

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: **Використання шавлії для підвищення харчової цінності зернового  
хліба з проектуванням цеху виробництва хлібобулочних виробів**

Виконав: студент \_\_\_\_\_ ІІ курсу, групи МХм-61  
Спеціальності \_\_\_\_\_ 181 Харчові технології

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Сеник М.Б.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Кравченко Х.Ю.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Покотило О.С.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Кухтин М.Д.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Кравець О.І.

(прізвище та ініціали)

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

*Сеник Марта Борисівна*

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Використання шавлії для підвищення харчової цінності зернового хліба з проєктуванням цеху виробництва хлібобулочних виробів*

Керівник роботи

*Кравченко Христина Юріївна, к.т.н.*

(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)

*Сеник М.Б.*

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

*Кравченко Х.Ю.*

(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота на тему: «Використання шавлії для підвищення харчової цінності хліба з проектуванням цеху виробництва хлібобулочних виробів».

Робота складається з чотирьох розділів, списку використаної літератури із 60 позицій. Загалом обсяг роботи становить 90 сторінок, в яких застосовано формули, а також представлено таблиць.

У першому розділі техніко-економічне обґрунтування проекту, висвітлюються проблеми хлібопекарської промисловості та разом з тим методи їх вирішення.

У другому розділі містяться технологічні розрахунки запропонованого асортименту проекту.

Третій розділ містить аналітичний огляд літературних джерел та отримані результати власних досліджень.

Четвертий розділ з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

В ході написання роботи провели збір інформації щодо характеристики сировини для продовження термінів зберігання хлібобулочних виробів та загальної характеристики шавлії. Розробили рецептуру хліба. Виконали пробне випікання за розробленими рецептурами, зробили оцінку якості випечених зразків. Отриманий результат дає можливість запропонувати нові технології хліба з використанням шавлії для підвищення харчової цінності та продовження термінів зберігання хліба.

**Ключові слова:** хліб, шавлія, харчова цінність, термін зберігання

## ANOTATION

The qualification master's thesis has the topic: " Utilization of sage to enhance the nutritional value of grain bread with the design of a facility for the production of bread and pastry products " .

The work consists of four sections, a list of used literature from positions. In the general scope of the work, pages are created in which formulas are applied, and tables are also presented.

In the first section, the technical and economic problems of the bakery industry are highlighted, along with the methods of solving them.

In the second section, technological calculations of the proposed range of the project are made.

The third section contains an analytical review of literary sources and the results of own research.

The fourth section on labor protection and safety in emergency situations.

In the course of writing the work, information was collected on the characteristics of raw materials for extending the shelf life of bakery products and the general characteristics of sage. We developed a recipe for bread. Test baking was performed according to the developed recipes, and the quality of the baked samples was assessed. The obtained result makes it possible to propose new bread technologies using sage to increase the nutritional value and extend the shelf life.

**Key words:** bread, sage, nutritional value, shelf life

## ЗМІСТ

	ст.
ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ	8
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ	11
2.1 Вибір обґрунтування та опис технологічних схем	11
2.2 Характеристика сировини, основних і допоміжних матеріалів	16
2.3 Технологічні розрахунки	20
2.3.1. Вибір та розрахунок продуктивності печей	20
2.3.2. Розрахунок пофазних рецептур	22
2.3.3. Розрахунок виходу виробів	28
2.3.4. Розрахунок виробних рецептур і вибір технологічних параметрів	33
2.3.5. Розрахунок площ складських приміщень для сировини, тари, допоміжних та пакувальних матеріалів, площ холодильних камер та складів готової продукції	40
2.3.6. Розрахунок і вибір технологічного обладнання	43
2.4 Технохімічний контроль у виробництві	54
РОЗДІЛ 3. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ	58
3.1 Аналітичний опис літератури	58
3.1.1 Характеристика сировини для продовження термінів зберігання хлібобулочних виробів та збагачення їх поживними речовинами	58
3.1.2 Загальна характеристика шавлії	62
3.1.3 Патентний пошук	65
3.2 Мета, об'єкт, предмет та методи дослідження	65
3.3 Результати досліджень.	55
3.3.1 Обґрунтування вибору сировини та її особливості	66
3.3.2 Дослідження впливу додавання збагачувальної сировини на фізико-хімічні та органолептичні показники якості хліба	74
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	77
4.1. Охорона праці	77
4.1.1 Вимоги до виробничих і допоміжних приміщень	77
4.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях	79
4.2.1 Проведення дослідження стійкості роботи цеху хлібобулочних виробів під час надзвичайних ситуацій техногенного та воєнного характеру	79
ВИСНОВКИ	84
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	85
Додатки	91

## ВСТУП

У сучасних умовах життя перед людиною постає проблема здорового харчування. Тенденція зниження стану харчування населення України в останні десятиліття, пов'язана з неправильним харчуванням, вказує на нагальну потребу у виробництві нового покоління продуктів з високим вмістом основних поживних речовин. Традиційно хлібобулочні вироби домінували в раціоні основних груп населення. Ці продукти мають високу енергетичну цінність, але мало вітамінів, незамінних амінокислот, мінеральних речовин і харчових волокон.

Зважаючи на те, що хліб в Україні вживається практично щодня, постає питання, пов'язане з хлібопекарською галуззю: зниження енергетичної та підвищення харчової цінності, що відповідає сучасним вимогам раціонального харчування та розширити сферу застосування хліба. В останні роки в Україні та за кордоном проводяться дослідження та розробку нових хлібобулочних виробів профілактичної дії.

Зростаючий інтерес до переходу на систему здорового харчування змушує фахівців визначати нові методи формування широкого асортименту хлібобулочних виробів необхідного хімічного складу. Першочерговим завданням у вирішенні цього питання є розробка комплексного підходу з додавання функціональних мікроелементів та макроелементів до традиційних хлібобулочних виробів на основі пшеничного борошна, що задовольняють науково обґрунтовані фізіологічні потреби з урахуванням уподобань людей [1, 2], цього можна досягти шляхом заміни частин пшеничного борошна в компонентах хліба функціональними компонентами рослинного походження, тим самим імітуючи хімічний склад хліба відповідно до стандартів, встановлених вимогами теорії правильного харчування.

## РОЗДІЛ 1 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

Структура хлібобулочних виробів в Україні та за її межами поділяється на дві групи: основну, представлену традиційними виробами, насамперед простої рецептури, попит на який постійний і майже не змінюється, та іншу, динамічну групу, що включає такі сегменти продукції, як оздоровчі, профілактичні, дієтичні, продукти преміум-класу тощо. Частка динамічних груп у загальному обсязі хлібобулочної продукції залежить від соціально-економічного стану країни, рівня доходів населення, попит на таку продукцію залежить від способу виведення продукції на ринок, рівня поінформованості населення, пропаганди здорового харчування та ін. [3,4].

Таким чином, частка товарів масового споживання в Україні, а саме хліб з пшеничного, житнього або суміші житнього та пшеничного борошна, перевищує 70%. Водночас хліб і хлібобулочні вироби мають малий білковий склад і нестачу деяких мікроелементів та складають 68,4% у структурі виробництва вітчизняних хлібобулочних виробів [5, 6, 7].

В останні десятиліття хлібобулочні вироби отримали особливу увагу з точки зору насиченості, соціальної значущості, споживання та стійкості, незрівнянної з іншими продуктами харчування. В європейських країнах виробництво хлібобулочних виробів оздоровчо-профілактичної дії становить 20% асортиментної структури великих підприємств, а дрібних виробників – 50% з'являються на внутрішньому ринку. Проте впровадження їх виробництва в Україні просувається повільно, особливо серед потужних компаній галузі [8, 9].

Концепція розвитку хлібопекарської промисловості, прийнята в багатьох країнах, у тому числі в Україні, передбачає вдосконалення різноманітної політики підприємства, спрямованої на збільшення виробництва та різноманітності наступних товарних груп: функціональної та професійної випічки як для традиційного харчування, так і з урахуванням



потреб окремих груп. Продуктів дієтичних, з профілактичними та лікувально-профілактичними властивостями для населення, що піддається впливу шкідливих факторів в екологічно несприятливих районах, і для груп, відібраних за професійними мотивами, тощо. Що регулюють фізіологічні властивості хлібобулочних виробів, хімічний склад, харчову цінність, посилюють детоксикацію, мають антиоксидантну та протиракову дію [10,11].

В умовах інтеграції України в міжнародне співтовариство питання підвищення ефективності виробництва та інвестиційної привабливості є вкрай актуальним для вітчизняних хлібопекарських підприємств, оскільки приготування хліба має високі енергетичні, матеріальні та трудові витрати, збільшує вартісні фактори ціни та на продукцію [11]. Інтерес до лікарських, пряних та ароматичних рослин стрімко зростає з огляду на покращення якості їжі в усьому світі. Україна посідає провідне місце в Європі за природним, науковим і практичним потенціалом вирощування та переробки. Рослинна сировина є справжньою скарбницею БАП, яка володіє фізіологічними властивостями, містить високоактивні речовини, тому може замінити небезпечні харчові добавки синтетичного походження в заходах розробки та всебічно підвищити якість. У зв'язку з цим розробка теоретичних основ і технічних рішень щодо застосування лікарської та пряної сировини в хлібопекарстві має велике значення для коригування характеристик борошняних виробів та стандартизації процесу формування якості продукції. Дослідження досвіду хлібопечення в Європі та США, які пройшли подібні етапи розвитку у другій половині минулого століття, свідчать, що одним із наслідків стало зміна пріоритетів організації виробництва, сортової політики. Продукти, приготовлені за старовинною технологією з використанням натуральних дріжджів. В останнє десятиліття найпоширеніші тренди хлібобулочних виробів: «органічні», «без добавок/консервантів», «етнічні», «за давньою технологією», «з низьким вмістом/без алергенів» та особливі «без глютену», «Хліб з

функціональними властивостями», а серед смаків хлібобулочних виробів найпопулярнішим є «натуральний (без особливого аромату)» [10,11].

Оскільки люди споживають велику кількість хлібобулочних виробів, навіть невеликі кількості хімічно небезпечних сполук, хоча і невеликої інтенсивності можуть збільшити постійне навантаження на організм людини, що є фактором ризику для здоров'я. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, широке використання синтетичних речовин як харчових добавок у виробництві продуктів харчування та засобів гігієни викликає алергію у 12-18% населення. У зв'язку з цим у всьому світі неухильно зростає інтерес до використання культурних і дикорослих лікарських, пряних та ароматичних рослин. У харчовій промисловості світовий попит на цю сировину зростає протягом останніх 10 років, її виробництво збільшується на 20-30% щорічно [11].

## РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ

### 2.1 Вибір обґрунтування та опис технологічних схем

Проектом передбачено виробництво хліба «Білково-молочного» масою 0,25 кг та хліба «Зернового» масою 0,3 кг згідно ДСТУ 45886-2006.

Згідно нормативних даних хліб «Білково-молочний» необхідно готувати опарним способом, хліб «Зерновий» - безопарним [12].

З метою інтенсифікації процесу виробництва хліба «Білково-молочний» та забезпечення деяких фізико-хімічних властивостей: вологість готового продукту 54% та кислотність 4,5 град., нами обраний спосіб приготування напівфабрикату на рідкій опарі з використанням концентрованої молочнокислої закваски (КМКЗ) крім того, це може скоротити час дозрівання тіста. Це допоможе прискорити перебіг біохімічних, мікробних і колоїдних процесів, дозрівання тіста. Вологість КМКЗ 70%, кінцева кислотність 14-18 град. При приготуванні закваски використовують борошно 3-5%, вказане в рецептурі. У циклі розведення збору чистих культур або тільки двох останніх культур молочнокислих бактерій *L. Plantarum-30*, *L.brevis-1*, *L.fermenti-34*, *L.casei-26* в недостатньому або сухому вигляді є сумішшю цих культур [13].

Замішане тісто вивантажують у чани для бродіння. Тісто дозріває 60-80 хв. Далі тісто за допомогою перекидача подається в тістоподільник.

Під час виробничого циклу частина закваски йде на відновлення, а решта йде на приготування тіста. Використовуючи однозмінну систему, КМКЗ Enterprises проводить оновлення один раз на день, 3/4 готових дріжджів для приготування тіста, решту (1/4) вибір для приготування нових дріжджів. Співвідношення закваски до поживної суміші 1:3. У разі несподіваної перерви в роботі підприємства КМКЗ оновлення може не проводитися до 24 годин 15-20 кг, якщо планується перерва в роботі більше ніж на один день (у зв'язку з ремонтом або з інших причин) КМКЗ зберігають у холодильнику. Перед початком роботи додають в закваску

поживну суміш у співвідношенні 1:4. Температура поживної суміші повинна бути 47-49°C, щоб закваска була 36-40°C. Контролюють якість КМКЗ та життєдіяльність молочнокислих бактерій, що випускаються за зміною кольору. При нормальній якісній оцінці показник активності повинен становити 30-40 хвилин. При виготовленні опари до маси борошна в тісто дають КМКЗ у кількості 4-5%. При замішуванні тіста одночасно із закваскою дають пресовані пекарські дріжджі. Опара дозріває за 60-90 хвилин при температурі 26-27 °С [13].

Термін приготування напівфабрикатів скорочується в 1,5-2 рази, забезпечуючи якість продукції, меншу пліснявілість і меншу ураженість картопляною хворобою. «Зерновий» хліб рекомендовано готувати безопарним способом. Для всіх цих продуктів в рецептурі передбачають в одну стадію, кількість пресованих дріжджів для тіста становить 2,0% від маси борошна в тісті. За нормативними даними тривалість бродіння тіста становить 150-180 хв, температура 29-31°C. Внаслідок недостатньої інтенсивності біохімічних, мікробних і колоїдних процесів сире тісто має підвищення кислотності та незначне накопичення ароматичних речовин і смакові речовини в ньому [13].

Для усунення цих недоліків можна використовувати попередню активацію дріжджів як інтенсифікатор розмноження. Для цього готують борошняну суспензію з 10% борошна і води у співвідношенні 1:1,5 для замішування тіста і дають дріжджі. Час активації 40-50 хвилин при 32-34°C. Тісто буде зростати протягом 30 хвилин [13]. Апаратурна схема лінії виробництва хліба «Білково-молочний» наведена. Залежно від поставленого завдання, хліб буде випікатися в ротаційній печі «Mini Rotor Forni Fiorini» з 18-рівневим візком. Реалізація процесу виробництва хліба «Білково-молочний» на базі технологічної лінії Н1-900 компанії «Хурмак» і доповнили деякими видами обладнання залежно від поставленого завдання та технологічного процесу. Включає: борошнопросіювач, тістомісильна машина, ємність для бродіння, тістоділильна машина, тістоокруглювальна

машина, шафа для вистоювання тіста. Оперативний запас борошна зберігається в мішках на складі, а потім вагонетками транспортується до просіювальної машини. Рідку сировину і борошно подаються з водопідготовчого вузла і дозатора в діжу тістомісильної машини. Для приготування КМКЗ вибір заварного апарату і підготовлені дріжджі поміщають у бродильний апарат на бродіння 8-12 годин. Готовий КМКЗ 5% для приготування опари в заварювальному апараті ХЗ-2М-300. Готова опара зброджується у кориті для бродіння. Потім додають усі компоненти за рецептурою тіста і довго вимішують, що також є зміцнюючим способом і сприяє скороченню терміну дозування. Готове тісто також подають на бродіння у коритоподібній ємності. Після цього передається в розподільник. Потім тістові заготовки обробляються в округлювачі, вручну завантажують і відправляються в шафу для вистоювання і подальшого випікання. Для виготовлення хліба «Зерновий» рекомендовані безопарні способи і тривала витримка тіста. Крім того, вологість готового хліба – 47% [13].

Для скорочення часу приготування хліба та забезпечення деяких показників якості передбачено попередню активацію дріжджів. Вологість закваски 75-76%, зброджують за температури 30-32°C до кислотності 3,5-4,5 град. Час активації 40-50 хв. У цей період, після дозування тіста, його залишають у тістомісильній машині із підкатними діжами, бродіння триває 30 хв. [13].

*Підготовка сировини.* Борошно, дріжджі та іншу сировину аналізують і використовують їх відповідно нормам. Після ефективності випікання партійне борошно змішується відповідно до певної пропорції (вміст борошна), просіюють для видалення домішок, рівномірно заповнюють повітрям, а потім пропускають через магнітовловлювач. Воду підігрівають так, щоб температура тіста після замішування була 27-30°C [13].

Кухонну сіль використовують у вигляді розчину певної концентрації. У теплій водій розмішують пресовані дріжджі (готують їх водну суспензію). Сухе молоко розводять теплою водою (30-35 °C) в ємності з мішалкою у

співвідношенні 1:3 при постійному замішуванні. Масло розтоплюють в жирозчиннику [13].

*Приготування тіста.* Тісто змішують по-різному через відмінності в хімічному складі борошна та активність ферментів.

Під час дозрівання тіста відбувається розмноження дріжджів і молочнокислих бактерій. Відбувається спиртове (переважно) і молочнокисле бродіння з частковим оцукрюванням крохмалю і незначним гідролізом білків і жирів. В утвореній пористій структурі тіста беруть участь вуглекислий газ і бульбашки повітря. Інші речовини (спирти, кислоти, альдегіди, кетони, прості цукри) виступають проміжними сполуками, що формують смак і аромат хліба. Після замісу залишають тісто бродити. Накопичений у тісті вуглекислий газ нерівномірно розподіляється в ньому, утворюючи великі бульбашки. Для кращого загального розпушення тіста під час бродіння один-два рази обминати. При цьому більша частина газу видаляється, а газ, що залишився, добре розсіюється. Накопичення газу знову відбувається швидше, інша частина дріжджової клітини переходить на анаеробне дихання [13].

*Формування та розстоювання тіста.* Використовують дільник, щоб розділити виброджене тісто на шматки відповідної ваги та округлити їх. Сформовані тістові заготовки підтримуються при температурі 30-35°C і відносній вологості повітря 75-85%. Для окремих спеціальних камер продукти повинні бути закриті, щоб запобігти завітрюваності. Під час вистоювання відбувається той же процес, що і під час бродіння: утворюється вуглекислий газ, який розслабляє тісто, додає йому об'єм і забезпечує високу якість хліба. Закінчення вистоювання залежить від збільшення об'єму тістової заготовки і набуття нею правильної форми. Час бродіння хліба «Білково-молочний» 50-60 хв. Хліб випікають у зволоженій пекарній камері 40-45 хв [13].

У таблиці наведена схема обладнання, яке використовується для приготування хліба «Зерновий».

Борошно зберігаються в мішках. Борошно пропускають через сито, оснащене магнітним уловлювачем для видалення сторонніх домішок. Потім готують стадію активації з водою, борошном і дріжджами в заварювальній машині ХЗ-2М-300. Для активації 1 кг пресованих дріжджів потрібно 4 кг борошна і 12 кг води. Половину борошна змішують з водою, разом борошно вода 1:3. Після того як суміш охолоне додають воду, що залишилася, також другу половину борошна і пресовані дріжджі. Активація суміші у 40-50 хвилин. Тісто замішується в тістомісильній машині DUAL 250 з валками. Готове тісто подається в приймальний бункер тістоподільника, який призначений для прийому однакових за вагою порцій тіста. Після обробки частини тіста в округлій машині формують круглі тістові заготовки, вручну і відправляється в вистійну шафу. Вологість повітря в вистійній шафі 65...85%, температура 30...40°C. Внаслідок бродіння структура тіста стає пористою, об'єм збільшується в 1,4...1,5 раза і зменшується густина на 30...40%. Заготовки отримують однорідну, гладку та еластичну поверхню. Час витримки 35-45 хвилин. Поміщають заготовки в ротаційну піч Mini Rotor Forni Fiorini з 18 рівнями з візком і випікають 50-55 хвилин.

Випечений хліб надходить в А2-ХТМ-25 і відправляється на охолодження. При організації роботи в пекарні використовується велика фізична праця, пов'язана з винесенням мішків з борошном зі складом, завантаженням сіток, завантаженням вагонеток і розміщенням їх у вистійній шафі і печі, розвантаженням тощо. Передається розміщення у виробничій лінії на виробничому столі для розміщення листів та виконання інших операцій [13].

## **2.2 Характеристика сировини, основних і допоміжних матеріалів**

За якістю сировина повинна відповідати вимогам чинних нормативних документів. Кожна партія сировини, що надходить на підприємство, повинна супроводжуватися документами про якість

(сертифікат якості, сертифікат відповідності) або інші документи відповідно до чинного законодавства. Сировина, яка використовується в хлібобулочному виробництві, поділяється на основну і допоміжну. Основною сировиною є борошно, дріжджі, сіль і вода, які є обов'язковими компонентами будь-якої рецептури хлібобулочних виробів. Для підвищення харчової цінності та забезпечення специфічних сенсорних і фізико-хімічних показників якості хлібобулочних виробів використовується додаткова сировина за рецептурою. Сюди входять: молоко, яйця, олія, спеції, харчові добавки, хлібопекарські покращувачі та ін [13].

Сировину перед прийомом зважують. Перевірка якості сировини, що надходить на підприємство, виробляється шляхом зважування автоцистерни або автомобіля на автомобільних вагах із сировиною або без неї. Вимоги до якості борошна житнього визначені стандартом ДСТУ 8791:2018 «Борошно житнє хлібопекарське», а до пшеничного — ДСТУ 46.004-99 «Борошно пшеничне. Технічні умови». Як і у всіх сортах пшеничного борошна, запах повинен бути характерним для звичайного борошна, без затхлого та інших запахів. Високоякісне борошно має злегка солодкуватий смак і не має кислого, гіркого та інших присмаків. При жуванні не повинно бути хрускоту. Зерно, що зберігається, не повинно мати домішок, забруднень і слідів зараження шкідниками [13, 14].

Вищі сорти пшеничного борошна білого або кремового кольору. Кислотність борошна повинна бути не більше 3,0 град., а вміст сирової клейковини не менше 28%. [13, 14].

#### *Зберігання борошна*

На складах мішки з борошном складають в ряди по 8 або 12 штук на піддонах або Т-подібних стелажах. Штабелі складаються з піддонів, що складаються з мішків. Відстань від стіни до штабелів не повинна бути більше 0,5 м, між штабелями в кінцевих проходах завширшки не менше 0,75 м, відстань між проходами не повинна перевищувати 1,2 м. Борошно продукт з тривалим терміном зберігання. Обов'язковими умовами



зберігання є: відносна вологість повітря в приміщенні зберігання не більше 70%, температура не вище 25°C [13, 14].

Борошно зберігають у сухих, добре вентиляваних, нешкідливих хлібних складах і приміщеннях з дотриманням санітарно-гігієнічних норм. Для тривалого зберігання найкраще використовувати низькі температури - близько 0°C. При низьких температурах (близько 0°C і нижче) термін придатності борошна може подовжуватися до двох років і більше. Під час зберігання постійно перевіряють вологість, температуру, свіжість та наявність шкідників. Результати фіксуються в журналі. Поступаючи на виробництво, борошно просіюють і зважують.

Крупка - це продукт, отриманий шляхом подрібнення пшениці. Не менше 95% продукту має пройти через металеве сито з розміром осередків 1,25 мм. Має високий вміст крохмалю і білкових речовин (12,7%). Ліпіди в основному складаються з ненасичених жирних кислот (в основному лінолевої кислоти) і мають низький вміст мінералів. Зерна багаті тіаміном і рибофлавіном. Енергетична цінність - 290 ккал/100г [13].

Питна вода повинна бути епідеміологічно та радіологічно безпечною, нешкідливою за хімічним складом, мати добрі органолептичні властивості та фізіологічно повноцінною. Вода, яка використовується в процесі виробництва хлібобулочних виробів, повинна відповідати вимогам, встановленим державними санітарними нормами і правилами ДсанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної для споживання людиною». Вода, що надходить у процес, нагрівається до необхідної температури.

Для розпушення тіста потрібно пресовані пекарські дріжджі. Пекарські дріжджі - це біомаса живих дріжджових клітин, здатних зброджувати цукристе середовище. Дріжджі пресовані повинні відповідати вимогам стандарту ДСТУ 4812:2007. Дріжджі пресовані сірого кольору, злегка жовтуваті, густої консистенції, мають характерний дріжджовий запах. Вологість не повинна перевищувати 75%, сила підйому не повинна перевищувати 70 хвилин [15].

Рекомендується мінімум 3-денний запас пресованих дріжджів. Підготовка пресованих дріжджів до виробництва відбувається звільнивши їх від упаковки, грубому подрібненні та приготуванні дріжджової суспензії у співвідношенні дріжджів до води приблизно 1:3 або 1:4. Температура суспензії повинна бути 26-32°C, але не вище 37°C. Суспензію готують у ємності з мішалкою. Перед подачею на виробництво дріжджової суспензії необхідно пропустити через сито розміром пор не більше 2,5 мм. Заморожені дріжджі поступово розморожують при температурі 4-6°C, бажано не вище 8°C. Склад, де зберігаються дріжджі, повинен бути сухим, чистим і провітрюваним. Дріжджі пресовані зберігають за температури від 0 до +4 °C. На виробництві в цих умовах допускається зберігання змінених або добових запасів дріжджів пресованих. Дріжджі пекарські пресовані в закладі зберігають штабелями на стелажах або піддонах. Норма завантаження дріжджів на 1 квадратний метр площі будівлі не повинна перевищувати 400 кг [13, 15].

Існує чотири види кухонної солі: сіль спеціального сорту, сіль вищого сорту, сіль першого сорту та сіль другого сорту. Різні сорти мають різний вміст домішок. Залежно від вмісту солі хлориду натрію має бути не менше: додаткової - 99,7%, вищої - 98,4%, першої - 97,7%, другої - 97,0%. Сіль повинна бути без видимих домішок, на смак солонувата, не мати специфічного запаху. Сіль добре розчиняється у воді. Розчинність солі фактично не змінюється при підвищеній температурі. Насичений розчин солі містить 26-28% NaCl [16].

Показники якості солі повинні відповідати вимогам ДСТУ 3583:2015. Сіль використовується з концентрацією 25-26% і щільністю приблизно 1,2 г/см<sup>3</sup>. Такий розчин краще розподіляється в тісті. Розчин солі спочатку фільтрують і відстоюють, а потім відправляють у витратну ємність і дозатор. В останні роки компанії почали доставляти сіль оптом і зберігати її у вигляді розчину. Сіль доставляється на об'єкт самоскидами та вивантажується в солерозчинники. Залежно від потужності підприємства

використовують солерозчинники 2 т, 10 т, 80 т. Розчин солі фільтрують і направляють у витратну ємність і дозатор [16].

Знежирене сухе молоко. Показники якості сухого молока повинні відповідати ДСТУ 4273:2003 «Молоко та вершки сухі». Загальні технічні умови». Сухе незжирене молоко в герметичній упаковці повинно мати жирність не більше 1,5 % і вологість не більше 4 %. Смак і запах чистий, молочний, злегка солонуватий, з присмаком пастеризованості. Колір варіюється від білого до блідо-жовтого з легким зеленим відтінком. Сухе незжирене молоко зберігають у герметичній тарі при температурі 0-10°C і відносній вологості повітря  $\geq 75$  %; 85 % - у закупореній. Сухе молоко розчиняється в воді за температури 30°C [13].

Олія соняшникова, яка використовується у хлібобулочному виробництві, повинна відповідати вимогам стандарту ДСТУ 4492:2017.

Олію на заводі зберігають у цистернах або бочках у темних приміщеннях при температурі  $19 \pm 2$  °C. Харчова олія повинна бути абсолютно прозорою, світло-жовтого кольору і мати неповторний запах сировини. Олія надходить на виробництво після фільтрації з діаметром отворів не більше 3,0 мм.

Масло вершкове відповідає ДСТУ 4393:2009 "Масло вершкове. Технічні умови". Термін придатності вершкового масла: Ціле вершкове масло зберігається 10 днів при температурі не вище 6°C. Колір масла зазвичай світло-жовтий, але може коливатися від темно-жовтого до майже білого. Колір масла залежить від харчування тварин і часто регулюється в промисловому виробництві за допомогою харчових барвників. Розтоплене вершкове масло додається в тісто на етапі замішування та підвищення харчової цінності [13].

Яйця за показниками якості повинні відповідати ДСТУ 5028:2008 «Яйця харчові». Яйця перед використанням миють 2% розчином хлору для знищення бактерій.

## 2.3 Технологічні розрахунки

### 2.3.1. Вибір та розрахунок продуктивності печей

Розрахунок виробничої потужності лінії виконується на основі розрахунку потужності основного устаткування – печі. Завданням на проект передбачено використання ротаційних печей «Mini Rotor Forni Fiorini» з візком на 18 рівнів, розмір дека 600x400 мм. Цех працюватиме в одну зміну по 11,5 год. Хліб «Білково-молочний» має прямокутну форму із розмірами 80x110 мм, випікатиметься у формах, розміщених на деку. Хліб «Зерновий» – у прямокутних формах розміром 80x100 мм.

Виробнича потужність печі ротаційної  $P_{\text{год}}$  розраховується за формулою [17]:

$$P_{\text{год}} = \frac{60 * N^l * N^d * n^u * m}{T + 5}, \quad (1.1)$$

де  $N^l$  - кількість листів на візку печі, шт;  $N^l = 18$  шт.

$N^d$  - кількість виробів по довжині листа, шт.;

$n^u$  - кількість виробів по ширині листа, шт.;

$m$  – маса виробу, кг.;

$T$  – тривалість випікання, хв.;

5 – час, необхідний для завантаження і вивантаження візка з печі, хв

Кількість виробів по ширині листа визначаємо за формулою [17]:

$$n^u = \frac{B - a}{b + a}, \quad (1.2)$$

Кількість виробів по довжині листа визначаємо за формулою [17]:

$$N^d = \frac{L - a}{l + a}, \quad (1.3)$$

Продуктивність печі за добу буде [17]:

$$P_{\text{доб}} = P_{\text{год}} * T_{\text{печи}} \quad (1.4)$$

де  $T_{\text{печи}}$  – кількість годин роботи печі, год.

$T_{\text{печи}} = 11,5$  год при однозмінній роботі.

Для хліба «Білково-молочного»

$$n^u = \frac{400-5}{80+5} = 4 \text{ шт.}$$

$$N^o = 600-5 / 110+5 = 5 \text{ шт.}$$

Тоді продуктивність печі становить:

$$P_{\text{год}} = \frac{60 \times 18 \times 4 \times 7 \times 0,25}{40+5} = 120 \text{ кг/год}$$

Добова продуктивність печі:

$$P_{\text{доб}} = 120 \times 11,5 = 1380 \text{ кг/добу}$$

Аналогічно проводимо розрахунок для хліба «Зернового»:

$$n^u = \frac{400-5}{100+5} = 3 \text{ шт.}$$

$$N^o = \frac{600-5}{80+5} = 7 \text{ шт.}$$

Тоді продуктивність печі становить:

$$P_{\text{год}} = \frac{60 \times 18 \times 3 \times 7 \times 0,3}{50+5} = 124 \text{ кг/год}$$

Добова продуктивність печі:

$$P_{\text{доб}} = 124 \times 11,5 = 1426 \text{ кг/добу}$$

Продуктивність печей цеху приведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

### Виробнича потужність цеху

№ з/п	Марка печі	Асортимент виробів	Продуктивність за годину	Тривалість роботи печей за добу, год	Продуктивність за добу, кг
1	Mini Rotor Forni Fiorini	Хліб «Білково-молочний» масою 0,25 кг	120,0	11,5	1380,0
2	Mini Rotor Forni Fiorini	Хліб «Зерновий» масою 0,3 кг	124,0	11,5	1426,0
Всього:					2 806,0

## Графік роботи печей

№	Марка печі	Години роботи											
		7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	Mini Rotor Forni Fiorini	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
													X
2	Mini Rotor Forni Fiorini	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
													X

Умовні позначення:

\* робота печі (11,5 год за зміну)

X профілактика (30 хв)

### 2.3.2. Розрахунок пофазних рецептур

Розрахунок рецептур за фазами технологічного процесу складається з розрахунку виходу тіста; розрахунку загальної маси води, маси розчинів солі, цукру, закваски; розподілу визначеної кількості компонентів за фазами технологічного процесу і складання таблиць пофазних рецептур.

#### *Хліб «Білково-молочний»*

Масову частку вологи в тісті  $W_t$ , %, приймають залежно від масової частки вологи у готовому виробі та обчислюють за формулою [17]:

$$W_m = W_x + n \quad (1.5)$$

де  $W_x$  – вологість виробу, %;

$n$  – різниця між початковою вологістю тіста і м'якуша готового виробу,

1%

$$W_m = 54 + 1 = 55\%$$

Визначаємо масу сухих речовин у компонентах тіста.

## Рецептура тіста для приготування хліба «Білково-молочного»

Найменування сировини	Маса сировини, кг	Масова доля вологи, %	Масова доля сухих речовин, %	Маса сухих речовин сировини, кг
Борошно пшеничне вищого гатунку	50,0	14,5	85,5	42,75
Клейковина сира	50,0	70,0	30,0	15,0
Дріжджі хлібопекарські пресовані	3,0	75,0	25,0	0,75
Сіль кухонна харчова	0,75	-	-	0,75
Олія соняшникова	2,0	0,1	-	2,0
Масло вершкове	2,0	25,0	75,0	1,5
Молоко сухе знежирене	3,0	4,0	96,0	2,88
Всього	110,75	-	-	65,63

Розраховуємо масу тіста  $G_m$ , кг за формулою [17]:

$$G_m = G_{c.p.} * 100 / 100 - W_m \quad (1.6)$$

де  $G_{c.p.}$  – маса сухих речовин сировини тіста, кг.

$W_m$  – вологість тіста, %

$$G_m = 65,63 * 100 / 100 - 55 = 145,8 \text{ кг}$$

Знаходимо кількість води  $G_v$ , кг на заміс тіста за формулою [17]:

$$G_v = G_m - G_c \quad (1.7)$$

де  $G_c$  – маса сировини тіста у натурі, кг:

$$G_v = 145,8 - 110,75 = 35,05 \text{ кг}$$

Розраховуємо масу розчину солі за формулою [17]:

$$G_{c.p.} = G_c * 100 / 26 \quad (1.8)$$

де 26 – концентрація сольового розчину, %

$$G_{c.p.} = 0,75 * 100 / 26 = 2,88 \text{ кг}$$

Знаходимо кількість води у сольовому розчині [17]:

$$G_{v.c.p.} = G_{c.p.} - G_c \quad (1.9)$$

$$G_{v.c.p.} = 2,88 - 0,75 = 2,13 \text{ кг}$$

Проводимо заміну дріжджів пресованих на дріжджову суспензію з розрахунку – на 1 частину дріжджів 3 частки води [17]:

$$G_{др.с} = G_{др} + G_{др} * 3 \quad (1.10)$$

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

Кількість води у дріжджовій суспензії:

$$G_{в. др.с} = G_{др.с} - G_{др} \quad (1.11)$$

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

Визначаємо масу борошна на приготування закваски  $M_{\sigma}^{КМКЗ}$ , кг [17]:

$$G_{\sigma}^{КМКЗ} = G_{КМКЗ} \frac{(100 - W_{КМКЗ})}{100 - W_{\sigma}} \quad (1.12)$$

де  $G_{КМКЗ}$  - маса КМКЗ на приготування тіста, кг;  $G_{КМКЗ} = 5$  %, отже 5 кг.

$W_{КМКЗ}$  - масова частка вологи у КМКЗ, %.

$$G_{\sigma}^{КМКЗ} = 5 \frac{(100 - 68)}{100 - 14,5} = 1,9 \text{ кг}$$

Масу води, внесеної в тісто з КМКЗ  $M_{\sigma}^{КМКЗ}$ , кг, визначаємо за формулою [17]:

$$G_{\sigma}^{КМКЗ} = G_{КМКЗ} - G_{\sigma}^{КМКЗ}, \quad (1.13)$$

$$G_{\sigma}^{КМКЗ} = 5 - 1,9 = 3,1 \text{ кг}$$

Визначаємо масу води, яку безпосередньо вносять у тісто [17]:

$$G_{\sigma}^{1г} = G_{\sigma}^m - (G_{в.с.р.} + G_{в.др.с}) \quad (1.14)$$

$$G_{\sigma}^{1г} = 35,05 - (2,13 + 9,0) = 23,92 \text{ кг.}$$

Тісто готують без додавання води у нього, тобто вся вода використовується для приготування опари, тому [17]:

$$G_{\sigma}^o = G_{\sigma}^{1г}$$

Масу борошна в опарі визначаємо за формулою [17]:

$$G_{\sigma}^o = \frac{G_{\sigma}^o (100 - W_o) + G_{др} (W_{др} - W_o) + G_{ину} (W_{ину} - W_o)}{(W_o - W_{\sigma})} \quad (1.15)$$

$$G_{\sigma}^o = \frac{23,92(100 - 65) + 3,0(75 - 65)}{(65 - 14,5)} = 17,2 \text{ кг}$$



Масу опари розраховуємо за формулою [17]:

$$G_o = G_o^0 + G_o^o + G_{op.c} + G_{ини} \quad (1.16)$$

$$G_o = 17,2 + 23,92 + 12,0 = 53,12 \text{ кг.}$$

Обчислюємо масу борошна, що вноситься під час замішування тіста [17]:

$$G_o^m = G_o - G_o^o - G_o^{обп} \quad (1.17)$$

$$G_o^m = 50 - 17,2 - 1 = 31,8 \text{ кг}$$

Визначаємо масу борошна і води, необхідних для приготування опари (за винятком борошна і води у заквасці) [17]:

$$G_o^{1o} = G_o^o - G_o^{КМКЗ}; \quad (1.18)$$

$$G_o^{1o} = 17,2 - 1,9 = 15,3 \text{ кг}$$

$$G_o^{1o} = G_o^{1r} - G_o^{КМКЗ}; \quad (1.19)$$

$$G_o^{1o} = 23,93 - 3,1 = 20,82 \text{ кг}$$

Складаємо пофазну рецептуру приготування тіста

Таблиця 2.4

Пофазна рецептура приготування тіста для хліба «Білково-молочного»

Найменування сировини	Всього	Витрат на КМКЗ	Витрата на опару, кг	Витрати на тісто, кг	На оброблення
Борошно пшеничне вищого гатунку	50,0	1,9	15,3	31,8	1
Клейковина сира	50,0	-	-	50,0	-
Дріжджова суспензія	12,0	-	12,0	-	-
Розчин солі	2,88	-	-	2,88	-
Олія соняшникова	2,0	-	-	2,0	-
Масло вершкове	2,0	-	-	2,0	-
Молоко сухе знежирене	3,0	-	-	3,0	-
Вода	23,92	3,1	20,82	-	-
КМКЗ	-	-	5,0	-	-
Опара	-	-	-	53,12	-
Всього	145,8	5,0	53,12	144,8	1,0

### Хліб «Зерновий»

Масову частку вологи в тісті  $W_T$ , %, обчислюють за формулою (1.5) [17]:

$$W_m = 47 + 1 = 48\%$$

Визначаємо масу сухих речовин у компонентах тіста.

## Рецептура тіста для приготування хліба «Зернового»

Найменування сировини	Маса сировини, кг	Масова доля вологи, %	Масова доля сухих речовин, %	Маса сухих речовин сировини, кг
Борошно пшеничне вищого гатунку	40,0	14,5	85,5	34,2
Крупка пшенична подрібнена	60,0	16,0	84,0	50,4
Дріжджі хлібопекарські пресовані	2,0	75,0	25,0	0,5
Сіль кухонна харчова	0,75	-	-	0,75
Яйця курячі	0,8	71,0	29,0	0,2
Кмин	0,1	-	-	0,1
Всього	103,65	-	-	86,15

Розраховуємо масу тіста  $G_m$ , кг за формулою (1.6):

$$G_m = 86,15 * 100 / 100 - 48 = 165,7 \text{ кг}$$

Знаходимо кількість води  $G_v$ , кг на заміс тіста за формулою (1.7):

$$G_v = 165,7 - 103,65 = 62,05 \text{ кг}$$

Розраховуємо масу розчину солі за формулою (1.8) [17]:

$$G_{c.p.} = 0,75 * 100 / 26 = 2,88 \text{ кг}$$

Знаходимо кількість води у сольовому розчині за формулою (1.9) :

$$G_{v.c.p.} = 2,88 - 0,75 = 2,13 \text{ кг}$$

Для приготування тіста на активованій фазі вносять подрібнені пресовані дріжджі у приготовлену живильну суміш, тобто немає необхідності готувати дріжджову суспензію.

Розраховуємо фазу активації дріжджів. Масу заварки обчислюємо за формулою [17]:

$$G_{зав}^{1:3} = G_6^{зав} + 3 G_6^{зав} \quad (1.20)$$

де  $G_6^{зав}$  - маса борошна, що міститься у заварці, кг

$$G_{зав}^{1:3} = 2 + 3*2 = 8 \text{ кг}$$

Масова частка вологи у заварці визначається за формулою [17]:

$$W_{зав} = \frac{G_{\bar{\sigma}}^{зав} * W_{\bar{\sigma}} + G_{\sigma} * 100}{G_{зав}} \quad (1.21)$$

$$W_{зав} = \frac{2,0 * 14,5 + 6,0 * 100}{8,0} = 78,6\%$$

Масу фази активації визначаємо за формулою [17]:

$$G_{акт} = \frac{G_{зав} * (100 - W_{зав}) + G_{\bar{\sigma}} * (100 - W_{\bar{\sigma}}) + G_{др} * (100 - W_{др})}{100 - W_{акт}} \quad (1.22)$$

$$G_{акт} = \frac{8 * (100 - 78,6) + 2 * (100 - 14,5) + 2,0 * (100 - 75)}{100 - 78,6} = 18,3 \text{ кг}$$

Масу води, яка вноситься для розведення заварки, обчислюємо за формулою:

$$G_{\sigma}^{ж.с.} = G_{акт} - G_{зав} - G_{\bar{\sigma}}^{ж.с.} - G_{др} \quad (1.23)$$

$$G_{\sigma}^{ж.с.} = 18,3 - 8,0 - 2,0 - 2,0 = 6,3 \text{ кг}$$

Масу борошна, внесеного в тісто з активованими дріжджами, знаходимо за формулою [17]:

$$G_{\bar{\sigma}}^{акт} = G_{зав} - G_{\bar{\sigma}}^{ж.с.} \quad (1.24)$$

$$G_{\bar{\sigma}}^{акт} = 2 + 2 = 4 \text{ кг}$$

Масу води, внесеної в тісто з активованими дріжджами, знаходимо за формулою [17]:

$$G_{\sigma}^{акт} = G_{зав} - G_{\sigma}^{ж.с.} \quad (1.25)$$

$$G_{\sigma}^{акт} = 6 + 6,3 = 12,3 \text{ кг}$$

Масу води, яка має бути внесена під час замішування тіста, знаходимо за формулою [17]:

$$G_{\sigma}^{1г} = G_{\sigma} - G_{в.с.р.} - G_{\sigma}^{акт} \quad (1.26)$$

$$G_{\sigma}^{1г} = 62,05 - 2,13 - 12,3 = 47,62$$

Пофазна рецептура приготування тіста для хліба «Зернового» наведена у таблиці 2.6.

## Пофазна рецептура приготування тіста для хліба «Зернового»

Найменування сировини та напівфабрикатів	Маса	Заварка	Фаза активації	Тісто
Борошно пшеничне вищого гатунку	40,0	2,0	2,0	36,0
Крупка пшенична подрібнена	60,0	-	-	60,0
Дріжджі хлібопекарські пресовані	2,0	-	2,0	-
Розчин солі	2,88	-	-	2,88
Яйця курячі	0,8	-	-	0,8
Кмин	0,1	-	-	0,1
Вода	59,92	6,0	6,3	47,62
Заварка	-	-	8,0	-
Активовані дріжджі	-	-	-	18,3
Всього	165,7	8,0	18,3	165,7

**2.3.3. Розрахунок виходу виробів**

Вихід хлібобулочних виробів визначається виходом тіста, технологічними витратами і затратами за його виготовлення [17].

Для хліба житнього заварного передбачений вихід визначаємо за формулою:

$$V_x = M_m - (V_b + V_m + Z_{бр} + Z_{обр} + Z_{уп} + Z_{укл} + Z_{ус} + V_{кр} + V_{штм} + V_{бр}), \quad (1.27)$$

де  $M_m$  – вихід тіста;

$V_b$  - втрати борошна до замішування напівфабрикатів;

$V_m$  – втрати борошна та тіста від початку замішування до посадки тістових заготовок у піч;

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

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

$Z_{уп}$  – затрати під час упікання;

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

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

$V_{кр}$  - втрати хліба у вигляді крихт або лому;

$V_{шм}$  – втрати від неточності маси хліба при приготуванні штучних виробів;

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

Вихід тіста знаходимо за формулою [17]:

$$G_m = \frac{M_{сир} (100 - W_{сир})}{(100 - W_m)} + K, \quad (1.28)$$

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

$W_{сир}$  – середньозважена масова частка вологи у сировині, %;

$W_m$  – масова частка вологі у тісті, %;

$K$  – маса сировини на оздоблення та включення, кг.

Середньозважену масову частку вологи у сировині визначаємо за формулою [17]:

$$W_{сир} = \frac{G_{\delta} * W_{\delta} + G_{dp} * W_{dp} + G_c * W_c + \dots}{G_{\delta} + G_{dp} + G_c + \dots}, \quad (1.29)$$

де  $W_{\delta} + W_{dp} + W_c$  - масова частка вологи в борошні, дріжджах, солі та іншій сировині, %.

Розраховуємо середньозважену масову частку вологи у сировині хліба «Зернового»:

$$W_{сир} = \frac{40,0 * 14,5 + 60,0 * 16,0 + 2,0 * 75 + 0,75 * 0 + 0,8 * 0,71}{40,0 + 60,0 + 2,0 + 0,75 + 0,8} = 16,9 \%$$

Тоді, вихід тіста для хліба становить:

$$G_m = \frac{103,65(100 - 16,9)}{(100 - 48)} + 0,1 = 165,7 \text{ кг}$$

Всі втрати і затрати виражають у перерахунку на масу тіста у кілограмах.

Втрати борошна до замішування тіста  $B_{\delta}$ , кг [17]:

$$B_{\delta} = \frac{g_{\delta}(100 - W_{\delta})}{100 - W_m}, \quad (1.30)$$

де  $g_{\delta}$  – втрати борошна до замішування напівфабрикатів, % до маси

борошна;

$$g_{\delta} = 0,02-0,06 \%$$

$$B_{\delta} = \frac{0,04(100-14,5)}{100-48} = 0,06 \text{ кг}$$

Втрати борошна і напівфабрикатів від замішування до випікання,  $B_m$ , кг [17]:

$$B_m = \frac{g_m(100 - W_{cp}^1)}{100 - W_m}, \quad (1.31)$$

де  $g_m$  – втрати борошна і тіста під час замішування та приготування тіста, % до маси борошна;  $g_m = 0,03-0,05 \%$ ;

$W_{cp}^1$  – масова частка вологи у відходах, % (знаходиться в межах 30-36 %)

$$B_m = \frac{0,04(100-30)}{100-48} = 0,05 \text{ кг}$$

Затрати під час бродіння напівфабрикатів  $Z_{бр}$ , кг [17]:

$$Z_{бр} = \frac{C_{сух} \cdot 0,95 \cdot (G_{суп} - g_{обр}) \cdot (100 - W_{суп})}{1,96 \cdot 100(100 - W_m)}, \quad (1.32)$$

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

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

$g_{обр} = 0,6-1,0\%$

$$Z_{бр} = \frac{1,8 \cdot 0,95 \cdot (103,65 - 0,8) \cdot (100 - 16,9)}{1,96 \cdot 100(100 - 48)} = 1,8 \text{ кг}$$

Затрати на оброблення тіста  $Z_{обр}$ , кг:

$$Z_{обр} = \frac{g_{обр}(W_m - W_{\delta})}{100 - W_m}, \quad (1.33)$$

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

$$Z_{обр} = \frac{0,8(48-14,5)}{100-48} = 0,52 \text{ кг}$$

Затрати від упікання,  $Z_{ун}$ , кг:

$$Z_{ун} = \frac{g_{ун} [G_m - (B_{\delta} + B_m + Z_{бр} + Z_{обр})]}{100}, \quad (1.34)$$

де  $g_{ун}$  – затрати на упікання, % від маси тістової заготовки,  $g_{ун} = 6,0-$

12,0%

$$z_{yn} = \frac{12[165,7 - (0,06 + 0,05 + 1,8 + 0,52)]}{100} = 19,6 \text{ кг}$$

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

$$z_{укл} = \frac{g_{yn} [G_m - (B_{\sigma} + B_m + z_{\sigma p} + z_{\sigma p p} + z_{yn})]}{100}, \quad (1.35)$$

де  $g_{укл}$  - затрати під час укладання гарячого хліба, % до маси гарячого хліба;

$$g_{укл} = 0,5-0,8\%$$

$$z_{укл} = \frac{0,8[165,7 - (0,06 + 0,05 + 1,8 + 0,52 + 19,6)]}{100} = 1,15 \text{ кг}$$

Затрати від усихання  $z_{yc}$ , кг [17]:

$$z_{yc} = \frac{g_{yn} [G_m - (B_{\sigma} + B_m + z_{\sigma p} + z_{\sigma p p} + z_{yn} + z_{укл})]}{100}, \quad (1.36)$$

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

$$z_{yc} = \frac{4[165,7 - (0,06 + 0,05 + 1,8 + 0,52 + 19,6 + 1,15)]}{100} = 5,7 \text{ кг}$$

Втрати від неточності маси штучних виробів,  $B_{ум}$ , кг:

$$B_{ум} = \frac{g_{ум} [G_m - (B_{\sigma} + B_m + z_{\sigma p} + z_{\sigma p p} + z_{yn} + z_{укл} + z_{yc})]}{100}, \quad (1.37)$$

де  $g_{ум}$  - втрати внаслідок відхилення маси хліба, % до маси гарячого хліба;

$$g_{ум} = 0,4-0,5 \%$$

$$B_{ум} = \frac{0,5[165,7 - (0,06 + 0,05 + 1,8 + 0,52 + 19,6 + 1,15 + 5,7)]}{100} = 0,68 \text{ кг}$$

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

$$B_{кр} = \frac{g_{кр} [G_m - (B_{\sigma} + B_m + z_{\sigma p} + z_{\sigma p p} + z_{yn} + z_{укл} + z_{yc} + B_{ум})]}{100}, \quad (1.38)$$

де  $g_{кр}$  - втрати у вигляді крихти та лому, % до маси борошна;

$$g_{кр} = 0,03 \%$$

$$B_{кр} = \frac{0,03[165,7 - (0,06 + 0,05 + 1,8 + 0,52 + 19,6 + 1,15 + 5,7 + 0,68)]}{100} = 0,04 \text{ кг}$$

Втрати від переробки браку,  $B_{бр}$ , кг [17]:

$$B_{бр} = \frac{g_{бр} [G_m - (B_{б} + B_m + 3_{бр} + 3_{обр} + 3_{уп} + 3_{укл} + 3_{ус} + B_{шт} + B_{кр})]}{100}, \quad (1.39)$$

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

$$g_{бр} = 0,02\%$$

$$B_{бр} = \frac{0,02[165,7 - (0,06 + 0,05 + 1,8 + 0,52 + 19,6 + 1,15 + 5,7 + 0,68 + 0,04)]}{100} = 0,03 \text{ кг}$$

Для хліба «Зернового» розрахунковий вихід становитиме:

$$V_x = 165,7 - (0,06 + 0,05 + 1,8 + 0,52 + 19,6 + 1,15 + 5,7 + 0,68 + 0,04 + 0,03) = 136,07\%$$

### ***Розрахунок виходу хліба «Білково-молочного»***

Середньозважену масову частку вологи у сировині хліба визначаємо за формулою 1.29:

$$W_{сир} = \frac{50,0 \cdot 14,5 + 50,0 \cdot 70,0 + 3,0 \cdot 75,0 + 0,75 \cdot 0 + 2,0 \cdot 0,1 + 2 \cdot 25,0 + 3,0 \cdot 4,0}{50,0 + 50,0 + 3,0 + 0,75 + 2,0 + 2,0 + 3,0} = 40,7 \%$$

Вихід тіста для хліба згідно формули 1.28 становить:

$$G_m = \frac{110,75(100 - 40,7)}{(100 - 55)} = 145,9 \text{ кг}$$

Втрати борошна до замішування тіста  $B_{б}$ , кг, згідно формули 1.30 становлять:

$$B_{б} = \frac{0,05(100 - 14,5)}{100 - 55} = 0,1 \text{ кг}$$

Втрати борошна і напівфабрикатів від замішування до випікання,  $B_m$ , кг, згідно формули 1.31 становлять:

$$B_m = \frac{0,04(100 - 30)}{100 - 55} = 0,06 \text{ кг}$$

Затрати під час бродіння напівфабрикатів  $3_{бр}$ , кг, згідно формули 1.32 становлять:

$$3_{бр} = \frac{2,8 \cdot 0,95 \cdot (110,75 - 1,0) \cdot (100 - 40,7)}{1,96 \cdot 100(100 - 55)} = 1,96 \text{ кг}$$

Затрати на оброблення тіста  $3_{обр}$ , кг, згідно формули 1.33 становлять:

$$3_{обр} = \frac{1,0(55 - 14,5)}{100 - 55} = 0,9 \text{ кг}$$

Затрати від упікання,  $3_{уп}$ , кг, згідно формули 1.34 становлять:



$$Z_{yn} = \frac{12[145,8 - (0,1 + 0,06 + 1,96 + 0,9)]}{100} = 17,13 \text{ кг}$$

Затрати під час укладання  $Z_{укл}$ , кг, згідно формули 1.35 становлять:

$$Z_{укл} = \frac{0,5[145,8 - (0,1 + 0,06 + 1,96 + 0,9 + 17,13)]}{100} = 0,63 \text{ кг}$$

Затрати від усихання  $Z_{ус}$ , кг, згідно формули 1.36 становлять:

$$Z_{ус} = \frac{4[145,9 - (0,1 + 0,06 + 1,96 + 0,9 + 17,13 + 0,63)]}{100} = 5,0 \text{ кг}$$

Втрати від неточності маси штучних виробів,  $B_{умт}$ , кг, згідно формули 1.37 становлять:

$$B_{умт} = \frac{0,4[145,8 - (0,1 + 0,06 + 1,96 + 0,9 + 17,13 + 0,63 + 5,0)]}{100} = 0,6 \text{ кг}$$

Втрати від крихт і лому  $B_{кр}$ , кг, згідно формули 1.38 становлять:

$$B_{кр} = \frac{0,03[145,8 - (0,1 + 0,06 + 1,96 + 0,9 + 17,13 + 0,63 + 5,0 + 0,6)]}{100} = 0,04 \text{ кг}$$

Втрати від переробки браку,  $B_{бр}$ , кг, згідно формули 1.38 становлять:

$$B_{бр} = \frac{0,02[145,8 - (0,1 + 0,06 + 1,96 + 0,9 + 17,13 + 0,63 + 5,0 + 0,6 + 0,04)]}{100} = 0,02 \text{ кг}$$

Для хліба «Білково-молочного» розрахунковий вихід становитиме:

$$V_x = 145,8 - (0,1 + 0,06 + 1,96 + 0,9 + 17,13 + 0,63 + 5,0 + 0,6 + 0,04 + 0,02) = 119,36\%$$

Розрахунковий вихід має бути вищим за плановий, це свідчить про наявність резервів для економії сировинних ресурсів. В подальших розрахунках використовуємо плановий вихід виробів.

#### **2.3.4. Розрахунок виробних рецептур і вибір технологічних параметрів**

Виробничі рецептури розраховуємо за коефіцієнтом перерахунку, виходячи з пофазної рецептури або за заданими витратами борошна на порцію напівфабрикатів.

Для приготування хліба, згідно завдання на курсовий проект передбачено використання заварювальної машини для приготування концентрованої молочно-кислої закваски та активації дріжджів. У

розрахунку виробничої рецептури коефіцієнт перерахунку розраховуємо за формулою [17]:

$$K_{зав\ В} = \frac{G_{н/ф}}{G_{н/ф}^1} \quad (1.40)$$

де  $G_{н/ф}$  – маса напівфабрикату в заварювальній машині, яку приймають на 25-30% меншою за місткість апарату;

$G_{н/ф}^1$  - маса напівфабрикату, відповідно до пофазної рецептури.

У випадку порційного приготування напівфабрикатів коефіцієнт перерахунку обчислюють залежно від допустимої величини завантаження діжі борошном, кг, за формулою:

$$G_{\phi}^{\phi} = \frac{V_{\phi} \cdot q}{100}, \quad (1.41)$$

де  $V_{\phi}$  – геометричний об'єм діжі,  $\text{дм}^3$

$q$  – норма завантаження борошна

Визначаємо коефіцієнт перерахунку пофазної рецептури:

$$K_{діж\ В} = \frac{G_{\phi}^{\phi}}{100} \quad (1.42)$$

Для приготування тіста для хліба «Білково-молочного» згідно типу печей і розрахунку їхньої продуктивності, передбачаємо періодичний спосіб з метою забезпечення планового випуску необхідного об'єму продукції.

Згідно формули 1.40 визначаємо коефіцієнт перерахунку для приготування КМКЗ:

$$K_{зав\ В} = \frac{75\% * 300}{5} = 45$$

Таблиця 2.7

Виробнича рецептура і технологічний режим приготування  
КМКЗ для хліба «Білково-молочного»

Найменування сировини	Витрата за уніфікованою рецептурою, кг	$K_{зав}$	Витрата на один заміс, кг
Борошно пшеничне в/г	1,9		85,5
Вода	3,1	45,0	139,5
Всього	5,0		225,0
Кислотність, град	14,0		
Тривалість бродіння, год	8-12		
Вологість, %	70,0		
Початкова температура, °C	36-40		

Рідку опару передбачено готувати у заварювальній машині, тому коефіцієнт перерахунку становитиме:

$$K_{зав} B \frac{75\% * 300}{53,12} = 4,2$$

Таблиця 2.8

Виробнича рецептура і технологічний режим приготування  
рідкої опари для хліба «Білково-молочного»

Найменування сировини	Витрата за уніфікованою рецептурою, кг	$K_{зав}$	Витрата на один заміс, кг
Борошно пшеничне в/г	15,3		64,3
Дріжджова суспензія	12,0		50,4
КМКЗ	5,0	4,2	21,0
Вода	20,82		87,4
Всього	53,12		223,1
Кислотність, град	5,5		
Тривалість бродіння, хв	60-90		
Вологість, %	65,0		
Початкова температура, °C	26-27		

Визначаємо допустиму величини завантаження діжі борошном, кг, за формулою 1.41:

$$G_{\%}^{\theta} B \frac{250 * 30}{100} = 75$$

Коефіцієнт перерахунку пофазної рецептури згідно формули 1.42 становитиме:

$$K_{діж} B \frac{75}{100} = 0,75$$

Таблиця 2.9

Виробнича рецептура і технологічний режим приготування тіста для хліба «Білково-молочного»

Найменування сировини	Витрата за уніфікованою рецептурою, кг	<i>K<sub>діж</sub></i>	Витрата на один заміс, кг
Борошно пшеничне в/г	31,8	0,75	23,85
Клейковина сира	50,0		37,5
Розчин солі	2,88		2,16
Олія соняшникова	2,0		1,5
Масло вершкове	2,0		1,5
Молоко сухе	3,0		2,25
Опара	53,12		39,84
Всього	144,8		108,6
Кислотність, град	5,0		
Тривалість бродіння, хв	60-80		
Вологість, %	55,0		
Початкова температура, °С	29-31		
Тривалість вистоювання, хв	50-60		
Тривалість випікання, хв	40-45		

*Розрахунок температури води на тісто*

Розраховуємо теплоємність опари за формулою [17]:

$$C_{оп} = \frac{W_{оп} + (100 - W_{оп}) * C_6}{100} \quad (1.43)$$

$$C_{оп} = \frac{65 + (100 - 65) * 1,81}{100} = 1,28 \text{ кДж/кг*К}$$

Визначаємо теплоємність КМКЗ по формулі:

$$C_{ст.зак.} = \frac{1,81 * 1,9 + 4,2 * 3,1}{5,0} = 3,29 \text{ кДж/кг*К}$$

Визначаємо температуру води, °С, на приготування закваски за формулою [17]:

$$T_{в.зак} = t_{п.зак} + \frac{M_{б.} * C_{б.} * (t_{зак.поч.} - t_{б.}) + M_{ст.зак} * C_{ст.зак} (t_{зак.поч.} - t_{ст.зак})}{M_{в.} * C_{в.}}$$

(1.44)

де  $t_{зак}$  – температура закваски початкова, °С.

$$T_{в.зак} = 36 + \frac{1,9 * 1,81 * (36 - 20) + 5 * 3,29 * (36 - 32)}{3,1 * 4,2} = 47 \text{ °С}$$

Розраховуємо температуру води  $t$  на приготування тіста за формулою [17]:

$$t = t_T + \frac{G_{б.} * C_{б.} (t_T - t_{б.})}{G_{в.} * C_{в.}} + \frac{G_{н/ф} * C_{н/ф} (t_T - t_{н/ф})}{G_{г}^{н/ф} * C_{в.}} + k \quad (1.45)$$

де  $t_T$  – початкова температура тіста, °С

$G_{б.}$  – маса борошна, кг

$C_{б.}$  – теплоємність борошна, кДж/кг\*К

$G_{в.}$  – маса води для приготування тіста, кг

$C_{в.}$  – теплоємність води, кДж/кг\*К

$G_{н/ф}$  – маса напівфабрикату, кг

$C_{оп}$  – теплоємність напівфабрикату, кДж/кг\*К

$G_{г}^{н/ф}$  – маса води для приготування напівфабрикату, кг

$k$  – поправковий коефіцієнт на невраховані втрати тепла, °С; 1 – в літній період, 2 – весняний, 3 – зимовий.

$$t = 30 + \frac{31,8 * 1,81 * (30 - 20)}{0 * 4,2} + \frac{53,12 * 1,28 * (30 - 27)}{20,82 * 4,2} + 2 = 34,3 \text{ °С}$$

Масу тістової заготовки  $M_{т.з.}$  обчислюємо за формулою:

$$M_{т.з.} = \frac{M_{х.х.} * 100 * 100}{(100 - q_{уп}) * (100 - q_{ус})} \quad (1.46)$$

де  $M_{х.х.}$  – маса холодного хліба, кг

$q_{уп}$  – упікання, %

$q_{ус}$  – усихання, %

$$M_{т.з.} = \frac{0,25 * 100 * 100}{(100 - 12,0) * (100 - 4,0)} = 0,29 \text{ кг}$$

Тісто для приготування хліба «Зернового» передбачаємо готувати за допомогою активації дріжджів шляхом приготування заварки. Знаходимо за формулою 1.40 коефіцієнт перерахунку пофазної рецептури:

Для приготування заварки:

$$K_{ф.акт. В} \frac{75\% * 300}{18,3} = 12,3$$

Таблиця 2.10

Виробнича рецептура і технологічний режим приготування фази активації

Найменування сировини	Витрата за уніфікованою рецептурою, кг	К	Витрата на порцію, кг
Борошно пшеничне в/г	2,0	12,3	24,6
Дріжджі пресовані	2,0		24,6
Вода	6,3		77,4
Заварка	8,0		98,4
Всього	18,3		225,0
Тривалість бродіння, хв	40-50		
Вологість, %	70,0		
Початкова температура, °С	32-34		

Згідно формули 1.41 визначаємо допустиму величини завантаження діжі борошном:

$$G_{\%}^{\circ} В \frac{250 * 39}{100} = 97,5$$

За формулою 1.42 визначаємо коефіцієнт перерахунку для приготування тіста хліба «Зернового»:

$$K_{діж В} \frac{97,5}{100} = 0,975$$

Виробнича рецептура і технологічний режим приготування  
тіста для хліба «Зернового»

Найменування сировини	Витрата за уніфікованою рецептурою, кг	К <sub>діж</sub>	Витрата на один заміс, кг
Борошно пшеничне в/г	36,0	0,975	35,1
Крупка пшенична подрібнена	60,0		58,5
Розчин солі	2,88		2,81
Яйця курячі	0,8		0,78
Кмин	0,1		0,09
Вода	47,62		46,42
Активована фаза	18,3		17,8
Всього	165,7		161,5
Кислотність, град	3,5		
Тривалість бродіння, хв	30		
Вологість, %	48,0		
Початкова температура, °С	29-33		
Тривалість вистоювання, хв	35-45		
Тривалість випікання, хв	50-55		

Розраховуємо температуру води  $t$  для приготування тіста хліба «Зернового» за формулою [17]:

$$t = t_r + \frac{G_b * C_b (t_r - t_b)}{G_v * C_v} + k, \quad (1.47)$$

де  $G_b$  – маса борошна, кг

$C_b$  – теплоємність борошна, кДж/кг\*К

$G_v$  – маса води, кг

$C_v$  – теплоємність води, кДж/кг\*К

$k$  – поправковий коефіцієнт (літній період – 1, зимовий – 3, осінній та весняний – 2)

Температуру води становитиме:

$$t = 33 + \frac{96 * 1,81 (33 - 20)}{47,62 * 4,2} + 2 = 46,3^{\circ} \text{C}$$

Маса тістової заготовки згідно формули 1.46 становитиме:

$$M_{т.з.} = \frac{0,3 * 100 * 100}{(100 - 12,0) * (100 - 4,0)} = 0,35 \text{ кг}$$

### 2.3.5. Розрахунок площ складських приміщень для сировини, тари, допоміжних та пакувальних матеріалів, площ холодильних камер та складів готової продукції

Добову витрату борошна  $G_{б.д.}$ , кг розраховують за формулою [17]:

$$G_{б.д.} = P_{доб} * 100 / V_{хл} \quad (1.48)$$

де  $P_{доб}$  – добова потужність печі, кг

$V_{хл}$  — вихід хлібобулочних виробів, кг

Проводимо розрахунок добової витрати борошна для хліба «Білково-молочного»:

$$G_{б.д.} = 1380,0 * 100 / 105,0 = 1314 \text{ кг}$$

Визначаємо коефіцієнт перерахування пофазної рецептури [17]:

$$K = G_{б.д.} / 100 \quad (1.49)$$

$$K = 1314 / 100 = 13,14$$

Таблиця 2.12

Добова витрата сировини для хліба «Білково-молочного»

Найменування сировини	Маса сировини за рецептурою, кг	Коефіцієнт перерахування	Витрата сировини за добу, кг
Борошно пшеничне в/г	50,0	13,14	657,0
Клейковина сира	50,0		657,0
Дріжджі пресовані	3,0		39,4
Сіль кухонна харчова	0,75		10,0
Олія соняшникова	2,0		26,3
Масло вершкове	2,0		26,3
Молоко сухе знежирене	3,0		39,4



Для хліба «Зернового»:

$$G_{б.д.} = 1426,0 * 100 / 133,0 = 1097 \text{ кг}$$

Коефіцієнт перерахування пофазної рецептури становитиме:

$$K = 1097 / 100 = 10,97$$

Таблиця 2.13

Добова витрата сировини для хліба «Зернового»

Найменування сировини	Маса сировини за рецептурою, кг	Коефіцієнт перерахування	Витрата сировини за добу, кг
Борошно пшеничне в/г	30,0	10,97	330,0
Крупка пшенична подрібнена	70,0		767,9
Дріжджі пресовані	2,0		22,0
Сіль кухонна харчова	0,75		8,2
Яйця курячі	0,8		8,8
Кмин	0,1		1,1

Таблиця 2.14

Добовий запас сировини

Найменування сировини	Добові витрати, т	Спосіб зберігання	Нормативний термін зберігання, діб	Запас, діб	Необхідний запас сировини, т
Борошно пшеничне в/г	0,987	В мішках	5-7	7	6,9
Крупка пшенична подрібнена	0,768	В мішках	5	5	3,84
Клейковина сира	0,657	У гермет. тарі	3	3	1,971
Дріжджі пресовані	0,062	На полицях	3	3	0,186
Сіль кухонна харчова	0,019	В мішках	15	15	0,285
Олія соняшникова	0,027	В закритих місткостях	15	15	0,405
Масло вершкове	0,027	В ящиках	5	5	0,135
Молоко сухе знежирене	0,040	У щільних місткостях	15	15	0,6
Яйця курячі	0,009	В ящиках	5	5	0,045
Кмин	0,001	У щільно закритих ящиках	15	15	0,015

Борошно для виробництва хліба «Білково-молочного» і «Зернового» зберігатимуть у мішках, так як згідно розрахунків використання сировини є незначним.

Розрахунок кількості стелажів для тарного зберігання борошна [17]:

$$N_{шт} = G_{б. доб} / n * q, \quad (1.50)$$

де  $N_{шт}$  – кількість стелажів для зберігання борошна

$G_{б. доб}$  – добова витрата борошна, кг.;

$n$  – кількість мішків у штабелі, шт.;

$q$  – маса борошна у мішку, кг

Для борошна пшеничного вищого гатунку:

$$N_{шт}^{б.ми} = 987 / 48 * 50 = 0,4 \text{ шт.} = 1 \text{ шт.}$$

Аналогічно розраховуємо кількість стелажів для зберігання крупки пшеничної подрібненої:

$$N_{шт}^{кр.п.} = 768 / 48 * 55 = 0,3 \text{ шт.} = 1 \text{ шт.}$$

При тарному збереженні сировини визначають необхідну площу для збереження сировини за формулою [17]:

$$F = \frac{M^d \times t}{f} \quad (1.51)$$

де  $M^d$  – добова витрата сировини, кг;

$t$  – прийнятий термін збереження сировини, діб.;

$f$  – питоме навантаження на  $1\text{ м}^2$  площі підлоги складу

Таблиця 2.15

## Розрахунок площі складу тарного зберігання сировини

Вид сировини	Добова витрата, Гд, т	Термін збереження, діб	Середнє навантажен. на 1 м <sup>2</sup>	Площа для збереження, м <sup>2</sup>
<i>Швидкопсувна сировина:</i>				
Дріжджі пресовані	0,062	3	0,186	F=0,062*3/0,54=0,34
Масло вершкове	0,027	5	0,135	F=0,027*5/0,4=0,34
Яйця	0,009	5	0,045	F=0,009*3/0,3=0,15
<b>Всього</b>				<b>0,83</b>
<i>Сировина тривалого зберігання:</i>				
Сіль	0,019	15	0,285	F=0,019*15/0,8=0,35
Олія соняшникова	0,027	15	0,405	F=0,027*15/0,66=0,61
Молоко сухе знежирене	0,040	15	0,600	F=0,040*15/0,54=1,11
Клейковина сира	0,657	3	1,971	F=0,657*3/0,54=3,65
Кмин	0,001	15	0,015	F=0,001*15/0,54=0,03
<b>Всього</b>				<b>5,75</b>
<b>Разом</b>				<b>6,58</b>

Конструктивно приймаємо площу складу 7 м<sup>2</sup>

### 2.3.6. Розрахунок і вибір технологічного обладнання

*Розрахунок обладнання для силосно-просіювального відділення*

Згідно завдання курсової роботи для виробництва хліба «Білково-молочного» і «Зернового» необхідне борошно пшеничне вищого гатунку, крупка пшенична подрібнена. Просіюванню піддається борошно пшеничне вищого гатунку, яке поступає у мішках із складу і подається працівником для просіювання.

Кількість борошняних ліній визначається за формулою [18]:

$$N_{б.л.} = \frac{\sum G_{б.год}}{P} \quad (1.52)$$

де  $G_{б.год}$  - сумарні витрати борошна кожного виду за годину, т/год;

$P$  – продуктивність борошняної лінії за годину, т/год (приймають на 5-10% меншою за продуктивність просіювача) [18].

Для розрахунку приймаємо просіювач фірми «Хюрмак» з продуктивністю 1000 кг/год.

$$N_{в.л.} = 0,207 / 1,0 * 90\% = 0,23 \text{ шт} = 1 \text{ шт}$$

Приймаємо одну просіювальну лінію.

Тривалість роботи просіювача періодичної дії  $t$ , хв, для просіювання годинної кількості сировини розраховуємо за формулою [18]:

$$t = \frac{60 G_{с.зод}}{P} \quad (1.53)$$

$$t = \frac{60 * 0,255}{1,0} = 12,4 \text{ хв}$$

*Розрахунок обладнання для змішування і бродіння напівфабрикатів*

Для приготування КМКЗ, рідкої опари та фази активації згідно норм оснащення передбачено встановлення заварювальної машини Х32М-300. Дозрівання КМКЗ проходить у ємкості з пропелерною мішалкою, бродіння рідкої опари та фази активації у діжах.

Передбачаємо проводити процес приготування хліба «Білково-молочного» на основі лінії Н1-900 фірми «Хюрмак» із докомплектацією деяких видів обладнання згідно завдання і протікання технологічного процесу. До її складу входять: просіювач борошна, тістомісильна машина періодичної дії, місткість для бродіння, тістоподільна машина, тістоокруглювач, шафа вистоювання тістових заготовок, візки з листами, піч ротаційна. Тісто для хліба «Зернового» передбачаємо готувати у тістомісильній машині із підкатними діжами DUAL -250.

Для приготування рідкої опари встановлюється заварювальна машина Х32М-300.

Розраховуємо об'єм чанів для бродіння рідкої опари [17]:

$$V_{з.м} = \frac{60 * G_{зак.хв} * t * K_o * K_{п.н}}{p} \quad (1.54)$$

де  $G_{зак.хв}$  – хвилинні витрати рідкої опари, кг;

$t$  – тривалість бродіння рідкої опари, год;

$K_0$  – коефіцієнт збільшення об'єму,  $K_0 = 1,45$

$K_{п.п}$  – коефіцієнт який враховує наявність напівфабрикату попереднього приготування,  $K_{п.п} = 1,0$

$\rho$  – густина,  $\text{кг}/\text{дм}^3$ ,  $\rho = 1,05$ . [17]

$$V_{з.м} = \frac{60 * 4,98 * 1,5 * 1,45 * 1,0}{1,05} = 619 \text{ дм}^3$$

Знаходимо кількість місткості для бродіння рідкої опари за формулою:

$$N_{з.м} = \frac{V_{з.м}}{V} \quad (1.55)$$

де  $V$  – об'єм місткості,  $\text{дм}^3$   $V = 650 \text{ дм}^3$

$$N_{з.м} = \frac{619}{650} = 0,95 \text{ шт} = 1,0 \text{ шт}$$

Визначаємо масу рідкої опари в бродильній місткості [17]:

$$G' = 60 * G_{хв} * t_{бр} / N \quad (1.56)$$

де  $t_{бр}$  – тривалість бродіння рідкої опари, год

$$G' = 60 * 4,98 * 1,5 / 1,0 = 448,2 \text{ кг}$$

Ритм заповнення (вивільнення) місткості для бродіння рідкої опари визначаємо за формулою [17]:

$$r = 60 * t_{бр} / N, \quad (1.57)$$

$$r = 60 * 1,5 / 1,0 = 90 \text{ хв}$$

Визначаємо необхідну кількість замішувань у заварювальній машині відповідно до маси рідкої опари в одній бродильній місткості [17]:

$$N_{зам} = G' / V_{роб} * \rho, \quad (1.58)$$

де  $V_{роб}$  – робочий об'єм машини,  $\text{дм}^3$  (приймають на 25-30% меншим від геометричного об'єму). Для машини Х32М-300  $V_{роб} = 200 \text{ дм}^3$

$$N_{зам} = 448,2 / 200 * 1,05 = 2,1 \text{ шт.}$$

За кількістю замісів на одну місткість обчислюємо ритм замішування [17]:

$$r_{зам} = r / N_{зам}, \quad (1.59)$$

$$r_{зам} = 90 / 2,1 = 43 \text{ хв}$$

Отриманий ритм не менший допустимого (20 хв), тому однієї машини ХЗ2М-300 буде достатньо.

Розраховуємо продуктивність тістомісильної машини періодичної дії [17]:

$$P_m = 60 * g_{н.ф} / t_{зам} + t_{доп} \quad (1.60)$$

де  $g_{н.ф}$  – маса напівфабрикату, що замішується в діжі, кг;

$t_{зам}$  – тривалість замішування напівфабрикату, хв;

$t_{доп}$  – тривалість допоміжних операцій, хв; ( $t_{доп} = 1-3$  хв).

Для хліба «Білково-молочного»:

$$P_m = 60 * 108,6 / 20 + 3 = 283 \text{ кг}$$

Кількість тістомісильних машин  $N_{т.м}$ , шт., розраховуємо за формулою:

$$N_{т.м} = P_m / P \quad (1.61)$$

де  $P$  – продуктивність тістомісильної машини згідно технічної характеристики, кг/год.  $P = 400$  кг/год.

$$N_{т.м} = 283 / 400 = 0,7 = 1 \text{ шт}$$

Приймаємо одну машину.

Кількість діж для забезпечення годинної продуктивності печі [17]:

$$D_{год} = \frac{G_{б.год}^{год}}{G_{б.д}^д} \quad (1.62)$$

де  $G_{б.год}$  – годинні витрати борошна, кг.

$G_{б.д}$  – максимальна маса борошна, що може бути завантажена у діжу, кг,  
(формула 1.41)

Визначаємо витрати борошна за годину при роботі однієї печі, кг/год[17]:

$$G_{б.год} = P_{год} * 100 / B_x, \quad (1.63)$$

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

$B_x$  – плановий вихід виробу, %

$$G_{б.год} = 168 * 100 / 105 = 160 \text{ кг/год}$$

$$D_{год} = 160 / 75,0 = 2,24 \text{ шт.}$$

Знаходимо ритм замішування напівфабрикату [17]:

$$r = \frac{60}{D_{год}} \quad (1.64)$$

$$r = 60/2,24 = 26,8 \text{ хв}$$

Розрахований ритм не перевищує максимально допустимі значення 30 хв. Отже, розрахунок проведено правильно.

Бродіння тіста здійснюватиметься в коритах, встановлених на пересувних візках, місткістю 650-750 кг.

Кількість корит для бродіння розраховують, виходячи з їх зайнятості на замішування і бродіння напівфабрикатів. Зайнятість діж  $T_{\partial}$ , хв, обчислюють за формулою [17]:

$$T_{\partial} = T_{зам} + T_{бр} + T_{доод}, \quad (1.65)$$

де  $T_{зам}$  — тривалість замішування напівфабрикату, хв.

$T_{бр}$  — тривалість бродіння напівфабрикату, хв.

$T_{доод}$  — тривалість додаткових операцій, хв.; ( $T_{доод} = 5-10$  хв).

$$T_{\partial.м} = 15 + 60 + 5 = 80 \text{ хв}$$

Кількість корит, необхідних для бродіння тіста визначаємо за формулою [17]:

$$D_m = T_{\partial}/r, \quad (1.66)$$

$$D_m = 80/26,8 = 2,9 = 3 \text{ шт}$$

Отже для бродіння тіста приймаємо три корита.

Зайнятість тістомісильної машина для приготування тіста визначаємо за формулою [17]:

$$T_{т.м.} = T_{зам} + T_{об} + T_{зач}, \quad (1.67)$$

де  $T_{об}$  — тривалість обминання, хв.  $T_{об} = 2-4$  хв.

$T_{зач}$  — тривалість зачищення, хв.  $T_{зач} = 1-3$  хв.

$$T_{т.м.} = 15 + 3 + 2 = 20 \text{ хв}$$

Кількість тістомісильних машин для замішування напівфабрикатів визначаємо за формулою [17]:

$$N = \frac{T_{т.м.}}{r} \quad (1.68)$$

$$N = 20 / 26,8 = 0,7 \text{ шт.}$$

Приймаємо одну тістомісильну машину.

Аналогічно розраховуємо обладнання для приготування хліба

«Зернового».

Об'єм місткості для бродіння активованої фази визначаємо за формулою 1.54:

$$V_{з.м} = \frac{60 \cdot 4,5 \cdot 0,8 \cdot 1,5 \cdot 1,0}{1,05} = 308 \text{ дм}^3$$

Знаходимо кількість місткостей для бродіння активованої фази за формулою 1.55:

$$N_{з.м} = \frac{308}{370} = 0,8 \text{ шт.} = 1,0 \text{ шт.}$$

Визначаємо масу активованої фази в бродильній місткості за формулою 1.56:

$$G' = 60 \cdot 4,5 \cdot 0,8 / 1,0 = 216,0 \text{ кг}$$

Ритм заповнення (вивільнення) місткості для бродіння активованої фази визначаємо за формулою 1.57:

$$r = 60 \cdot 0,8 / 1,0 = 48 \text{ хв}$$

Визначаємо необхідну кількість замішувань у заварювальній машині відповідно до маси активованої фази в одній бродильній місткості за формулою 1.58:

$$N_{зам} = 216,0 / 200 \cdot 1,05 = 1,03 \text{ шт.}$$

За кількістю замісів на одну місткість обчислюємо ритм замішування за формулою 1.59:

$$r_{зам} = r / N_{зам},$$

$$r_{зам} = 48 / 1,03 = 47 \text{ хв}$$

Отриманий ритм не менший допустимого (20 хв), тому однієї машини Х32М-300 буде достатньо.

Розраховуємо продуктивність тістомісильної машини періодичної дії за формулою 1.60:

$$P_{м.} = 60 \cdot 161,5 / 25 + 3 = 346 \text{ кг}$$

Кількість тісто місильних машин  $N_{т.м}$ , шт., розраховуємо за формулою



1.61:

$$N_{m.m} = 346 / 500 = 0,7 = 1 \text{ шт.}$$

Приймаємо одну машину.

Кількість діж для забезпечення годинної продуктивності печі визначаємо за формулою 1.62:

$$D_{год} = 168/97,5 = 1,7 \text{ шт.}$$

Знаходимо ритм замішування напівфабрикату за формулою 1.64:

$$r = 60/1,7 = 35,0 \text{ хв}$$

Розрахований ритм не перевищує максимально допустимі значення 35 хв. Отже, розрахунок проведено правильно.

Бродіння тіста здійснюватиметься в підкатних діжах.

Кількість діж для бродіння розраховують, виходячи з їх зайнятості на замішування і бродіння напівфабрикатів. Зайнятість діж  $T_d$ , хв, обчислюють за формулою 1.65:

$$T_{d.m} = 25+30+5 = 60 \text{ хв}$$

Кількість діж, необхідних для бродіння тіста визначаємо за формулою 1.66:

$$D_m = 60/35,0 = 1,7 = 2 \text{ шт.}$$

Отже для бродіння тіста приймаємо дві діжі.

Зайнятість тістомісильної машина для приготування тіста визначаємо за формулою 1.67:

$$T_{m.m} = 25+3+2 = 30 \text{ хв}$$

Кількість тістомісильних машин для замішування напівфабрикатів визначаємо за формулою 1.68:

$$N = 30 / 35,0 = 0,9 \text{ шт.}$$

Приймаємо одну тістомісильну машину.

*Розрахунок тісторозробного обладнання*

Кількість тістоподільників розраховується за формулою [17]:

$$N = \frac{P_r * K}{60 * P_d * m} \quad (1.69)$$

де  $P_r$  – годинна продуктивність печі, кг

$K$  – коефіцієнт запасу,  $K = 1,04-1,05$

$P_d$  – продуктивність подільника, шт./хв

$m$  – маса виробу, кг.

Таблиця 2.16

**Розрахунок тістоподільних машин**

Найменування виробу	Годинна продуктивність, кг	Маса виробу, кг	Продуктивність тістоподільної машини, шт./хв	Розрахунок кількості машин
Хліб «Білково-молочний»	120,0	0,25	25	$N = \frac{120,0 * 1,05}{60 * 25 * 0,25} = 0,3$
Хліб «Зерновий»	124,0	0,3	16	$N = \frac{124,0 * 1,05}{60 * 16 * 0,3} = 0,5$

Приймаємо до встановлення 1 тістоподільник фірми «Хюрмак» продуктивністю 25-95 шт/хв для поділу заготовок для хліба «Білково-молочного» і «Parta U» з продуктивністю 16-18 шт./хв

Округлювачі, закатувальні машини, а приймаю згідно норм оснащення.

*Розрахунок ємкості хлібосховища та експедиції*

Кількість лотків за годину для зберігання одного виду виробів розраховують за формулою [17]:

$$N_{лот. год} = \frac{P_{год}}{n * g} \quad (1.70)$$

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

$n$  – кількість виробів на лотку, шт;

$g_l$  – маса виробу, кг

Кількість контейнерів за годину для зберігання одного виду виробів розраховують за формулою [17]:

$$N_{\text{год}} = \frac{N_{\text{лот.год}}}{N_{\text{л}}} \quad (1.71)$$

де  $N_{\text{лот}}$  - кількість лотків на контейнері, шт;  $N_{\text{лот}} = 18$  шт.

Ритм заповнення контейнерів, хв. [17]:

$$R = \frac{60}{N_{\text{год}}} \quad (1.72)$$

Необхідна кількість контейнерів на термін зберігання одного виду виробів [17]:

$$N = \frac{P_{\text{год}} * t_{\text{зб}}}{n * N_{\text{л}} * g} \quad (1.73)$$

де  $t_{\text{зб}}$  - термін зберігання виробів, год;  $t_{\text{зб}} = 8$  год

Загальна кількість контейнерів марки А2-ХМТ/25 у хлібосховищі становитиме [17]:

$$N_{\text{заг}} = N * 2 + N_{20\%} \quad (1.74)$$

Для хліба «Білково-молочного»:

$$N_{\text{лот.год}} = 120 / 28 * 0,25 = 18 \text{ шт.}$$

$$N_{\text{год}} = 18 / 18 = 1,0 \text{ шт.}$$

$$R = 60 / 1 = 60 \text{ хв}$$

$$N = \frac{120,0 * 8}{28 * 18 * 0,25} = 8 \text{ шт.}$$

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

Для хліба «Зернового»:

$$N_{\text{лот.год}} = 124 / 28 * 0,3 = 16 \text{ шт.}$$

$$N_{\text{год}} = 16 / 18 = 0,9 = 1 \text{ шт.}$$

$$R = 60 / 1 = 60 \text{ хв}$$

$$N = \frac{124,0 * 8}{28 * 18 * 0,3} = 7 \text{ шт.}$$

$$N_{\text{заг}} = 7 * 2 + 20\% = 16,8 = 17 \text{ шт.}$$

Загальна кількість контейнерів (вагонеток) у хлібосховищі становитиме 37 шт.

Розраховуємо необхідну кількість ящиків для транспортування готових виробів [17]:

$$N_{\text{ящ.зб}} = N * t_{\text{зб}} \quad (1.75)$$

де  $N$  – кількість ящиків для зберігання виробів протягом години, шт. ;  
 $t_{\text{зб}}$  - час зберігання виробів, год.

$$N = P_{\text{год}} / N_{\text{в}} * m \quad (1.76)$$

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

$N_{\text{в}}$  – кількість виробів в ящику, шт. ;

$m$  – маса виробу, кг

$$N_{\text{в}} = B/b * L/l \quad (1.77)$$

де  $B, b$  — ширина, відповідно, ящика і виробу, мм

$L, l$  — довжина, відповідно, ящика і виробу, мм.

Для транспортування використовують універсальні ящики, розміром 740x450 мм.

Для зберігання і транспортування хліба «Білково-молочного» необхідно [17]:

$$N_{\text{в}} = 450/80 * 740/110 = 38 \text{ шт.}$$

$$N = 120 / 38 * 0,25 = 13 \text{ шт.}$$

$$N_{\text{ящ.зб}} = 13 * 8 = 104 \text{ шт.}$$

Для зберігання і транспортування «Білково-молочного» необхідно 104 ящики.

Аналогічно проводимо розрахунок для хліба «Зернового»:

$$N_{\text{в}} = 450/80 * 740/100 = 41 \text{ шт.}$$

$$N = 124 / 41 * 0,3 = 10 \text{ шт.}$$

$$N_{\text{ящ.зб}} = 10 * 8 = 80 \text{ шт.}$$

Для зберігання і транспортування хліба «Зернового» необхідно 80 ящиків. Загальна кількість ящиків – 184 шт.

Замовна специфікація на технологічне обладнання приведена в таблиці 2.17

Таблиця 2.17

Замовна специфікація технологічного обладнання [19]

№ з/п	Назва Обладнання	Марка	Кількість	Габаритні розміри		
				довжина	ширина	висота
1	Дозатор борошна	Ш2-ХД-2А	3	1540	870	1910
2	Просіювач борошна	«Хюрмак»	1	1100	750	1600
3	Дозувальна станція для рідких компонентів	Ш2-ХДМ	3	1000	600	1500
4	Жиророзчинник	Х15Д	1	Діаметр 740	-	1570
5	Заварювальна машина	ХЗМ-300	1	2060	840	1385
6	Чан для бродіння закваски	ХЕ-43	2	Діаметр 1500	-	1850
7	Пропелерна мішалка	Х-14	1	Діаметр 900	-	1600
8	Тістомісильна машина	«Хюрмак»	2	1600	1300	1000
9	Корито для бродіння	«Хюрмак»	3	2000	850	1350
10	Тістоподільник	«Хюрмак»	1	1590	680	1490
11	Тістоокруглювач	«Хюрмак»	1	990	990	1390
12	Конвеєр вистійки	«Хюрмак»	1	1950	1800	2480
13	Тістоподільник	«Parta U»	1	1127	733	1612
14	Тістоокруглювач	А2-ХПО/6	1	1290	940	1450
15	Піч ротаційна із шафою вистоювання	Mini Rotor Forni Fiorini	2	2890	2280	2605
16	Чаноперекидач	А2-ХПД-1	1	1820	15550	1450
17	Вагонетка	А2-ХМТ/25	37	900	836	1737

## 2.4 Технохімічний контроль у виробництві

Контроль технологічного процесу включає: перевірку виконання рецептур; якість напівфабрикатів; виконання технологічного режиму за вологості, кислотності, температури, тривалості бродіння; режимів і тривалості розстоювання і випікання; правильність укладання готових виробів; контроль якості показників технологічного процесу.

Мета контролю технологічного процесу – це запобігання випуску продукції, що не відповідає вимогам стандарту, виконання норм виходу готової продукції.

Основні показники контролю технологічного процесу встановлює лабораторія хлібозаводу та затверджує директор. У спеціальному наказі вказуються за сортами виробів і агрегатів масова частка вологи і кінцева кислотність тіста, маса шматка тіста, величина упікання у відсотках до тіста, тривалість випікання виробів у хвиликах та ін. В умовах роботи пекарні дотримання показників якості, передбачених нормативними даними, здійснює технологом або керівник зміни.

Відповідно до технологічного плану виробництва на хлібопекарських підприємствах вибірково шляхом здійснюється контроль роботи всіх основних цехів підприємства. При цьому перевіряють: правильність складування і зберігання борошна і додаткової сировини; підготовку сировини до виробництва (очищення, фільтрація, розчинення, просіювання і ін); правильність змішування борошна; виконання рецептури загальної та виробничої (по стадіях технологічного процесу); дотримання режиму технологічного процесу; якість напівфабрикатів; вихід хліба; правильність укладання та зберігання готової продукції. Для кожного цеху при цьому встановлюється певний обсяг лабораторного контролю. Виробничий контроль включає в себе контроль за якістю сировини, що надходить, контроль за веденням технологічного процесу і контроль за якістю готової продукції [20].

Постійний контроль технологічного процесу здійснюється: начальником цеху, начальником зміни, бригадиром, майстром, технологом і робітниками на своїх робочих місцях. Періодичний контроль технологічного процесу здійснюють працівники лабораторії відповідно до положення про лабораторію, затвердженим на підприємстві.

*Основні методи технохімічного контролю (вологість, пористість, кислотність)*

Вміст вологи характеризується двома різними значеннями: масовою часткою вологи і вологовмістом. Вміст вологи (сухої речовини) у сировині визначають прямими і непрямими методами.

Прямими методами з продукту вилучають вологу і визначають її масову частку. Непрямими методами (висушування, рефрактометрія, за щільністю й електричною провідністю розчину) в аналізованому продукті визначають вміст сухих речовин (сухого залишку) [20].

Кислотність сировини та напівфабрикатів оцінюють двома показниками – загальною кислотністю (титрована кислотність) і активною кислотністю. У виробничих середовищах загальна (титрована) кислотність обумовлена присутністю органічних кислот і кислотних солей карбонатів і фосфатів. Органічні кислоти є слабкими кислотами, тому що вони при розчиненні дисоціюють не повністю [20].

Концентрацію активного компонента (іона гідрогену), що вступає у реакції в розчині, називають активною кислотністю. Її не можна визначити титруванням. Для визначення активної кислотності необхідні особливі методи. Цей метод базується на нейтралізації кислоти, що міститься у наважці, розчином гідроксиду натрію (калію) у присутності фенолфталеїну. Метод використовується для хлібобулочних кондитерських виробів, які є виготовлені на дріжджах [20].

*Колориметричний метод визначення рН*

Колориметричний метод визначення рН заснований на застосуванні індикаторів, забарвлення яких залежить від значення рН. рН-індикатори

застосовують у виді розчинів, індикаторних олівців і індикаторних папірців. Випускають два набори індикаторних папірців. Перший набір призначений для орієнтовного визначення рН. Він містить універсальні індикаторні папірці і кольорову шкалу порівняння. Другий набір використовується для точного визначення рН. У ньому є кольорові смужки з цифрами, які вказують вузькі діапазони чутливості, і індикаторні папірці, відповідні інтервалам переходу [20].

Технохімічний контроль під час виготовлення тіста є необхідним, адже отримати якісну продукцію необхідно контролювати виробництво на всіх стадіях.

Технохімічний контроль виготовлення тіста передбачає такі заходи [20]:

- Контроль за показником вологості тіста;
- Контроль кислотності тіста;
- Контроль рецептури;
- Контроль за вмістом солі, цукру і жиру.

Брак хлібобулочних виробів виникає під час виймання їх із печі, вибивання формового хліба з форм, в результаті деформації продукції при транспортуванні на пакувальні столи. При недостатній тривалості випікання. Готові хлібобулочні вироби бракують у разі [20]:

- Якщо готова продукція набула неправильної форми;
- Якщо хлібобулочні вироби містять в собі чужорідні предмети;
- Якщо готова продукція має тріщини більші ніж 4см. завдовжки;
- Якщо готові вироби мають підриви;
- Якщо готові хлібобулочні вироби мають недостатню масу.

Весь брак який виявлений на виробництві йде на переробку: на сухарі та хлібну мочку, які в подальшому використовуються при приготуванні хлібобулочних виробів. Частково додається при замішуванні тіста [20].



Таблиця 2.18

Об'єкт контролю якості сировини, напівфабрикатів і готової продукції [20]

Об'єкт контролю	Показники якості, що контролюються	Метод контролю	Періодичність контролю	Контролюючий
Підготовка сировини до виробництва: Борошно, дріжджі, сіль, цукор, олія, вода, кунжут	Колір, смак, сорт, запах, вологість наявність шкідливих м/о, зараженість шкідниками	Органолептично, лабораторне дослідження	Кожну партію	Технолог
Закваска – тісто	Вологість, кислотність	Висушуванням, титруванням	Кожну порцію	Технолог
Бродіння закваски - тіста	Тривалість бродіння	Годинником	Кожну порцію	Технолог
Розробка	Точність поділу	Зважуванням	Кожну порцію	Технолог
Остаточне вистоювання	Форма, колір, вологість	Вибірково,	Один раз в зміну	Технолог
	Тривалість вистоювання	Годинником	Один раз в зміну	Технолог
Випікання	Тривалість випікання, готовність виробів	За допомогою реле часу, по температурі в центрі м'якушки	При випікання	Технолог
Хлібосховище	Температура та відносна вологість, стан лотків	Психрометром, візуально	Один раз в зміну	Технолог
Готові вироби	Зовнішній вигляд, маса готового виробу, вологість, кислотність	Органолептично, Висушуванням в СЕШ при t 130°C, титруванням	Один раз в зміну	Технолог

## РОЗДІЛ 3 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ

### 3.1 Аналітичний опис літературних джерел

#### 3.1.1 Характеристика сировини для продовження термінів зберігання хлібобулочних виробів та збагачення їх поживними речовинами

Проблема черствіння хліба має велике соціальне і економічне значення. В процесі зберігання в хлібі відбуваються зміни, в наслідок яких втрачаються його смак, аромат та свіжість. Ефективним способом продовження терміну зберігання хліба та збагачення поживними речовинами є використання нетрадиційних компонентів і добавок, які уповільнюють процес черствіння та підвищують харчову цінність хліба, збагачуючи його корисними речовинами. Тому збільшення терміну зберігання хліба з одночасним підвищенням його харчової цінності за рахунок збагачення вітамінами, незамінними амінокислотами, мікро- та макроелементами є актуальною темою [21, 22].

Багато науковців приділяє увагу даній тематиці, використовуючи різноманітну сировину та способи її внесення. Одні вчені використовують у випічці солодовий екстракт як джерело корисних компонентів, що містить комплекс органічних кислот, вуглеводів і мінеральних речовин, при цьому сприяє уповненню черствіння продукту. З цієї точки зору заслуговує на увагу екстракт житнього солоду, який має яскраво виражений приємний солодовий аромат і містить комплекс вільних амінокислот, легкозасвоюваних вуглеводів, мікро- та макроелементів. Виробництво екстракту пророщеного зерна забезпечує його біологічну активність, а завдяки високому вмісту відновлюючих цукрів (мальтози, глюкози та фруктози) та амінокислот має високу споживчу цінність і легко засвоюється організмом. Усі ці фактори обумовлюють зручність використання житнього солоду, підвищенням у випічці харчової цінності та відтермінування черствіння хліба [23]. Розробка нових комбінованих хлібопекарських

покращувачів на основі комбінованого використання нетрадиційної сировини та харчових добавок є популярним напрямком вирішення проблеми продовження свіжості продуктів з харчових волокон [24, 25, 26]. Одним із таких нетрадиційних інгредієнтів є пивний білок. Черствість хліба є результатом складних фізико-хімічних, колоїдних і біохімічних процесів. Вивчення цих процесів присвячено праці багатьох дослідників. У процесі випікання тіста під впливом температури змінюється мікроструктура залишкового крохмалю і білка з утворенням мікропорожнин, що забезпечує роль мікрорезервуарів води. Термодинамічно зв'язана вода становить 25% від загальної кількості зв'язаної води, її щільність дорівнює щільності твердих речовин і не впливає на процес черствіння випічки. Вода, що заповнює простір між молекулами крохмалю, є осмотично зв'язаною. Вчені вважають, що уповільнення втрати осмотично зв'язаної води може допомогти зменшити черствіння випічки. Наприклад, збільшення вмісту білка в борошні позитивно впливає на підвищення процесу черствіння хліба. Це змушує білок поглинати більше води та обмежує набухання крохмалю борошна, ще більше сповільнюючи його ретроградацію [27]. Як білкову сировину доцільно використовувати пивний білок. У процесі фільтрації разом з білками відфільтровуються білково-дубільні сполуки та хмелеві смоли, що надає продукту специфічного смаку та аромату, що перешкоджає використанню білків пива в хлібопекарській промисловості [28]. При цьому багато проблем при роботі з вологим пивним білком. Однією з них є його низька стійкість при зберіганні, більшість мікроорганізмів виживають, тому при температурі 15...30 °C білок пива псується, а термін його зберігання становить 24...74 години. Ще однією проблемою є складність витрат при замішуванні тіста [29]. Тому в якості хлібопекарської добавки використовують пивний порошок.

Також проведені дослідження процесу черствіння безглютенкових виробів. Досліджено вплив гречаного борошна на процес черствіння. Не дивлячись на зниження пористості та питомого об'єму хліба, у технології

приготування безглютенового хліба з кукурудзяним борошном перевага надається гречаному борошну для зниження твердості м'якушок та підвищення свіжості хліба [24].

В останні роки також є великий інтерес до бобів, які можна використовувати як концентровані компоненти в хлібобулочних виробках, а також можуть компенсувати нестачу незамінних амінокислот (особливо лізину) і покращити структуру білка та біоактивний вміст [30]. Проте білки бобових не такі еластичні, як клейковина, тому пшеничне борошно частково замінюють білковими гідролізатами бобових (квасоля), що погіршує зниження міцності тіста та підвищує еластичність [31, 32]. Додавання білкового концентрату менше 10% негативно впливає на консистенцію та якість хліба (малий об'єм хліба та висока твердість). Протеїновий ізолят люпину також захищає від згіркнення, яке викликає затримку черствіння хліба після 24 та 48 годин зберігання [33, 34].

Додавання олійних рослин [35, 36, 37], негативно впливає на хліб, забезпечує твердість м'якушок, і хліб може швидше прогіркнути. Однак цей ефект не був чітко визначений, після, у порівнянні з цими результатами, консистенція хліба була м'якшою. Цей результат може бути пов'язаний із збільшенням вмісту вологи в хлібі або наявністю певних сполук у вигляді льону, таких як вміст льону, білків і жирів, які допомагають покращити структуру тіста [38, 39, 40]. Ці докази підтверджуються тим фактом, що хліб з додаванням 10% підсмаженого меленого льону показав значне збільшення перекисного числа після 2 днів зберігання [41].

Встановлено вплив рослинної сировини на процес і якість хліба [42]. А саме параметри екстракції шипшини та глоду оптимізовано для впливу на дріжджові технологічні характеристики та якість борошна клейковини, м'яти перцевої та меліси за антиоксидантною активністю. При переробці борошна слабкої та середньої клейковини ці рослинні екстракти позитивно впливають на фізичні властивості тіста та якість хліба. Встановлено, що використання екстрактів м'яти перцевої та меліси запобігає мікробному

псуванню продукту та надає готовому продукту приємного смаку та аромату. Застосування фітокомплексів з гостро-ароматичними екстрактами фруктів посилюють цінні технічні властивості і біологічні активності, комплексного поліпшення якості хліба, можливості інтенсифікації та скорочення виробничих циклів, гальмування псування та підвищення мікробного псування продукту.

Ще одні одні дослідження показують, що додавання борошна кіноа та рослинного екстракту ромашки може зменшити черствіння хліба, покращити смак хліба. Це пов'язано з даними про зменшення скоринки хліба та покращення його структури і механічних властивостей [42].

Відмічається, що внесення порошку календули у кількості 1,5% до маси пшеничного хліба є оптимальним для забезпечення його свіжості при зберіганні [43].

Результати авторів [44] показали, що включення до складу хліба коренеплодів селери, петрушки та пастернаку сприяє значному уповільненню процесу його черствіння.

Було проведено численні дослідження [45, 46], щоб з'ясувати ефективність ефірних олій у збільшенні терміну зберігання хліба. Протигрибкові компоненти, знайдені в ефірних оліях, можна вважати потужними протигрибковими агентами [47, 48]. Таким чином, ефірні олії діють як протигрибкові засоби. Досліджено вплив олій чебрецю, гвоздики, кориці, апельсина, та розмарину на гнильні грибки в житньому хлібі. Відомо, що олії чебрецю, гвоздики та кориці пригнічують грибки псування, але олії апельсина та розмарину мали лише незначний вплив [49].

Отже, в хлібопекарській промисловості все частіше розробляються нові рецептури хліба, досліджується вплив вмісту нових видів сировини для покращення харчової цінності та збільшення терміну придатності хліба. Це є головним питанням, яке постійно вивчається та обговорюється. Крім того, в цей час зростає глобальний попит на функціональні харчові продукти

через високий вміст нутрицевтиків, що впливає на профільні захворювання, пов'язані з харчуванням.

Тому велике значення має додавання в хліб харчових добавок для поліпшення його фізичних і поживних властивостей і продовження терміну зберігання. Крім того, харчові продукти можуть бути цікавим джерелом наявних функціональних циклів сировини відповідно до концепції економічного розвитку.

### **3.1.2 Загальна характеристика шавлії**

Шавлія – ароматна лікарська рослина, яка широко використовується в кулінарії та фітотерапії завдяки різноманітному пряному смаку та численним лікувальним властивостям. У давнину її називали «Священною травою» і використовували як тонізуючий, антисептичний, жарознижуючий і в'язучий засіб [50].

Шавлія (лат. *salvia*) – ароматна рослина з родини шавлієвої мускатної, «родич» м'яти, розмарину, чебрецю, майорану та пустирника. Родом з Італії та південно-східної Європи, віддає перевагу сонячним ділянкам і сухим ґрунтам, але є морозостійкі сорти. В даний час він натуралізувався повсюдно і зустрічається в дикій природі в Греції, Італії, Франції та Україні. Цей невеликий чагарник можна пізнати за довгими опушеними стеблами висотою близько 1 м, сіро-зеленим листям овальної форми і дрібними ароматними квітами, зібраними в колосі. Яскраві квіти бувають багато відтінків синього, фіолетового, білого, рожевого, червоного, жовтого тощо, залежно від сорту [50, 51].

#### *Види та сорти шавлії*

Існує близько 700 різновидів шавлії, які можна розділити на багаторічні та однорічні сорти.

Найбільш поширені види [50, 52]:

► Шавлія жовта або лікарська. Багаторічна рослина висотою до 1 м, з синьо-фіолетовими, рожевими або білими квітками. Жовтуваті по краях листя використовуються в медицині, оскільки містять масу корисних речовин

з дезінфекційною та протизапальною дією. Через пряний запах і смак застосовується також у кулінарії.

► Шавлія мускатна. Висока, любить тепло, має ароматне листя і дуже пахучі бузково-рожеві квіти в довгих колосках. Названа так німецькими виноробами за запах та смак, що нагадує мускатне вино. Використовується в парфумерії, кулінарії, виноробстві, фармацевтичній та харчовій промисловості.

► Шавлія мутовчаста. Витривалий кущовий вид з фіолетовими квітами. Віддає перевагу сухим лукам, узліссям і горам. Є медоносом, застосовується в медицині як ранозагоювальний та протидіарейний засіб.

► Шавлія болотна. Зимостійка, багаторічна, переносить морози до  $-10^{\circ}\text{C}$ , любить тінь і прохолодний ґрунт, має дуже красиві блакитно-блакитні квітки з білими чашками.

► Шавлія повзуча. Також стійка до холоду до  $-11^{\circ}\text{C}$ .

► Шавлія діброва. Багаторічна рослина морозостійкого виду з великим листям і яскравими синіми або фіолетовими квітками. Росте на відкритій місцевості, схилах, берегах водойм. Широко використовується в народній медицині та кулінарії, є цінним медоносом.

#### *Харчова цінність шавлії*

Харчова цінність шавлії така сама, як у всіх ароматичних рослин: мало калорій і багато поживних речовин. Зазвичай використовується листя та суцвіття шавлії [53].

Склад БЖВ:

- Білки – 10.6 г
- Жири - 12.8 г
- Вуглеводи – 20.4 г
- Харчові волокна – 40.3 г
- Вода – 8 г

Шавлія багата вітамінами К і К<sub>2</sub>, Е (токоферол), А (ретинол і бета-каротин), С, D (холекальциферол), групи В (В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, В<sub>5</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>9</sub>, О<sub>12</sub>). Що

ж до мінералів, вона містить залізо, кальцій, калій, магній, натрій, фосфор, цинк [50, 53].

#### *Лікувальні властивості шавлії*

Лікувальні властивості рослин в основному пов'язані з вмістом ефірних олій, більше половини яких становлять туйон (терпенові речовини), а також камфори, дитерпенів і тритерпенів, дубильних речовин, естрогенів і фенолкарбонових речовин, хлорогенова кислота, розмаринова кислота, кавова кислота тощо). Багато з цих речовин виходять до складу протизапальних, болезаспокійливих, антисептичних і відхаркувальних препаратів [52, 53].

Шавлія багата флавоноїдами (рутин, кварц, гіперин) - антиоксидантами з антибактеріальними властивостями, які входять до відповідності серцевих показників. У листі утворюються алкалоїди, флавоноїди, дубильні речовини, лінолева, олеанолова та урсолова кислоти, незамінні для жирового обміну. Олеанолова кислота стимулює ріст волосся і клітин шкіри, урсолова кислота сприяє спалюванню жиру, а хлорогенова кислота має противірусну дію. Кофеїнова кислота підтримує імунітет, а розмаринова кислота захищає клітини від пошкодження вільними радикалами та покращує процес старіння.

Сьогодні шавлія залишається популярним для лікування різноманітних захворювань і є частиною індійської медицини, де використовують місцеві види шавлії [52, 54].

#### *Використання шавлії в харчовій промисловості*

Шавлія не лише цінна лікарська рослина, яка широко використовується в медицині як знеболююча, протимікробна, антиоксидантна, антисептична, жовчогінна, дезодоруюча, антиспазматична речовина, а також використовуються в кулінарії. А саме завдяки сильному аромату та гострому смаку з легкою гірчинкою, її додають до м'яса, риби, овочів, супів і соусів [50, 55]. Також шавлію використовують, як ароматизатор в харчовій промисловості. Як пряність шавлія збагачує смак та сприяє покращенню



засвоювання жирних м'ясних страв, м'яса, приготованого на грилі. Листя шавлії використовують як приправу до салатів, маринадів. З листя заварюють чай. Ефірну олію шавлії застосовують при виробництві харчових концентратів, ковбас, консервів. Вона є прекрасним медоносом. Мед із шавлії темно-золотистого кольору, ароматний та приємний на смак [50, 55].

Так, як шавлія багата мікро- та макроелементами, великою кількістю ефірних олій, тому пропонуємо додати її до хліба для підвищення харчової цінності та уповільнення черствіння хліба.

### **3.1.3 Патентний пошук**

Виконавши пошук патентів, щодо даної тематики кваліфікаційної роботи, зроблено висновок, що питання з виробництва хлібобулочних виробів з додавання шавлії є цікавим та актуальним рішенням.

Пошук патентів в межах України не дав результатів, тому тему виробництва хліба з додаванням обраної збагачувальної сировини можна вважати актуальною та новітньою.

### **3.2 Мета, об'єкт, предмет та методи дослідження.**

**Метою кваліфікаційної роботи** є розробка рецептури і удосконалення технології виробництва хліба зернового з додавання шавлії, для підвищення харчової цінності та встановлення її впливу на тривалість зберігання хліба

*Для досягнення поставленої мети поставлені певні завдання, а саме:*

- Зробити вибір сировини для підвищення харчової цінності
- Розробити рецептуру хліба
- Провести пробне випікання хліба з обраною сировиною
- Провести дослідження якості готових виробів

**Об'єкт дослідження:** технологія виробництва хліба

**Предмет досліджень:** шавлія, показники якості хліба

**Методи досліджень:** Загальні та доступні для визначення якості борошна, напівфабрикатів та хліба.

### 3.3 Результати досліджень.

#### 3.3.1. Обґрунтування вибору сировини та її особливості

На першому етапі наукової роботи ми підібрали сировину, яку можна використовувати для збагачення харчової цінності хліба. Для порівняння ми вирішили обрати буряк, куркуму, шпінат, проаналізувавши їх хімічний склад та використання в хлібопекарській промисловості.

#### *Хімічний склад та харчова цінність буряка.*

Таблиця 3.1

Хімічний склад та харчова цінність буряка

<i>Харчова цінність</i>	<i>В 100 г продукту</i>
Жири	0,2 г
Білки	1,6 г
Вуглеводи	9,6 г
Вода	87,6 г
Зола	1,1 г
Клітковина	2,8 г
<i>Мінеральні речовини</i>	<i>В 100 г продукту</i>
Кальцій (Ca)	16,0 мг
Залізо (Fe)	0,8 мг
Магній (Mg)	23,0 мг
Фосфор (P)	40,0 мг
Калій (K)	325,0 мг
Натрій (Na)	78,0 мг
Цинк (Zn)	0,4 мг
Мідь (Cu)	0,1 мг
Марганець (Mn)	0,3 мг
Селен (Se)	0,7 мкг
<i>Вітаміни</i>	<i>В 100 г продукту</i>
Вітамін А (Ретинол)	2,0 мкг
Бета-каротин	20,0 мкг
Вітамін К	0,2 мкг
Вітамін С (Аскорбінова кислота)	4,9 мг
Вітамін В3 (РР, Нікотинова кислота)	0,3 мг
Вітамін В4 (Холін)	6,0 мг
Вітамін В5 (Пантотенова кислота)	0,2 мг
Вітамін В6 (Піридоксин)	0,1 мг
Вітамін В9 (Фолієва кислота)	109,0 мкг

*Хімічний склад та харчова цінність куркуми.*

Таблиця 3.1

Хімічний склад та харчова цінність куркуми

<i>Харчова цінність</i>	<i>В 100 г продукту</i>
Жири	3,3 г
Білки	9,7 г
Вуглеводи	67,1 г
Вода	12,9 г
Зола	7,1 г
Клітковина	22,7 г
<i>Мінеральні речовини</i>	<i>В 100 г продукту</i>
Кальцій (Ca)	168,0 мг
Залізо (Fe)	55,0 мг
Магній (Mg)	208,0 мг
Фосфор (P)	299,0 мг
Калій (K)	2 080,0 мг
Натрій (Na)	27,0 мг
Цинк (Zn)	4,5 мг
Мідь (Cu)	1,3 мг
Марганець (Mn)	19,8 мг
Селен (Se)	6,2 мкг
<i>Вітаміни</i>	<i>В 100 г продукту</i>
Вітамін Е (Токоферол)	4,4 мг
Вітамін К	13,4 мкг
Вітамін С (Аскорбінова кислота)	0,7 мг
Вітамін В1 (Тіамін)	0,1 мг
Вітамін В2 (Рибофлавін)	0,2 мг
Вітамін В3 (РР, Нікотинова кислота)	1,4 мг
Вітамін В4 (Холін)	49,2 мг
Вітамін В5 (Пантотенова кислота)	0,5 мг
Вітамін В6 (Піридоксин)	0,1 мг

**Хімічний склад та харчова цінність шпинату**

Таблиця 3.1

Хімічний склад та харчова цінність шпинату

<i>Харчова цінність</i>	<i>В 100 г продукту</i>
Жири	0,3 г
Білки	3,0 г
Вуглеводи	3,8 г
Вода	91,2 г
Зола	1,8 г
Клітковина	2,4 г
<i>Мінеральні речовини</i>	<i>В 100 г продукту</i>
Кальцій (Ca)	136,0 мг
Залізо (Fe)	3,6 мг
Магній (Mg)	87,0 мг
Фосфор (P)	56,0 мг
Калій (K)	466,0 мг
Натрій (Na)	70,0 мг
Цинк (Zn)	0,8 мг
Мідь (Cu)	0,2 мг
Марганець (Mn)	0,9 мг
Селен (Se)	1,5 мкг
Фтор (F)	37,8 мкг
<i>Вітаміни</i>	<i>В 100 г продукту</i>
Вітамін А (Ретинол)	524,0 мкг
Бета-каротин	6 288,0 мкг
Вітамін Е (Токоферол)	2,1 мг
Вітамин К	493,6 мкг
Вітамін С (Аскорбінова кислота)	9,8 мг
Вітамін В1 (Тіамін)	0,1 мг
Вітамін В2 (Рибофлавін)	0,2 мг
Вітамін В3 (РР, Нікотинова кислота)	0,5 мг
Вітамін В4 (Холін)	19,7 мг
Вітамін В5 (Пантотенова кислота)	0,1 мг
Вітамін В6 (Піридоксин)	0,2 мг
Вітамін В9 (Фолієва кислота)	146,0 мкг

### *Хімічний склад та харчова цінність сушеної шавлії*

Таблиця 3.4

#### Хімічний склад та харчова сушеної шавлії

<i>Харчова цінність</i>	<i>В 100 г продукту</i>
Жири	12 г
Білки	10,6 г
Вуглеводи	60,7 г
Вода	8,0 г
Зола	8,0 г
Клітковина	40,3 г
<i>Мінеральні речовини</i>	<i>В 100 г продукту</i>
Вітамін А (Ретинол)	295,0 мкг
Бета-каротин	3 485,0 мкг
Альфа-каротин	
Вітамін Е (Токоферол)	7,5 мг
Вітамін К	1 714,5 мкг
Вітамін С (Аскорбінова кислота)	32,4 мг
Вітамін В1 (Тіамін)	0,8 мг
Вітамін В2 (Рибофлавін)	0,3 мг
Вітамін В3 (РР, Нікотинова кислота)	5,7 мг
Вітамін В4 (Холін)	43,6 мг
Вітамін В6 (Піридоксин)	2,7 мг
Вітамін В9 (Фолієва кислота)	274,0 мкг
<i>Вітаміни</i>	<i>В 100 г продукту</i>
Кальцій (Ca)	1 652,0 мг
Залізо (Fe)	28,1 мг
Магній (Mg)	428,0 мг
Фосфор (P)	91,0 мг
Калій (K)	1 070,0 мг
Натрій (Na)	11,0 мг
Цинк (Zn)	4,7 мг
Мідь (Cu)	0,8 мг
Марганець (Mn)	3,1 мг
Селен (Se)	3,7 мкг

Підібрані нами сировина багата хімічним складом, це підтверджується літературними даними, що дає підстави вважати доцільними їх для використання в дослідженнях.



Рис 3.1 Буряк



Рис 3.2 Куркума



Рис 3.3 Шпинат



Рис 3.4 Шавлія

Для початку роботи ми провели розрахунок рецептури, дані в таблицях.

Таблиця 3.5

### Рецептура приготування опари

<i>Сировина</i>	<i>Маса, г</i>
Борошно пшеничне обойне	18
Вода	54
Всього	72

Таблиця 3.6

### Рецептура приготування тіста

<i>Сировина</i>	<i>Маса, г</i>			
	<i>Контроль №1</i>	<i>№2</i>	<i>№3</i>	<i>№4</i>
Борошно пшеничне цільнозернове	135	135	135	135
Борошно пшеничне вищого сорту	81	81	81	81
Дріжджова суспензія	41,2	41,2	41,2	41,2
Сольовий розчин	6,2	6,2	6,2	6,2
Вода	107	107	107	107
Яйця	2	2	2	2
Сушена шавлія	-	4	4	4
Буряковий сік	-	10,7	-	-
Куркума	-	-	13,5	-
П'юре з шпінату	-	-	-	10,7
Всього	372,4	387,1	389,9	387,1

Відміряли борошно для опари і для тіста. Зробили дріжджову суспензію у співвідношенні 1:3. Розвели сольові розчин.

Для замісу опари необхідно приготувати дріжджову суспензію, додати води та поступово вводити борошно, вимішали опару і поставили для вистоювання на 40 хв.

Після 40 хвилин вистоювання опара збільшилась в об'ємі з характерними бульбашками на поверхні, що означало про її готовність. Далі опару розділи на 7 частини.

В кожну частину додали решту борошна, сольовий розчин. З них, одна частина № 1 була контролем.

У всі решту шість частин додали суху шавлію.

Виділили три частини для збагачення додатковою сировиною, а саме: сік буряковий; куркума; пюре з шпинату, попередньо підготовлених. Після того як всі 7 частин замісили, залишили вистоювати. Для вистоювання виділили близько 40 хв.



Рис 3.5 Процес замісу тіста (контроль №1)

Після вистоювання було зроблене обминання тіста. Далі було розкачування всіх частин, крім контролю. Контрольний хліб сформували овальну форму та виклали, де дали тісту постояти ще 20 хв. Інші частини розкачали, скрутили у вигляді рулету, таким чином, щоб світла частина була ззовні, а забарвлена в середині. В результаті отримали три зразки хлібів у вигляді рулетів з додаванням: бурякового соку, куркуми, п'юре шпинату.



Рис 3.6 Процес формування хліба з куркумою та шавлією



Після цього тістові заготовки поставили в піч, попередньо нагріту до 220°C, і випікали 50 хв.



Рис 3.7 Випікання хліба



Рис 3.8 Готові вироби

- 1 контроль - пшеничне борошно вищого сорту, пшеничне цільнозернове борошно, дріжджі, сіль, яйця
- 2 взірець - пшеничне борошно вищого сорту, пшеничне цільнозернове борошно, дріжджі, сіль, яйця, сушена шавлія (3%), буряковий сік (10%),
- 3 взірець - пшеничне борошно вищого сорту, пшеничне цільнозернове борошно, дріжджі, сіль, яйця, сушена шавлія (3%), куркума (10%),
- 4 взірець - пшеничне борошно вищого сорту, пшеничне цільнозернове борошно, дріжджі, сіль, яйця, сушена шавлія (3%), п'юре з шпинату (10%)

Після випікання хліб дістали з духовки, залишили остигати. Через 4 години з часу випікання провели органолептичне оцінювання якості готових виробів, за формою, станом скоринки, еластичністю, пористістю м'якушки, смаком та ароматом.

### 3.3.3 Дослідження впливу додавання збагачувальної сировини на фізико-хімічні та органолептичні показники якості хліба

Органолептичне оцінювання якості булок дегустаторами, наведені в таблицях 3.7 та 3.8

Таблиця 3.7

Органолептична оцінка якості хліба

Показник	№1 контроль	№2	№3	№4
Зовнішній вигляд Форма	Овальна	Овальна	Овальна	Овальна
Поверхня	Гладенька	Гладенька	Гладенька	Гладенька
Колір скоринки	Світло коричнева Скоринка	Світло коричнева Скоринка	Світло коричнева Скоринка	Світло коричнева скоринка
Стан м'якушки: Колір	Світло жовтий	Світло жовтий+ Рожевий	Світло жовтий+ Яскравожовт ий	Світло жовтий+ Зелений
Рівномірність Забарвлення	Рівномірн й	Рівномірн ий	Рівномірний	Рівномірний
Еластичність	Еластичний	Еластични й	Еластичний	Еластичний
Пористість: за крупністю	Без пустот. Без ущільнень. Після натискання м'якушка приймає свою початкову форму			
за рівномірністю.	Без слідів непромісу та ущільнень			

Дегустатори відмітили, у всіх взірцях із збагаченою сировиною, цікавий зовнішній вигляд, пікантний аромат шавлії в поєднанні з добавками. Найбільше дегустаторам сподобався взірець №3, відзначили гармонійне

поєднання шавлії та куркуми. Також оцінювали стан та вигляд м'якушки. У всіх взірцях добре пропечена м'якушка, рівномірна середня пористість, яскравий колір за рахунок добавок. Дегустатори відмітили привабливий аромат хліба в поєднанні шавлії та обраних добавок: взірець №2 – солодкуватий, взірець №3 – пряний, взірець №4 – свіжий.

Органолептичне оцінювання проводили за спеціальною 5-бальною шкалою. Аналізуючи показники, а саме: зовнішній вигляд, колір, смак, запах. Результати наведені в таблиці 3.8

Таблиця 3.8

Органолептична оцінка якості хліба дегустаторами

Взірець	П.І.П.	Показники, бали				Середній бал
		Зовнішній Вигляд	Колір	Запах	Смак	
Контроль 1	Максимчук І.	4	4	4	4	4
	Коляденко А.	5	4	5	4	4,5
	Божик Л.	4	4	4	4	4
	Войтович К.	5	4	4	4	4,25
	Грещук А.	4	4	4	4	4
Взірець 2	Максимчук І.	5	5	5	5	5
	Коляденко А.	5	5	4	4	4,5
	Божик Л.	5	5	5	4	4,75
	Войтович К.	5	5	5	4	4,75
	Грещук А.	5	5	5	5	5
Взірець 3	Максимчук І.	5	5	5	5	5
	Коляденко А.	5	5	5	5	5
	Божик Л.	5	5	5	4	4,75
	Войтович К.	5	5	5	5	5
	Грещук А.	5	5	5	4	4,75
Взірець 4	Максимчук І.	5	5	5	4	4,75
	Коляденко А.	5	5	4	4	4,5
	Божик Л.	5	5	5	5	5
	Войтович К.	5	5	5	5	5
	Грещук А.	5	5	5	4	4,75

Визначили фізико-хімічні показники якості [56], а саме: вологість, кислотність, пористість хліба. Вимірювання проводили після випікання, через 5 год.

Таблиця 3.9

Фізико-хімічні показники якості хліба

Найменування показників	Згідно ДСТУ	Контроль №1	№2	№3	№4
Вологість м'якушки, %, не більше	43	42	45	43	44
Кислотність, °Т, не більше	3	3	3,3	3,1	3,2
Пористість, %, не більше	68	66	74	70	72

З допомогою приладу Журавльова визначали пористість. Встановили, що у взірці №2 збільшується пористість, порівняно з іншими виробами, за рахунок додавання бурякового соку.

Результати зміни крихкуватості м'якушки хліба при зберіганні показані в табл. 3.10

Таблиця 3.10

Зміна крихкуватості хліба під час зберігання

Взірці булок	Крихкуватість м'якушки булок, %			
	Тривалість зберігання булок, год			
	2	24	48	72
Взірець 1	2,35	3,63	4,66	5,43
Взірець 2	2,28	3,24	4,35	5,31
Взірець 3	2,23	3,18	4,24	5,25
Взірець 4	2,26	3,22	4,30	5,28

Отже, протягом всієї тривалості зберігання в контрольному взірці №1 крихкуватість м'якушки була найвищою, порівняно з іншими взірцями. Аналіз даних показав, що внесення в тісто сушеної шавлії, яка містить в собі ефірні олії, сприяє повільнішому наростанню крихкуватості та уповільненню черствіння.

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

### 4.1 Охорона праці

#### 4.1.1 Вимоги до виробничих і допоміжних приміщень

Вимоги до виробничих приміщень. Вибір типу приміщення визначається технологічним процесом та можливістю боротьби з шумом, вібрацією і забрудненням повітря. Виробничі приміщення відповідно до вимог чинних нормативів мають бути забезпечені достатнім природним освітленням. Обов'язковим є являється також улаштування ефективної за екологічними і санітарно-гігієнічними показниками вентиляції.

Висота виробничих приміщень повинна бути не менше 3,2 м, а об'єм і площа – 15 м<sup>3</sup> та 4,5 м<sup>2</sup> відповідно на кожного працівника (для користувачів комп'ютерів згідно ДСанПіН 3.3.200798 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин» на одного працюючого повинно бути не менше: площі – 6 м<sup>2</sup> і об'єму – 20 м<sup>3</sup>) [57, 58].

Приміщення чи ділянки виробництв з надлишками тепла, а також зі значними виділеннями шкідливих газів, пару чи пилу слід, як правило, розміщувати біля зовнішніх стін будівель, а у багатоповерхових будівлях – на верхніх поверхах.

Підлога на робочих місцях має бути рівною, теплою, щільною та стійкою до ударів, мати неслизьку та зручну для очистки поверхню; бути стійкою до дії хімічних речовин і не вбирати їх. Стіни виробничих та побутових приміщень мають відповідати вимогам шумо і теплозахисту; легкому піддаватись прибиранню та миттю; мати покриття, що виключає можливість поглинення чи осадження отруйних речовин (керамічна плитка, олійна фарба). Приміщення, де розміщені виробництва з виділенням шкідливих та агресивних речовин (кислоти, луги, ртуть, бензол, сполуки свинцю та ін.), повинні мати стіни, стелю та конструкції, виконані і оздоблені

так, щоб попереджувалась сорбція цих речовин та забезпечувалась можливість очищення та миття цих поверхонь [57, 58].

У приміщеннях з великим виділенням пилу (шліфування, заточка тощо) слід передбачити прибирання за допомогою пилососів чи гідрозмивання. Колір інтер'єрів приміщень має відповідати вимогам технічної естетики. Вимоги до допоміжних приміщень та будівель. До допоміжних відносяться приміщення та будівлі адміністративні, санітарнопобутові, громадського харчування, охорони здоров'я, культурного обслуговування, конструкторських бюро, для учбових занять та громадських організацій. Допоміжні приміщення різного призначення слід розміщувати в одній будівлі з виробничими приміщеннями або прибудовах до них у місцях з найменшим впливом шкідливих факторів, а якщо таке розміщення неможливе, то їх можна розміщувати і в окремих будівлях.

Висота поверхів окремих будівель, прибудов чи вбудов має бути не меншою 3,3 м, висота від підлоги до низу перекриття – 2,2 м, а у місцях нерегулярного переходу людей – 1,8 м. Висота допоміжних приміщень, що розміщені у виробничих будівлях, має бути не меншою 2,4 м. Площа допоміжних приміщень має бути не меншою ніж 4 м<sup>2</sup> на одне робоче місце у кімнаті управління і 6 м<sup>2</sup> – у конструкторських бюро; 0,9 м<sup>2</sup> на одне місце в залі нарад; 0,27 м<sup>2</sup> на одного співробітника у вестибулях та гардеробних. До групи санітарнопобутових приміщень входять: гардеробні, душові, туалети, кімнати для вмивання та паління, приміщення для знешкодження, сушіння та знепилювання робочого одягу, приміщення для особистої гігієни жінок та годування немовлят, приміщення для обігрівання працівників. У санітарнопобутових приміщеннях підлоги мають бути вологостійкими, з неслизькою поверхнею, світлих тонів, стіни та перегородки – облицьовані вологостійким, світлих тонів матеріалами на висоту 1,8 м. В гардеробних приміщеннях для зберігання одягу мають бути шафи розмірами: висота 1650 мм, ширина 250...400 мм, глибина 300 мм. Кількість шаф має відповідати списковій кількості працівників [57, 58].

## **4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях**

### **4.2.1 Проведення дослідження стійкості роботи цеху хлібобулочних виробів під час надзвичайних ситуацій техногенного та воєнного характеру**

Підвищення стійкості функціонування підприємств хлібопекарської промисловості обумовлюється завчасним проведенням комплексу організаційних та інженерно-технічних заходів цивільного захисту (ЦЗ), таких як забезпечення захисту робітників та службовців, стійкості будівель та споруд, стійкості управління виробництвом, стійкості матеріально-технічного постачання, відбудови зруйнованого виробництва, захисту від пожеж, стійкості мереж комунального господарства та інше [59, 60].

Відповідальність за підготовку об'єктів господарювання до стійкого функціонування при НС, виділення для цих цілей необхідних матеріальних і фінансових коштів покладається на їх керівників.

Заходи по підвищенню стійкості підприємств повинні розроблятися заздалегідь.

Основними напрямками підвищення стійкості функціонування підприємства є:

- забезпечення захисту населення і його життєдіяльності;
- раціональне розміщення виробничих сил та потужностей на території підприємства, регіону;
- підготовка до роботи підприємства в умовах надзвичайних ситуацій мирного та воєнного часу;
- підготовка до виконання робіт по відновленню підприємств в умовах надзвичайної ситуації;
- підготовка системи управління.

Для підготовки підприємства до роботи в умовах НС мирного та воєнного часу необхідно провести:

- узгодження питань організації виробництва зі суміжними галузями промисловості і з відповідними територіальними органами управління;

- вдосконалення і підвищення надійності виробничих зв'язків;
- створення і раціональне розміщення запасів матеріальних засобів;
  - підготовку виробничих площ, технологічного обладнання, енергетичних і матеріальних ресурсів для виконання завдань в умовах надзвичайних ситуацій;
- підготовку до дублювання виробництва з використанням потужностей, розташованих в заміській зоні;
- підготовку до випуску продукції по спрощеній технології, технічним умовам і документації на випадок НС;
- підготовку по забезпеченню виробництва резервних енерго джерел і запасів палива;
- підготовку і забезпечення збереження документації.

Підготовка до виконання робіт по відновленню виробничої діяльності підприємств включає:

- визначення переліку найважливіших участків, цехів, технологічних ліній, намічених до відновлення;
- визначення порядку, термінів підготовки, а також розробка технічної документації;
- створення і підготовка спеціальних формувань, забезпечення їх технічним обладнанням;
- підготовку пропозицій про порядок використання невоєнізованих формувань цивільного захисту для виконання відновлювальних робіт;
- розробку способів відновлення виробничих будівель, комунікацій, технологічних установок і обладнання;
- підготовку енергетичних і матеріальних ресурсів, необхідних для відновлення виробництва.

Всі ці заходи повинні забезпечити максимально можливе зниження виробничих втрат і руйнувань та зменшити можливість виникнення вторинних вражаючих факторів [59, 60].



## **Типова інструкція щодо дій персоналу невеликих підприємств при загрозі або виникненні надзвичайних ситуацій**

### **1. Загальні положення**

1.1. Типову інструкцію розроблено Українським НДІ цивільного захисту відповідно до ст. 130 Кодексу цивільного захисту України.

1.2. Залежно від існуючої або прогнозованої обстановки з питань цивільного захисту та надзвичайних ситуацій на підприємстві, в установі, організації, закладі (підприємство) може бути встановлено один з трьох режимів функціонування об'єктової ланки функціональної або територіальної підсистеми єдиної державної системи цивільного захисту [59, 60]:

- режим повсякденного функціонування;
- режим підвищеної готовності;
- режим надзвичайної ситуації.

Режими встановлюються органами виконавчої влади, а в окремих випадках на території підприємства — його керівником.

1.3. Усі працівники підприємства, незалежно від займаних посад, повинні знати та суворо виконувати вимоги Типової інструкції щодо дій персоналу підприємства при загрозі або виникненні надзвичайних ситуацій. За невиконання вимог Інструкції персонал підприємства може бути притягнутий до адміністративної відповідальності [59, 60].

### **2. Порядок оповіщення адміністрації та персоналу про загрозу виникнення надзвичайних ситуацій:**

2.1. Оповіщення адміністрації, робітників та службовців підприємства щодо надзвичайних ситуацій проводиться за заздалегідь розробленою схемою.

2.2. Адміністрація у неробочий час оповіщається телефоном (вказується відповідальний виконавець). Залежно від обстановки оповіщається й решта персоналу.

2.3. У робочий час персонал підприємств оповіщається про надзвичайну ситуацію (вказується спосіб).

2.4. При отриманні інформації про надзвичайну подію вмикають сирени, виробничі гудки, що буде означати подання попереджувального сигналу «Увага всім», після чого негайно приводяться у готовність радіо- та телеприймачі для прийняття повідомлення.

2.5. Кожний працівник підприємства повинен знати сигнали оповіщення цивільного захисту та вміти правильно діяти в умовах загрози та виникнення надзвичайних ситуацій.

### **3. Порядок укриття персоналу в захисних спорудах цивільного захисту:**

3.1. На випадок виникнення надзвичайної ситуації, пов'язаної із загрозою або початком забруднення повітря хімічно небезпечною чи радіоактивною речовиною, всі працівники підприємства підлягають укриттю в захисній споруді цивільного захисту (вказується адреса та приналежність споруди).

3.2. Для термінового укриття працівників у разі зараження небезпечною хімічною речовиною використовуються загерметизовані приміщення (вказується адреса), забезпечується перебування у них без подачі повітря впродовж годин.

3.3. При отриманні інформації про радіоактивну небезпеку працівники укриваються в приміщенні (вказується приміщення, адреса), яке забезпечує захист осіб, що переховуються, від ураження іонізуючим випромінюванням при радіоактивному забрудненні.

### **4. Порядок видачі персоналу засобів індивідуального захисту:**

4.1. Засоби індивідуального захисту (вказується які) видаються після отримання відповідного розпорядження або за рішенням керівника підприємства (вказується місце видачі).

4.2. Працівники, які отримали такі засоби, повинні перевірити їх стан, провести підбір та мати постійно при собі або на робочому місці.

4.3. Протигази переводяться у робочий стан за командою або самостійно, при наявності небезпеки забруднення повітря.

Крім Інструкції, на невеликому (малому) підприємстві завчасно розробляється план евакуації при пожежі або загрозі вибуху. Особливо це важливо для тих об'єктів, на території яких у робочий час може перебувати багато відвідувачів [59, 60].

Деякі конкретні заходи, які не відображені в документах планування, потребують того, щоб їх було включено до посадових інструкцій працівників. Крім того, на малому підприємстві необхідно розробляти і доводити до всіх працівників Порядок оповіщення керівництва і працівників у разі загрози або виникнення надзвичайної ситуації в будь-який час доби, у тому числі в неробочий час.

Усі заходи із запобігання і ліквідації можливих надзвичайних ситуацій під час розроблення Інструкції мають бути продумані та обґрунтовані і включені до Інструкції. Усі працівники повинні бути завчасу навчені дій, чітко знати свої обов'язки і неухильно виконувати їх [59, 60].

## ВИСНОВКИ

Метою даної роботи була розробка рецептури і удосконалення технології виробництва хліба зернового з додавання шавлії, для підвищення харчової цінності та встановлення її впливу на тривалість зберігання хліба.

Виконуючи цю роботу ми розробили нові рецептури хліба з використанням сушеної шавлії та додаткової збагачувальної сировини.

Зробили 3 успішні пробні випічки хліба:

- ❖ пшеничне борошно вищого сорту, пшеничне цільнозернове борошно, дріжджі, сіль, яйця, сушена шавлія (3%), буряковий сік (10%),
- ❖ пшеничне борошно вищого сорту, пшеничне цільнозернове борошно, дріжджі, сіль, яйця, сушена шавлія (3%), куркума (10%),
- ❖ пшеничне борошно вищого сорту, пшеничне цільнозернове борошно, дріжджі, сіль, яйця, сушена шавлія (3%), п'юре з шпінату (10%),

Провели оцінку якості готової продукції. Вона відповідають всім стандартам і нормам. Дегустатори відмітили, у всіх взірцях із збагаченою сировиною, цікавий зовнішній вигляд, пікантний аромат шавлії в поєднанні з додатковою збагачувальною сировиною.

Аналіз даних показав, що внесення в тісто сушеної шавлії, яка містить в собі ефірні олії, сприяє повільнішому наростанню крихкватості та уповільненню черствіння.

Підсумовуючи виконання роботи, можна сказати, що будь-який із випечених і досліджених взірців хліба можна впровадити у виробництво. Це дозволить розширити асортимент хлібобулочних виробів та задовольнити потреби споживачів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ХЛІБОПЕКАРСЬКОЇ ГАЛУЗІ В УКРАЇНІ [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://molodyvcheny.in.ua/files/journal/2016/5/34.pdf>
2. Gherghina E., Israel-Roming F., Balan D., Luta G., Simion V., Zachia M. (2015). Assessment of some nutrients in bakery products. Scientific Bulletin. Series F. Biotechnologies, Vol. XIX, 140-144.
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. Кондіус І.С. Тенденції розвитку хлібопекарської галузі в Україні. URL: <https://lib.lntu.edu.ua/sites/default/files/2021>
9. 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).
10. Огляд ринку хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів в Україні. URL: <https://pro-consulting.ua/ua/pressroom/obzor-rynkahlebobulochnyh-i-muchnyh-konditerskih-izdelij-v-ukraine>

11. 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.
12. Дробот, В.І. Довідник з технології хлібопекарського виробництва / В.І. Дробот. – К.: Руслана, 1998. – 416 с. – Бібліогр.: с. 410-411.
13. Дробот В.І. Технологія хлібопекарського виробництва.— К.: Логос, 2002.— 365.
14. ДСТУ 46.004-99 Борошно пшеничне. Технічні умови
15. ДСТУ 4812:2007 Дріжджі хлібопекарські пресовані. Технічні умови
16. ДСТУ 3583:2015 Сіль кухонна. Загальні технічні умови.
17. Дробот, В.І. Технологічні розрахунки у хлібопекарському виробництві / Дробот В.І., Юрчак В.Г., Арсеньева Л.Ю. та ін.– К.: Кондор, 2010. –440 с.
18. 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.
19. Дробот, В.І. Технологічне устаткування хлібопекарського, макаронного і кондитерського виробництв: підручник /Петько В.Ф., Гапонюк О.І., Петько Є.В., Ульяницький А.В.; за ред. О.І. Гапонюк. - К. 2007.432 с.
20. Технохімічний контроль сировини та хлібобулочних і макаронних виробів: навч. посіб. / В. І. Дробот, В. Г. Юрчак, О. А. Білик та ін.; за ред.
21. Загальні технології харчових продуктів [Текст]: підр. / за ред. В. А. Домарецького. – К.: Університет Україна, 2010. – 814 с.
22. В. І Дробот ; Нац. ун-т харч. технол. — К. : Кондор, 2015. — 972 с.

23. Дробот, В. І. Подовження терміну зберігання житньо-пшеничного хліба / В. І. Дробот, Т. А. Сильчук // Наукові праці УДУХТ. - 2001. - № 10, Ч. II. – С. 104-105.

24. ТАНАСІЙЧУК Б.М., МЄШКОВ Ю.Є. , ШЛЯХИ ПОДОВЖЕННЯ ТРИВАЛОСТІ ЗБЕРІГАННЯ ХЛІБА // ВІСНИК ХНТУ № 1(72), Ч. 1, 2020 р.

25. A Comprehensive Review on Bio-Preservation of Bread: An Approach to Adopt Wholesome Strategies  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8834264/>

26. Dengate S., Ruben A. Controlled trial of cumulative behavioural effects of a common bread preservative. *J. Paediatr. Child Health.* 2002;38:373–376. doi: 10.1046/j.1440-1754.2002.00009.x

27. Axel C., Zannini E., Arendt E.K. Nutrition, Mold spoilage of bread and its biopreservation: A review of current strategies for bread shelf life extension. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2017;57:3528–3542.

28. Luz C., D’Opazo V., Mañes J., Meca G. Preservation, Antifungal activity and shelf life extension of loaf bread produced with sourdough fermented by *Lactobacillus* strains. *J. Food Processing Preserv.* 2019;43:e14126.

29. Needham R., Williams J., Beales N., Voysey P., Magan N.J.S., Chemical A.B. Early detection and differentiation of spoilage of bakery products. *Sens. Actuators B Chem.* 2005;106:20–23. doi: 10.1016/j.snb.2004.05.032.

30. Rizzello C.G., Lavecchia A., Gramaglia V., Gobbetti M.J.A. Long-term fungal inhibition by *Pisum sativum* flour hydrolysate during storage of wheat flour bread. *Appl. Environ. Microbiol.* 2015;81:4195–4206.

31. Millar, K. A., Barry-Ryan, C., Burke, R., McCarthy, S., & Gallagher, E. (2019). Dough properties and baking characteristics of white bread, as affected by addition of raw, germinated and toasted pea flour. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 56, 102189.

32. Інноваційні технології дієтичних та оздоровчих хлібобулочних виробів [Текст]: монографія / ред. В. І. Дробот. – К.: Кондор-Видавництва, 2016. – 242 с.
33. Boukid, F., Zannini, E., Carini, E., & Vittadini, E. (2019). Pulses for bread fortification: A necessity or a choice?. *Trends in Food Science & Technology*, 88, 416-428.
34. Akinwande BA, Ade Omowaye BIO, Olaniyan SA, et al. Quality evaluation of ginger-flavoured soy-cassava biscuit[J] *Nutrition Food Sci.* 2008;38(5):473–481. doi: 10.1108/00346650810906994.
35. Ghabraie M., Vu K.D., Tata L., Salmieri S., Lacroix M. Technology, Antimicrobial effect of essential oils in combinations against five bacteria and their effect on sensorial quality of ground meat. *LWT-Food Sci. Technol.* 2016;66:332–339. doi: 10.1016/j.lwt.2015.10.055.
36. Reuben, B. Bread chemistry. On the rise [Text] / B. Reuben, T. Coultate // *Chemistry World*. – 2009. – Issue 10. – P. 54–57. 20.
37. Duranti, M.; Nutraceutical properties of lupin seed proteins A great potential still waiting for full exploitation // *Agro Food Industry Hi-Tech*. 22, 1 (2011), P. 20-23.
38. Zhu, F., & Li, J. (2019). Physicochemical properties of steamed bread fortified with ground linseed (*Linum usitatissimum*). *International Journal of Food Science & Technology*, 54(5), 1670-1676.
39. Roozegar, M. H., Shahedi, M., Keramet, J., Hamdami, N., & Roshanak, S. (2015). Effect of coated and uncoated ground flaxseed addition on rheological, physical and sensory properties of Taftoon bread. *Journal of food science and technology*, 52(8), 5102-5110.
40. Conforti, F. D., & Davis, S. F. (2006). The effect of soya flour and flaxseed as a partial replacement for bread flour in yeast bread. *International journal of food science & technology*, 41, 95-101



41. Feizollahi, E., Hadian, Z., & Honarvar, Z. (2018). Food fortification with omega-3 fatty acids; microencapsulation as an addition method. *Current Nutrition & Food Science*, 14(2), 90-103.
42. Da Cruz Cabral L., Pinto V.F., Patriarca A. Application of plant derived compounds to control fungal spoilage and mycotoxin production in foods. *Int. J. Food Microbiol.* 2013;166:1–14. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2013.05.026.
43. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [file:///C:/Users/PC/Downloads/admin,+29+foodresources2017-09-29\\_228-234%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/PC/Downloads/admin,+29+foodresources2017-09-29_228-234%20(1).pdf)
44. Мардар, М. Р. Зміни споживних властивостей хліба з цільного зерна пшениці з включенням коренеплідних овочів у процесі зберігання / М. Р. Мардар, Н. Р. Кордзя // Харчова наука і технологія. – 2011. – №1. – С. 85-87.
45. Black B.A., Zannini E., Curtis J.M., Gänzle M.G. Antifungal hydroxy fatty acids produced during sourdough fermentation: Microbial and enzymatic pathways, and antifungal activity in bread. *Appl. Environ. Microbiol.* 2013;79:1866–1873. doi: 10.1128/AEM.03784-12.
46. Maldonado A.F.S., Schieber A., Gänzle M.G. Technology, Plant defence mechanisms and enzymatic transformation products and their potential applications in food preservation: Advantages and limitations. *Trends Food Sci. Technol.* 2015;46:49–59. doi: 10.1016/j.tifs.2015.07.013.
47. Burt S. Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in foods—A review. *Int. J. Food Microbiol.* 2004;94:223–253. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2004.03.022.
48. Jayasinghe J., Ranasinghe M., Tharshini G. Botanicals as biopreservatives in foods a mini review. *J. Agric. Eng. Food Technol.* 2016;3:4–7.
49. Bakkali F., Averbeck S., Averbeck D., Idaomar M. Biological effects of essential oils—A review. *Food Chem. Toxicol.* 2008;46:446–475. doi: 10.1016/j.fct.2007.09.106.

50. Мусієнко М.М. Фізіологія рослин. – К.: Фітосоціоцентр, 2001. – 392 с.
51. Сербін А.Г., Сіра Л.М., Слободянюк Т.О. Фармацевтична ботаніка. Підручник/ Під редакцією Л. М. Сірої. – Вінниця: Нова книга, 2007, 2015. – 488 с.
52. Фармакогнозія. Лікарська рослинна сировина та фітозасоби / За заг. редакцією П.І. Середи. – Вінниця: Нова книга, 2006. – 352 с.
53. Кобзар А. Фармакогнозія в медицині: навчальний посібник / А.Я. Кобзар. – К.: Медицина, 2007. – 544 с.
54. Солодовніченко Н.М., Журавльов М.С., Ковальов В.М. Лікарська рослинна сировина та фітопрепарати. – Харків: МТК – Книга, 2003. – 408 с.
55. Герман Л. (2015). Herb & Spice Companion: Повний посібник із понад 100 трав і спецій - [https://books.google.co.za/books?hl=uk&lr=&id=B6WSCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&ots=L\\_r--p5iTU&sig=qzO6tx0iU-MwNh0hq5punJPaRH0&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.co.za/books?hl=uk&lr=&id=B6WSCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&ots=L_r--p5iTU&sig=qzO6tx0iU-MwNh0hq5punJPaRH0&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
56. ДСТУ 7045 – 2009. Вироби хлібобулочні. Методи визначення фізико-хімічних показників. Київ: Держспоживстандарт України, 2009. 33 с.
57. Скакунов М.М. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці. Одеса, 2017. 437с.
58. Основи охорони праці: підручник / В.І. Голінько; М-во освіти і науки України; Нац. гірн. ун-т. – 2-ге вид. – Д.: НГУ, 2014. – 271 с.
59. Безпека в галузі та надзвичайних ситуаціях. Університетський курс. підручник для студ. вищ. навч. закл. / С.А. Дикань, О.Є. Зима. – Полтава: ТОВ «АСМІ», 2015. – 273 с.
60. Стручок, В. С. (2022). Безпека в надзвичайних ситуаціях. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання.