контролем за рахунок додавання солоду.

Дегустаційна оцінка відмітила, що використання кукурудзяного борошна та житнього ферментованого солоду надає аромату, кольору та солодкуватого смаку виробам. В 4 зразку з'являється також виражений присмак амаранту.

Для органолептичної оцінки використовували спеціальну шкалу 5-бальну. Показники якості – зовнішній вигляд, колір, запах, смак. Кількістю

набраних балів визначили показники якості виробів. Результати наведено в таблиці 3.6

Таблиця 3.6

**Органолептична оцінка якості хліба дегустаторами**

Зразок	П.І.П.	Показники, бали				Середній бал
		Зовнішній Вигляд	Колір	Запах	Смак	
Зразок 1	Максимчук І.	4	4	5	4	4,25
	Томчук Р.	5	5	5	5	5
	Заставна А.	4	4	5	3	4
	Коляденко А.	5	4	5	4	4,5
	Дуда М.	4	4	5	4	4,25
	Вербіцька В.	4	4	4	4	4
	Демидась О.	4	5	5	5	4,25
Зразок 2	Максимчук І.	5	5	5	4	4,75
	Томчук Р.	5	5	5	5	5
	Заставна А.	5	5	5	5	5
	Коляденко А.	5	5	5	5	5
	Дуда М.	5	5	5	5	5
	Вербіцька В.	5	5	5	4	4,75
	Демидась О.	5	5	5	5	5
Зразок 3	Максимчук І.	5	5	4	4	4,5
	Томчук Р.	5	5	5	5	5
	Заставна А.	5	5	5	4	4,75
	Коляденко А.	5	5	5	5	5
	Дуда М.	4	5	5	4	4,5
	Вербіцька В.	4	5	5	4	4,5
	Демидась О.	5	5	5	5	5
Зразок 4	Максимчук І.	4	5	5	5	4,75
	Томчук Р.	5	5	5	5	5
	Заставна А.	5	5	5	5	5
	Коляденко А.	5	5	5	5	5
	Дуда М.	4	5	5	5	4,75
	Вербіцька В.	4	5	5	5	4,75
	Демидась О.	5	5	5	5	5

Було проведено органолептичну оцінку якості готових продуктів, і можна зробити висновок що продукція має приємний зовнішній вигляд. Всі зразки 2, 3, 4 мають добрий колір та запах притаманний даному виду борошна. Зразок 1 (контроль) набрав найменші бали, оскільки не мав такого вираженого смаку та аромату. Зразки 2 і 4 сподобалися дегустаційній комісії найбільше. Зразок 2 мав виражений аромат кукурудзяного та житнього борошна і солоду, солодкуватий присмак. Зразок 4 також проявляв аромат кукурудзяного та житнього борошна і солоду, приємний горіхово-солодкуватий смак амарантового.



**Рисунок 3.9 - Розріз готових виробів**

В нормативних документах на хлібобулочні вироби встановлюються вимоги, як вони повинні відповідати сенсорними та фізико-хімічними нормативними властивостями. У даній роботі проаналізовано вологість, кислотність і пористість готового хліба. Вимірювання проводили після випічки через 5 годин.

Таблиця 3.7

**Фізико-хімічні показники якості досліджуваних зразків хліба**

Найменування показників	Згідно ДСТУ	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3	Зразок 4
Вологість м'якушки, %, не більше	49	48	46	46	47
Кислотність, °Т, не більше	10	10	9,7	9,8	10
Пористість, %, не більше	50	47	46	46	48

Пористість визначали за допомогою приладу Журавльова. Встановлено, що в зразку 4, об'єм хліба при використанні амарантового борошна збільшується в порівнянні з контролем, та іншими зразками хліба. Також в зразку 4 вища пористість, що свідчить про хорошу розпушеність м'якушки.

Результати зміни крихкуватості м'якушки хліба при зберіганні представлені в табл. 3.8.

Таблиця 3.8

**Зміна крихкуватості хліба при зберіганні**

Зразки хліба	Крихкуватість м'якушки хліба, %			
	Тривалість зберігання хліба, год			
	2	24	48	72
Зразок 1	2,15	3,62	4,50	5,35
Зразок 2	2,11	3,46	4,32	5,12
Зразок 3	2,14	3,49	4,37	5,15
Зразок 4	2,15	3,54	4,39	5,20

Так, в контролі (зразку 1) крихкуватість м'якушки хліба на протязі всієї тривалості зберігання була вище, порівняно з іншими зразками. В результаті аналізу отриманих даних було встановлено, що внесення в тісто кукурудзяного борошна і солоду сприяють більш повільному наростанню крихкуватості м'якушки хліба, уповільнюють черствіння.

## РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 4.1 Охорона праці

#### 4.1.1 Мікроклімат виробничих приміщень та вплив мікроклімату на працездатність людини

Мікроклімат виробничого середовища суттєво впливає на стан організму працівника, його працездатність протягом робочого дня, зміни. Показники температури, відносної вологості, швидкості руху повітря, теплового випромінювання нагрітих поверхонь характеризують клімат внутрішнього середовища виробничого приміщення.

В процесі трудової діяльності людина перебуває у тепловій взаємодії з виробничим середовищем.

За оптимальних мікрокліматичних умов в організмі працівника, завдяки терморегуляції, підтримується постійна температура тіла (36,6 °C). Кількість тепла, що утворюється в організмі, залежить від фізичного навантаження працівника, а рівень тепловіддачі – від мікрокліматичних умов виробничого середовища. Віддача тепла здійснюється за допомогою випромінювання та випаровування вологи з поверхні шкіри. Чим нижча температура повітря і більша швидкість його руху, тим більше тепла віддається організмом. При високій температурі повітря значна частина тепла втрачається випаровуванням. Разом з потом організм втрачає воду, вітаміни, мінеральні солі. Таким чином, внаслідок зневоднювання, порушується обмін речовин. Тому працівники “гарячих” цехів повинні забезпечуватись газованою підсоленою водою [61].

Вологість повітря істотно впливає на самопочуття та працездатність. Через високу вологість зменшується віддача тепла за допомогою випаровування. Зниження вологості покращує процес тепловіддачі. Однак, і надто низька вологість викликає висихання слизових оболонок дихальних шляхів. Для забезпечення допустимих параметрів мікроклімату на виробництві

впроваджується механізація важких робіт, обов'язкова наявність припливно-втяжної вентиляції з механічним спонуканням, а також додатково, кондиціонування повітря. У відповідності до ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень», фізіологічно оптимальна відносна вологість становить 40-60%, допустиме значення не більше 75%.

Від швидкості руху повітря у виробничому приміщенні залежить тепловіддача з поверхні шкіри. У жарких виробничих приміщеннях при температурі повітря + 35 °С рух повітря сприяє збільшенню віддачі тепла організмом. Підвищення швидкості повітря при низьких температурах викликає його переохолодження. Різкі коливання температури в приміщенні, яке продувається холодним повітрям (протягом), значно порушують терморегуляцію організму і можуть викликати простудні захворювання. Можливості організму пристосовуватись до метеорологічних умов значні, однак не безмежні.

Верхньою межею терморегуляції людини, що знаходиться у стані спокою, прийнято вважати 30–31°С при відносній вологості 85% або 40°С при відносній вологості 30%. При виконанні важкої фізичної праці ця межа значно нижча, рівновага (комфортні умови) зберігається при температурі повітря 12–14 °С.

Задача роботодавця, для збереження здоров'я працюючих, створити на робочому місці оптимальні, або допустимі мікрокліматичні умови. **Оптимальні** — це комплекс мікрокліматичних чинників, які в умовах тривалої та систематичної дії на людину створюють комфортні теплові відчуття та збереження нормального теплового стану організму без напруження механізмів терморегуляції **Допустимі мікрокліматичні умови** – комплекс мікрокліматичних чинників, які в умовах тривалої та систематичної дії на людину можуть викликати дискомфортні відчуття та зміни теплового стану організму, однак вони швидко минають і нормалізуються за рахунок напруження механізмів терморегуляції в межах фізіологічних пристосувальних можливостей [61].

Комфортне самопочуття працюючого забезпечується відповідним співвідношенням температури, відносної вологості і швидкості руху повітря. Параметри мікроклімату виробничих приміщень нормуються ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» [61].

## **4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях**

### **4.2.1 Захист продуктів харчування від радіоактивного, хімічного і бактеріологічного (біологічного) забруднення**

У разі виникнення надзвичайних ситуацій у мирний час здійснюють заходи, які спрямовані на забезпечення захисту запасів харчової сировини, напівфабрикатів та готової харчової продукції від зараження їх радіоактивними, сильнодіючими та отруйними речовинами і бактеріальними засобами:

- будівництво складських і виробничих приміщень з повною герметизацією;
- розробка планів підготовки до здійснення простої герметизації тих складських та інших приміщень, де немає повної герметизації;
- випуск продуктів та напівфабрикатів у герметичній тарі;
- утримання в справному стані герметизованих транспортних засобів для транспортування продуктів і товарів [62].

Радіоактивному забрудненню під час радіаційної аварії можуть піддатись об'єкти харчової промисловості, на яких переробляються чи зберігаються різні харчові продукти. Зараження харчових підприємств може призвести до радіаційного ураження великої кількості людей. Ця обставина вимагає від штабу і служб цивільного захисту підприємства організації надійного захисту продуктів харчування, сировини і води на всіх етапах їх технологічного перероблення і реалізації. Забруднення харчових продуктів може бути поверхневе (пряме) і структурне (біологічне). Поверхневе забруднення може бути аерозольним і контактним. Поверхневе забруднення відбувається у перший період після аварії. Воно виникає в результаті осідання радіонуклідів на поверхню продуктів харчування, харчової сировини, обладнання та інші предмети, якщо вони не мають герметичної упаковки або укриття [62].



Зараження отруйними і сильнодіючими отруйними речовинами довкілля, харчової сировини, готової продукції та води буде залежати від виду застосованої отрути, що потрапила в довкілля після аварії; її агрегатного стану (газ, пари, аерозоль); виду продуктів і умов їх зберігання. Небезпечним є зараження отруйними речовинами, які мають значну стійкість (зберігають тривалий час уражуючу дію і можуть проникати на певну глибину у різні предмети і продукти) [62].

Захист харчової сировини, напівфабрикатів, готової продукції, води на об'єктах харчової промисловості є одним з основних завдань цивільного захисту для переробних підприємств. Не зважаючи на існуючі розбіжності між уражаючою дією радіоактивних, хімічних речовин, бактеріальних засобів способи захисту продуктів харчування мають багато спільного. Вибір способу захисту визначається видом продукції, її кількістю і умовами зберігання. Для підготовки підприємства до захисту від радіоактивних, хімічних речовин, бактеріальних засобів на кожному із них розробляється план захисту, в якому передбачається проведення організаційних та інженерно-технічних заходів [62].

Заходи щодо захисту продуктів харчування можна об'єднати в такі групи: організаційні; інженерно-технічні; заходи захисту сировини харчової продукції за допомогою тари, пакування, захисних покриттів та санітарнопрофілактичні.

Організаційні заходи є загальними для харчових підприємств всіх галузей. Основними із них є: заміна обладнання більш досконалим, герметичним; підготовка до роботи лабораторій для аналізу продуктів харчування на забрудненість радіоактивними і хімічними отруйними речовинами; навчання формувань, виробничого персоналу заходам та засобам захисту харчових продуктів та сировини [61, 62].

Інженерно-технічні заходи включають в себе: герметизацію виробничих і складських приміщень, встановлення фільтропоглиначів на вентиляційних системах; встановлення протипилевих фільтрів, кондиціонерів у виробничих приміщеннях; герметизацію технологічного обладнання.

## ВИСНОВКИ

Метою даної роботи була розробка рецептури і удосконалення технології виробництва хліба житньо-пшеничного з додаванням кукурудзяного борошна та житнього ферментованого солоду.

Виконуючи цю роботу ми розробили нові рецептури хлібів з використанням кукурудзяного, спельтового та амарантового борошна та солодом.

Зробили 4 пробних випічок хліба, успішними виявились лише 3:

- житнє обойне борошно, пшеничне обойне борошно, кукурудзяне борошно (50:25:25) та солод житній ферментований (3%)
- житнє обойне борошно, спельтове борошно, кукурудзяне борошно (50:25:25) та солод житній ферментований (3%)
- житнє обойне борошно, амарантове борошно, кукурудзяне борошно (50:25:25) та солод житній ферментований (3%)

Провели оцінку якості тіста та вже готової продукції. Вони відповідають всім стандартам і нормам.

Дегустаційна оцінка відмітила, що використання кукурудзяного борошна та житнього ферментованого солоду надає аромату, кольору та солодкуватого смаку виробам. В останньому зразку з'являється також виражений присмак амаранту.

В результаті аналізу отриманих даних було встановлено, що внесення в тісто кукурудзяного борошна і солоду сприяють більш повільному наростанню крихкуватості м'якушки хліба, уповільнюють черствіння.

Підсумовуючи виконання роботи, можна сказати, що будь-який із 3-х випечених і досліджених зразків хліба може бути впроваджений у виробництво. Це дозволить розширити асортимент хлібобулочних виробів та задовольнити потреби споживачів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кузьо Н.Е., Косар Н.С., Пагута М.Г. Дослідження ринку хліба та хлібобулочних виробів України та обґрунтування товарних інновацій виробників на ньому– [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [https://economyandsociety.in.ua/journals/12\\_ukr/47.pdf](https://economyandsociety.in.ua/journals/12_ukr/47.pdf)
2. Сичевський М.П., Шпичак О.М., Коваленко О.В., Куць О.І., Бокій О.В. Тенденції та перспективи розвитку хлібопекарського виробництва в європейських країнах. Економіка АПК. 2020. № 7. С. 54 -67.
3. Вітчизняний ринок хлібобулочних виробів: сучасний стан та перспективи розвитку [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=3661>.
4. Виробництво основних видів промислової продукції [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.ukrstat.gov.ua>.
5. Басюркіна Н. Й. Інноваційні технології управління хлібопекарськими підприємствами України. Економічні інновації. Том 20, Вип. 3 (68). URL: <https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/511907.pdf>
6. Бренд-менеджмент: навч. посібник / Смерічевський С.Ф., С.Є. Петропавловська, О.А. Радченко. К.: НАУ, 2019. 156 с.
7. Вініченко І. І. Вибір стратегій підвищення управління конкурентоздатністю підприємств. Агросвіт. 2020. № 11. С. 20-25.
8. Величко Т. Г. Основні напрями стратегічного управління підприємством в умовах сталого розвитку. Агросвіт. 2020. № 7. С. 92-96.
9. Кондіус І.С. Тенденції розвитку хлібопекарської галузі в Україні. URL: <https://lib.lntu.edu.ua/sites/default/files/2021>
10. Новотейко І. Стан та основні тренди розвитку хлібопекарської промисловості України. URL: [http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/11\\_2020/54.pdf](http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/11_2020/54.pdf).

11. Огляд ринку хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів в Україні. URL: <https://pro-consulting.ua/ua/pressroom/obzor-rynkahlebobulochnyh-i-muchnyh-konditerskih-izdelij-v-ukraine>
12. Хлібопекарська промисловість : традиції та інновації. Вітчизняний та світовий досвід [Електронний ресурс] : наук.-допом. бібліогр. покажч. / [упоряд. : О. В. Олабоді, В. С. Каленська] ; Нац. ун-т харч. технол., Наук.-техн. б-ка. – Київ, 2018. – 252 с.
13. Дробот, В.І. Довідник з технології хлібопекарського виробництва / В.І. Дробот. – К.: Руслана, 1998. – 416 с. – Бібліогр.: с. 410-411.
14. Дробот, В.І. Технологічні розрахунки у хлібопекарському виробництві / Дробот В.І., Юрчак В.Г., Арсеньєва Л.Ю. та ін.– К.: Кондор, 2010. –440 с.
15. Дробот В.І. Технологія хлібопекарського виробництва.— К.: Логос, 2002.— 365.
16. Гаврилко П., Піддубний В., Стадник І., Гуштан Т., Краєвська С., Каганець-Гаврилко Л. Визначення розрахункових навантажень виробничих механізмів і машин та технологічні розрахунки виробництва борошняних виробів /навч.методичний посібник:. Ужгород: РІК-У, 2023. 468 с.
17. Технохімічний контроль сировини та хлібобулочних і макаронних виробів: навч. посіб. / В. І. Дробот, В. Г. Юрчак, О. А. Білик та ін.; за ред. В. І Дробот ; Нац. ун-т харч. технол. — К. : Кондор, 2015. — 972 с.
18. ДСТУ-П 4583:2006. Хліб із житнього та суміші житнього і пшеничного борошна
19. ДСТУ 46.004-99 Борошно пшеничне. Технічні умови
20. ДСТУ 8791:2018 Борошно житнє хлібопекарське. Технічні умови
21. ДСТУ 4812:2007 Дріжджі хлібопекарські пресовані. Технічні умови
22. ДСТУ 3583:2015 Сіль кухонна. Загальні технічні умови.
23. Дробот, В.І. Технологічне устаткування хлібопекарського, макаронного і кондитерського виробництв: підручник /Петько В.Ф., Гапонюк О.І., Петько Є.В., Уляницький А.В.; за ред. О.І. Гапонюк. - К. 2007.432 с.

24. Борошномельно-круп'яна промисловість: традиції та інновації. Вітчизняний та світовий досвід [Електронний ресурс] : науково-допоміжний бібліографічний покажчик двома мовами 1970-2020 рр. / упоряд. Т. П. Фесун; Наук.-техн. б-ка ; Нац. ун-т харч. технологій. – Київ, 2020. – 209 с.
25. Писарець, О.П. Покращання якості хлібобулочних виробів з композиційної суміші, що містить кукурудзяне борошно / О.П. Писарець / Продовольчі ресурси: проблеми і перспективи : II Міжнародна науково-практична конференція, 11 лист. 2014 р.:тези доповідей. — К. : Інститут продовольчих ресурсів НААН України, 2014. — С. 62-64.
26. Писарець, О.П. Доцільність застосування КМКЗ у технології пшенично-кукурудзяного хліба / О.П. Писарець, В.І. Дробот // Інноваційні технології розвитку у сфері харчових виробництв, готельно-ресторанного бізнесу, економіки та підприємництва : наукові пошуки молоді : Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених і студентів, 2 квітня 2015 р. : тези доповідей. — Харків : ХДУХТ, 2015. — Ч. 1. — С. 86.
27. Лобачева Н. Л. Технологічні аспекти формування структури виробів з безглютенової борошняної сировини / Н. Л. Лобачева, О. М. Шаніна // Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових вироб-ництв: матер. XIII Міжнародної науково-практичної конференції 7 листопада 2013р. – Харків, 2013. – С.71–79.
28. ШЕЛУДЬКО, В. М. (2022). РОЗШИРЕННЯ АСОРТИМЕНТУ ХЛІБНИХ ПАЛИЧОК ПІДВИЩЕНОЇ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ. Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. Серія «Технічні науки», (1), 69-74. <https://doi.org/10.37734/2518-7171-2022-1-11>
29. Лобачова Н.Л. Удосконалення технології безглютенових хлібобулочних виробів : монографія / Н. Л. Лобачова. – Суми : Сумський наці-ональний аграрний університет, 2015. – 214 с.
30. Виготовлення безглютенових хлібобулочних виробів в Україні. URL: <http://dspace.nuft.edu.ua/bitstream/123456789/24722/1/Tsabpipvbhvvu.pdf>.

31. Новойтенко І. В., Малиновський В. В. Стан та основні тренди розвитку хлібопекарської промисловості України. *Ефективна економіка*. 2020. № 11. <https://doi.org/10.32702/2307-2105-2020.11.52>.
32. Šmídová Z, Rysová J. Gluten-Free Bread and Bakery Products Technology. *Foods*. 2022. 11(3). 480. <https://doi.org/10.3390/foods>
33. Красовська С., Стеценко Н. Формування вітчизняного ринку безглютенових харчових продуктів. *Товари і ринки*. 2018. № 4. С. 36–46.
34. Медвідь І. М., Шидловська О. Б., Доценко В. Ф., Федоренко Ю. О. Перспективи розширення асортименту хлібобулочних виробів для хворих на целиакію. *Зберігання та переробка зерна*. 2017. № 3 (211). С. 43–48.
35. [https://www.researchgate.net/publication/329948851\\_THE\\_EFFECT\\_OF\\_THE\\_USING\\_CORN\\_FLOUR\\_LEVEL\\_AND\\_ADDITIVE\\_TYPE\\_ON\\_QUALITY\\_OF\\_CORN\\_BREAD](https://www.researchgate.net/publication/329948851_THE_EFFECT_OF_THE_USING_CORN_FLOUR_LEVEL_AND_ADDITIVE_TYPE_ON_QUALITY_OF_CORN_BREAD)
36. T. Lau , T. Clayton, N. Harbourne, J. Rodriguez-Garcia , M.J. Oruna-Concha, Sweet corn cob as a functional ingredient in bakery products, *Food Chemistry: X* 13 (2022) 100180
37. [https://www.researchgate.net/publication/291256612\\_Comparative\\_study\\_on\\_the\\_development\\_of\\_maize\\_flour\\_based\\_composite\\_bread](https://www.researchgate.net/publication/291256612_Comparative_study_on_the_development_of_maize_flour_based_composite_bread)
38. [https://www.researchgate.net/publication/274270656\\_Physical\\_Properties\\_of\\_Gluten-Free\\_Bread\\_Made\\_of\\_Corn\\_and\\_Chickpea\\_Flour](https://www.researchgate.net/publication/274270656_Physical_Properties_of_Gluten-Free_Bread_Made_of_Corn_and_Chickpea_Flour)
39. [https://www.researchgate.net/publication/280024694\\_Efficiency\\_of\\_wheat\\_maize\\_composite\\_flour\\_as\\_affected\\_by\\_baking\\_method\\_in\\_bread\\_and\\_cake\\_production](https://www.researchgate.net/publication/280024694_Efficiency_of_wheat_maize_composite_flour_as_affected_by_baking_method_in_bread_and_cake_production)
40. Калашник О. В., Бараболя О. В., Михайлова О. С., Писаренко С. В., Юдічева О. П., Мороз С. Е., Бірта Г. О., Ткаченко А. С., Кириченко О. В., Гнітій Н. В., ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ДВОКОМПОНЕНТНИХ СУМІШЕЙ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ХЛІБА ПШЕНИЧНОГО DOI: 10.15587/2312-8372.2018.141385
41. Martínez-Monzo J., García-Segovia P., Albors-Garrigos J. Trends and Innovations in Bread, Bakery, and Pastry // *Journal of Culinary Science &*

- Technology. 2013. Vol. 11, Issue 1. P. 56–65. doi: <http://doi.org/10.1080/15428052.2012.728980>
42. Szwacka-Mokrzycka J. Sources of competitive advantage in food industry // 11th International Conference of Social Responsibility, Professional Ethics, and Management. Ankara, 2010. P. 823–844.
43. Nehir El S., Simsek S. Food Technological Applications for Optimal Nutrition: An Overview of Opportunities for the Food Industry // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2011. Vol. 11, Issue 1. P. 2–12. doi: <http://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2011.00167.x>
44. Yaseen A. A., Shouk A. A., Ramadan M. T. Corn-Wheat Pan Bread Quality as Affected by Hydrocolloids // Journal of American Science. 2010. Issue 6 (10). P. 684–690.
45. Технологія солоду та пива: підручник для студ. вищих закл. освіти, що навч. за спец. «Технологія бродильних виробництв і виноробства» / В. А. Домарецький. — К. : Урожай, 1999. - 542 с.: рис.
46. Домарецький В. А. Технологія солоду і пива: Підруч. для студ. вищ. навч. закл. - К.: ІНКОС, 2004. — 426 с.
47. <https://nakolesax.com.ua/solodovij-xlib-chim-korisnij/>
48. [https://www.researchgate.net/publication/360355740\\_Effect\\_of\\_Wheat\\_and\\_Barley\\_Malt\\_Addition\\_on\\_the\\_Quality\\_of\\_the\\_Baking\\_Blend\\_and\\_Wheat\\_Bread](https://www.researchgate.net/publication/360355740_Effect_of_Wheat_and_Barley_Malt_Addition_on_the_Quality_of_the_Baking_Blend_and_Wheat_Bread)
49. Дробот В.І., Сильчук Т.А. Подовження терміну зберігання житньо–пшеничного хліба // Наукові праці УДУХТ. – Київ: УДУХТ. – 2001. - № 10. – С. 104 – 105
50. Дробот В.І., Сильчук Т.А. Дослідження впливу житньо–солодового екстракту на біохімічні процеси в тісті // Наукові праці НУХТ. – Київ: НУХТ. – 2002. – № 11. – С. 50 - 51.
51. The effect of addition of malt flour on the dough, volume and sensory properties of bread, Volume : 4 | Issue : 9 | Sept 2015 [https://www.worldwidejournals.com/paripex/recent\\_issues\\_pdf/2015/September/September\\_2015\\_1492177834\\_\\_57.pdf](https://www.worldwidejournals.com/paripex/recent_issues_pdf/2015/September/September_2015_1492177834__57.pdf)

52. M. HRUŠKOVÁ , I. ŠVEC, I.KUČEROVÁ, Effect of malt flour addition on the rheological properties of wheat fermented dough. Czech J. Food Sci., 21: 210–218.
53. D. I.S. (2003): Effect of Alpha-amylases on dough properties during turkish hearth bread production. Int. J. Food Sci. Technol., 38: 209–216.
54. P. E.J. (1988): Baking Science and Technology. Sosland Publ. Comp., Kansas City: 256–265
55. <https://www.preparedfoods.com/articles/116693-food-product-development-malt-ingredient-solutions>
56. Mäkinen, O.E., Arendt, E.K. (2012). Oat malt as a baking ingredient – A comparative study of the impact of oat, barley and wheat malts on bread and dough properties. Journal of Cereal Science, 56(3), 747–753
57. Honců, I., Krejčířová, L., Příhoda, J., Sluková, M. (2015). The effect od addition of malt flour on the dough, volume and sensory properties of bread. PARIPEX – Indian Journal of Research, 4(9), 152–155.
58. Yang, B., Guo, M., Zhao, Z. (2020). Incorporation of wheat malt into a cookie recipe and its effect on the physicochemical properties of the corresponding dough and cookies. LWT – Food Science and Technology, 117, art. no. 108651.
59. ДСТУ 7045 – 2009. Вироби хлібобулочні. Методи визначення фізико – хімічних показників. Київ: Держспоживстандарт України, 2009. 33 с.
60. <https://www.ecoeda.in.ua/amarantove-boroshno/>
61. Скакунов М.М. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці. Одеса, 2017. 437с.
62. Стручок, В. С. (2022). Безпека в надзвичайних ситуаціях. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання.