

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

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

Кафедра харчової біотехнології і хімії
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему:

*Проект цеху з виробництва хлібобулочних виробів
на сучасному обладнанні*

Виконав: студент _____ 4 курсу, групи МХ-41
спеціальності _____ 181 Харчові технології

Ляшок У.С.

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Карпик Г. В.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Дацишин К.Є.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Кухтин М.Д.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2026

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

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

Кафедра харчової біотехнології і хімії
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Микола КУХТИН

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

2026 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

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

студенту Ляшок Устиму Сергійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект цеху з виробництва хлібобулочних виробів
на сучасному обладнанні

Керівник роботи Карпик Галина Вікторівна к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «20» 01 2026 року № 4/9-18

2. Термін подання студентом завершеної роботи 19.06.2026 р.

3. Вихідні дані до роботи Асортимент:

1) Хліб «Шахтарський»,

2) Хліб «Урожайний пшеничний» формовий,

3) Булочки «Ароматні»

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

Вступ. Техніко-економічне обґрунтування. Технологічна частина (вибір та обґрунтування технологічних процесів і режимів виробництва продуктів; технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту; розрахунок витрат і запасів сировини; розрахунок площ виробничих приміщень; підбір і розрахунок технологічного обладнання; технохімічний контроль виробництва продуктів запроєктованого асортименту).

Безпека життєдіяльності, основи охорони праці. Список використаних інформаційних джерел.

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

1. Апаратурно-технологічна схема виробництва продуктів, 1-2 арк. А1.

2. План виробничого корпусу підприємства, 1 арк. А1.

3. Розрізи виробничого приміщення підприємства (цеху), 2 арк. А1.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Технологічна частина	Карпик Галина Вікторівна к.т.н., доцент		
Техніко-економічне обґрунтування	Карпик Галина Вікторівна к.т.н., доцент		
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці			

7. Дата видачі завдання 26.01.2026 р.**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	26.01.2026 р.	
2	Техніко-економічне обґрунтування	27.01 – 29.01.2026 р.	
3	Технологічна частина	30.01 – 15.02.2026 р. 8.06 – 11.06.2026 р.	
	Вибір і обґрунтування технологічних процесів та режимів виробництва продуктів	30.01 – 1.02.2026 р.	
	Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту	2.02 – 11.02.2026 р.	
	Технохімічний контроль виробництва продуктів запроєктованого асортименту	12.02 – 13.02.2026 р.	
	Розрахунок витрат і запасів сировини. Розрахунок площ виробничих приміщень	8.06.2026 р.	
	Підбір і розрахунок технологічного обладнання	9.06 – 11.06.2026 р.	
4	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	14.02 – 15.02.2026 р.	
5	Викреслювання аркушів графічної частини	12.06 – 17.06.2026 р.	
6	Висновки. Список використаних інформаційних джерел	18.06.2026 р.	
7	Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки	18.06.2026 р.	
8	Подача роботи для перевірки на плагіат	до 18.06.2026 р.	
9	Подання кваліфікаційної роботи до захисту	19.06.2026 р.	

Студент

(підпис)*Устим Ляшок*_____
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)*Галина КАРПІК*_____
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи «Проект цеху з виробництва хлібобулочних виробів на сучасному обладнанні». Було впроваджено такий асортимент виробів: хліб «Шахтарський» масою 0,9 кг, хліб «Урожайний пшеничний формовий» масою 0,75кг, булочки «Ароматні». Для виробництва хлібного асортименту використано безперервний спосіб виробництва, а для булочок періодичний спосіб виробництва. Для забезпечення проектної потужності встановлено дві печі Г4-ХПЛ і ротаційну піч FIMAK FD 150E. Кваліфікаційна робота містить технологічні розрахунки на підбір обладнання. У I розділі подано економічне обґрунтування проекту, у якому визначено актуальність теми, мету, доцільність створення і впровадження даного проекту, проведено огляд асортименту хлібних виробів. Подано характеристику місця розташування підприємства, що проектується, сировинної зони. У другому розділі обґрунтовано і описано вибір технологічної схем виробництва, нормативні показники асортименту, підібрані пекарські печі і поданий їх розрахунок, порашовані пофазні рецептури і вихід проєктованого асортименту виробів. Поданий розрахунок рецептур та вибрані технологічні параметри, порашовані витрати і запаси сировини, складські приміщення, також проведений підбір технологічного обладнання, для апаратурних ліній виробництва. Розроблено схему хіміко-технологічного контролю виробництва продукції. У третьому розділі описана охорона праці і безпека життєдіяльності.

Кваліфікаційна робота складається з пояснювальної записки, яка викладена на 77 сторінках, містить 3 розділи, 26 таблиць, 15 літературних джерела. І графічної частина, яка представлена на 5 аркушах формату А1.

Ключові слова: технологічний процес, технологічні лінії, виробнича рецептура, пофазна рецептура, технологічне обладнання.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ.....	8
1.1 Характеристика місця розташування підприємства.....	8
1.2 Обґрунтування асортименту продукції.....	10
1.3 Характеристика сировинної зони.....	12
1.4 Характеристика каналів реалізації продукції.....	13
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	14
2.1 Вибір та обґрунтування технологічних процесів й режимів виробництва хліба і булочок	14
2.1.1 Нормативні показники продуктів запроєктованого асортименту.....	14
2.1.2 Характеристика сировини та допоміжних матеріалів.....	17
2.1.3 Вибір та обґрунтування технологічних схем	20
2.1.4 Опис технологічного процесу виробництва хліба «Шахтарського», і хліба «Урожайного пшеничного» формового, булочок «Ароматні».....	23
2.2 Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту...	27
2.2.1 Таблиця вихідних даних	27
2.2.2 Підбір та розрахунок печей.....	29
2.2.3 Розрахунок пофазних рецептур.....	31
2.2.4 Розрахунок виходу виробів.....	38
2.2.5 Розрахунок виробничих рецептур та вибір технологічних параметрів.....	42
2.3 Розрахунок витрат і запасів сировини.....	47
2.4 Розрахунок площ основних та допоміжних приміщень	50
2.5 Підбір технологічного обладнання	53
2.6 Технохімічний контроль виробництва	62
3 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	67
3.1 Охорона праці на харчовому підприємстві	67
3.2 Безпека праці в хлібопекарському цеху	70
ВИСНОВКИ.....	74
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ.....	76

ВСТУП

Хлібопекарська галузь належить до найстаріших і водночас ключових секторів харчової промисловості. Вона забезпечує населення основними продуктами харчування, які характеризуються високою поживною цінністю та стабільним щоденним попитом. Хліб і хлібобулочні вироби є джерелом енергії, вуглеводів, білків, вітамінів та мінеральних речовин.

Сучасна хлібопекарська галузь поєднує багатовікові традиції з інноваційними технологіями виробництва. Вона постійно розвивається, впроваджуючи нові рецептури, удосконалюючи технологічні процеси та підвищуючи якість продукції. Особлива увага приділяється розширенню асортименту, створенню виробів з підвищеною харчовою та біологічною цінністю, а також використанню натуральної сировини.

У процесі розвитку ринкових відносин хлібопекарська галузь зазнає суттєвих змін і модернізації. Зростає кількість приватних пекарень, розширюється асортимент хлібобулочних виробів, а також відновлюється інтерес населення до домашнього хлібопечення.

У сучасних умовах, завдяки впровадженню прогресивних ресурсозберігаючих технологій, набуває виробництво конкурентоздатної продукції.

Виробництва перелаштовуються на порційні способи приготування тіста. Пекарні, укомплектовують імпортом обладнанням, що дозволяє значно розширити асортимент виробів.

Важливим напрямом розвитку ринку є забезпечення населення високоякісною продукцією за економічно обґрунтованою ціною, а також розроблення інноваційних виробів, що відповідають сучасним вимогам і постійно зростаючим запитам споживачів.

Протягом останніх років хлібопекарська галузь зазнала суттєвих структурних перетворень, пов'язаних із процесами роздержавлення та реструктуризації. На базі колишніх державних хлібопекарських підприємств

було створено акціонерні товариства та колективні форми господарювання. Одночасно активно розвивається власна торговельна мережа підприємств, що сприяє скороченню транспортних витрат і підвищенню ефективності реалізації продукції.

Хліб упродовж усієї історії людства залишається одним із найважливіших продуктів харчування масового споживання. Саме тому вдосконалення технологій його виробництва, розширення асортименту, підвищення якості продукції та зниження її собівартості є актуальними завданнями, які постійно перебувають у центрі уваги науковців і фахівців галузі [15].

Актуальною проблемою у хлібопекарській галузі є:

- зростання собівартості продукції внаслідок підняття цін на сировину та енергоносії;
- застарілість обладнання та недостатній рівень автоматизації виробництва;
- забезпечення високої якості та безпечності хлібобулочних виробів при зниженні витрат;
- технічне переоснащення хлібопекарської промисловості; заміна морально і фізично застарілого обладнання;
- зменшення втрат і витрат сировини на всіх стадіях технологічного процесу, а також економія енергоресурсі.

1 ТЕХНІКО – ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЄКТУ

1.1 Характеристика місця розташування підприємства

Метою даного проєкту є проєктування високотехнологічного цеху з виробництва хлібобулочних виробів із модернізованим обладнанням, що забезпечить стабільну якість продукції, знизить виробничі витрати.

Цех, що проєктується, призначений для випуску широкого спектра хлібобулочних виробів: хліба пшеничного, житнього, батонів, булочних виробів та здобної продукції.

Хлібобулочні вироби належать до продукції повсякденного попиту. Незважаючи на значну конкуренцію, відмічається підвищення попиту на безпечну, якісну продукцію, виготовлену за сучасними технологіями.

Основними передумовами реалізації проєкту є:

- стабільний попит населення на хлібобулочну продукцію;
- необхідність модернізації виробничих потужностей у галузі харчової промисловості;
- запровадження енергоощадних технологій;
- забезпечення високої якості та безпечності продукції;
- можливість швидко реагувати на зміни попиту споживчів.

Для забезпечення високої продуктивності передбачається використання автоматизованої виробничої лінії. Сучасне обладнання дозволяє автоматизувати більшість технологічних операцій, скоротити втрати сировини та знизити енерговитрати на 15–20 % порівняно з традиційними технологіями.

Проєктом передбачено розміщення хлібопекарського цеху в промисловій зоні м. Тернополя в районі ринку «Західний». Вибір даної території обумовлений низкою переваг, серед яких вигідне транспортне розташування, наближеність до споживачів продукції та наявність достатнього кадрового потенціалу, розвинена інженерна інфраструктура, можливість оперативного постачання сировини та доставки готової продукції.

Тернопільська область належить до регіонів з розвиненим аграрним сектором, а це є важливо для підприємства харчової промисловості.

При розробленні проекту цеху насамперед визначають його виробничу програму. До основних показників цієї програми належать виробнича потужність підприємства, асортимент продукції, потреба у сировині, матеріалах та енергетичних ресурсах, організація логістичних процесів, а також налагодження довгострокових і прямих господарських зв'язків між виробником, постачальниками сировини та підприємствами, що здійснюють реалізацію готової продукції.

Виробничу потужність запроєктованого цеху встановлюють на підставі кількості потенційних споживачів хлібобулочних виробів і нормативного рівня їх споживання на одну особу. Крім того, під час розрахунків враховують прогнозовані зміни чисельності населення. Перспективну кількість населення визначають за актуальними демографічними показниками на момент підготовки техніко-економічного обґрунтування з урахуванням очікуваного приросту населення протягом п'яти років.

$$Ч = Ч_{\text{н}} \cdot \left(1 + \frac{K \cdot \tau}{100}\right) + Ч_{\text{тн}} \quad (1.1)$$

де Ч – чисельність населення перспективна, тис. ос.;

$Ч_{\text{н}}$ – чисельність на момент складання ТЕО, тис. ос.;

К – коефіцієнт природного приросту населення, та приросту населення за рахунок економічного та культурного росту громади;

τ – період часу прийнятий за перспективу;

$Ч_{\text{тн}}$ - транзитне населення (туристичне) - 4500 осіб

$$Ч = 218000 \cdot \left(1 + \frac{2,0 \cdot 5}{100}\right) + 32000 = 271800$$

$$Ч = 218000 \cdot \left(\frac{102,0 \cdot 5}{100}\right) + 32000 = 271800 \text{ осіб}$$

Потреба населення в хлібобулочних виробах

$$П = Ч \cdot Н_1 \quad (1.2)$$

де Ч – чисельність споживачів; $Н_1$ – норма споживання продукту, кг/рік;

$$\Pi = 271800 \cdot 101 = 27451800 \text{ кг/рік.}$$

виробнича потужність підприємства

$$ВП = \frac{\Pi}{T}, \quad (1.3)$$

де T - кількість днів роботи підприємства в році.

$$ВП = \frac{27451800}{300} = 91506 \text{ кг/добу}$$

Отже, для забезпечення необхідних потреб споживачів хлібобулочними виробами м. Тернополя, потужність виробництв має становити не менше 91506 кг/добу.

1.2 Обґрунтування асортименту продукції

З урахуванням попиту споживачів та виробничих можливостей до асортименту продукції цеху рекомендується включити такі види хлібобулочних виробів: хліб «Шахтарський», хліб «Урожайний пшеничний» подовий та булочки «Ароматні». Вибір даного асортименту обумовлений стабільним попитом населення на традиційні хлібобулочні вироби, їх харчовою цінністю, економічною доцільністю виробництва та можливістю ефективного використання сучасного обладнання.

Хліб «Шахтарський» належить до популярних сортів житнього хліба. Виріб характеризується приємним смаком, вираженим ароматом та підвищеною харчовою цінністю завдяки вмісту житнього борошна.

Основними перевагами виробництва цього виду хліба є:

- стабільний попит серед споживачів різних вікових груп;
- високі смакові властивості та тривалий термін збереження свіжості;
- наявність корисних харчових волокон, мінеральних речовин і вітамінів групи В;

- можливість реалізації через торговельні мережі та заклади громадського харчування.

Виробництво хліба «Шахтарський» дозволяє задовольнити попит на традиційні житньо-пшеничні сорти хліба та розширити асортимент підприємства.

Хліб «Урожайний пшеничний» подовий є одним із найбільш затребуваних видів масових сортів хліба. Для його виготовлення використовується пшеничне борошно першого ґатунку.

Переваги виробництва:

- високий рівень споживання серед населення;
- привабливий зовнішній вигляд та добрі органолептичні показники;
- універсальність використання в повсякденному харчуванні;
- відносно невисока собівартість виробництва;
- можливість випікання великими партіями на сучасних подових печах.

Включення цього виду хліба до виробничої програми забезпечує стабільний обсяг реалізації та прибутковість підприємства.

Булочки «Ароматні» належать до здобних хлібобулочних виробів і користуються підвищеним попитом серед споживачів завдяки приємному смаку та аромату.

Основні переваги виробництва:

- розширення асортименту підприємства;
- підвищення рентабельності за рахунок більшої доданої вартості продукції;
- можливість реалізації через кав'ярні, магазини та заклади харчування;
- привабливість для дітей та молоді;
- ефективне використання виробничих потужностей упродовж робочої зміни.

Виробництво булочок дозволяє збільшити прибуток підприємства та забезпечити споживачів різноманітною продукцією.

Поєднання обраних видів продукції забезпечує задоволення попиту різних категорій споживачів, забезпечити стабільне завантаження виробничих потужностей та отримати конкурентні переваги на ринку хлібобулочних виробів.

1.3 Характеристика сировинної зони

Сировинною зоною проєктованого хлібопекарського цеху є Тернопільська область, яка належить до провідних аграрних регіонів України та має сприятливі природно-кліматичні умови для вирощування зернових культур і розвитку харчової промисловості. У структурі агропромислового комплексу області важливе місце займають борошномельно-круп'яна, цукрова та молочна галузі, що забезпечують підприємства хлібопекарської промисловості необхідною сировиною.

Сировиною для виробництва хліба «Шахтарський», хліба «Урожайний пшеничний» та булочок «Ароматні» є пшеничне і житнє борошно. Тернопільська область є регіоном з високим рівнем виробництва зерна, зокрема пшениці, що створює надійну сировинну базу для борошномельної промисловості. В області функціонують підприємства з виробництва хлібопекарського борошна, зокрема Захід-Хліб-Збут-2002, яке виробляє пшеничне борошно вищого та першого гатунків для потреб хлібопекарських підприємств.

Для виробництва хліба «Шахтарський» використовуватиметься житнє борошна, а для хліба «Урожайний» і булочок «Ароматні» — переважно пшеничне борошно першого та вищого гатунків.

Для виготовлення булочок «Ароматні» необхідний цукор. Тернопільщина є одним із лідерів України з виробництва цукру. У 2025 році в області було вироблено майже 296 тис. тонн цукру, а переробка цукрових буряків є однією з провідних галузей регіону. Це гарантує стабільне забезпечення хлібопекарських підприємств якісним цукром за мінімальних транспортних витрат.

Постачальниками цукру можуть бути Козівський цукровий завод, що знаходиться у м. Козова.

Для виробництва булочок «Ароматні» використовується маргарин. Постачальником маргарину є ТОВ «Щедро».

Допоміжна сировина, така як сіль, дріжджі, рослинна олія та інші надходять від підприємств України через розвинену транспортну мережу області. Тернопіль має вигідне транспортно-географічне розташування на перетині автомобільних і залізничних шляхів, що сприяє оперативному постачанню сировини та відвантаженню готової продукції.

Основними перевагами сировинної зони м. Тернополя є:

- наявність потужної зернової бази для забезпечення борошном;
- розвинена борошномельна промисловість;
- значні обсяги виробництва цукру;
- достатня кількість молочної сировини та продуктів тваринництва;
- вигідне транспортне розташування;
- близькість постачальників сировини до виробництва, що зменшує логістичні витрати;

Отже, аналіз сировинної бази, транспортної інфраструктури свідчить про доцільність розміщення цеху з виробництва хлібобулочних виробів у м. Тернополі. Регіон має достатню кількість постачальників основної сировини, розвинуту мережу автомобільних шляхів. Завдяки сприятливому розташуванню та доступності сировинних ресурсів проєкт є технічно, економічно та соціально обґрунтованим.

1.4 Характеристика каналів реалізації готової продукції

Також для розвитку підприємства не менш важливим є споживча зона. Радіус реалізації свіжої продукції може становити 100-150 км від місця виробництва, що дозволить охопити значну частину західного регіону України.

Основними споживачами будуть торгівельні мережі, супермаркети, продуктові магазини, лікарні, населення міста та області, навчальні заклади, військові частини. Не менш важливим є транспортне забезпечення. Підприємство краще функціонує коли розташоване поблизу основних транспортних магістралей. Транспортні витрати становлять значну частку собівартості продукції, тому скорочення відстані доставки є економічно вигідним. Транспортне забезпечення Тернопільського регіону має свої переваги. Тут є автомобільні дороги міжнародного значення, залізничне сполучення, наявність логістичних центрів та складських комплексів.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Вибір та обґрунтування технологічних процесів й режимів виробництва хліба і булочок

2.1.1 Нормативні показники продуктів запроєктованого асортименту

Нормативна характеристика хліба — це сукупність вимог до якості (ДСТУ), що включає оцінку зовнішнього вигляду (форма, колір кірки), стану м'якушки (пористість, еластичність, пропеченість), смаку та запаху, а також фізико-хімічні показники (вологість, кислотність). Якісний хліб має правильну форму, однорідну пористість, не липкий, не крихкий, без сторонніх домішок.

Хліб має відповідати ДСТУ, забезпечуючи харчову та біологічну цінність.

Основні нормативні документи (ДСТУ)

- ДСТУ 7517:2014 та нова редакція ДСТУ 7517:2024 — регулюють вимоги для хліба з пшеничного борошна.
- ДСТУ 4583:2023 (раніше 4583:2006) — встановлює умови для житнього хліба та сумішей житнього і пшеничного борошна.
- ДСТУ 4585:2021 — для здобних хлібобулочних виробів.

Основні нормативні показники якості хліба Шахтарський згідно СОУ 15.8.37-000327-44-004:2005:

Органолептична оцінка включає зовнішні ознаки та споживчі властивості виробу:

- форма — правильна, не розпливчаста, відповідає формовому/подовому способу випікання, без значних деформацій.
- поверхня скоринки — рівна або злегка шорстка, без великих тріщин і підривів, допускається незначна борошністість.
- колір скоринки — від світло-коричневого до темно-коричневого, рівномірний, без підгоріlostей
- стан м'якушки — пропечена та еластична, не липка, без слідів непромісу, з рівномірною розвиненою пористістю.
- пористість — розвинена, рівномірна, без великих пустот і ущільнень.
- смак і запах — властиві даному виду, без сторонніх присмаків і
- запахів (кислого, гіркого, пліснявого, затхлості).

Фізико-хімічні показники хліба «Шахтарський»:

До основних нормованих фізико-хімічних показників належать:

Вологість м'якушки — 46,5 %

Кислотність м'якушки — 8 град.

Пористість м'якушки — 58 % (характеризує структуру та розпушеність).

Відхилення маси виробу — допускаються в межах, встановлених стандартом.

Згідно загальних положень ДСТУ для хліба, саме вологість, кислотність і пористість є базовими обов'язковими показниками контролю якості .

Основні нормативні показники якості хліба Урожайний пшеничний формовий згідно ГСТУ 158.00389676.009:2000:

До органолептичних показників відносять:

- форма не розпливчаста, без деформацій;
- поверхня гладка або злегка шорстка, без тріщин, підривів і забруднень;
- колір скоринки від світло-жовтого до коричневого, без підгоріlostей;

- стан м'якушки - добре пропечена, еластична, без слідів непромісу, пористість рівномірна, добре розвинена;

- смак і запах - властиві даному виду хліба, без сторонніх присмаків і запахів.

До основних нормованих фізико-хімічних показників належать:

Масова частка вологи м'якушки — не більше 45 %

Кислотність м'якушки — 3,5 град.

Пористість м'якушки — 68 % (характеризує структуру та розпушеність).

Відхилення маси виробу — допускаються в межах, встановлених стандартом.

Нормативні органолептичні та фізико-хімічні показники для булочок «Ароматні» згідно ДСТУ-П 4585:2006 (вироби хлібобулочні здобні):

Органолептичні показники:

- форма — відповідає виду виробу (характерна для булочок даної рецептури),

- без забруднень, підривів і тріщин, для упакованих виробів допускається незначна зморшкуватість;

- колір - від світло-жовтого до коричневого, без підгорілих ділянок;

- стан м'якушки - добре пропечена, еластична, не волога і не липка, без слідів непромісу, можливе незначне ущільнення (допускається для здобних виробів);

- смак і запах - властиві даному виду здобних виробів, без сторонніх присмаків і запахів.

Фізико-хімічні показники булочок Ароматні:

До основних нормованих фізико-хімічних показників належать:

- масова частка вологи м'якушки — зазвичай не більше 34 % ;

- кислотність м'якушки — 4,0 град;

- пористість м'якушки — характеризує структуру та розпушеність;

- цукор – відповідно до рецептури з відхиленням 1%;

- жир (у перерахунку на суху речовину) – відповідно до рецептури.

Відхилення маси виробу — допускаються в межах, встановлених стандартом.

Упікання: При випіканні хліб втрачає 10–15% ваги (залежно від виду), що є нормою. Допустимі відхилення маси: мінус 3,0% для виробів понад 200 г та мінус 5,0% для менших виробів. Відхилення в бік збільшення не обмежуються.

Безпечність та маркування. Продукція повинна відповідати закону «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів». На пакуванні обов'язково зазначається склад, енергетична цінність, термін придатності, умови зберігання та наявність ГМО (за потреби маркується "без ГМО").

2.1.2 Характеристика сировини та допоміжних матеріалів

Технологічний процес виробництва хлібобулочних виробів складається з кількох послідовних стадій: приймання сировини, її зберігання та підготовки до виробництва, замішування тіста, його оброблення, випікання заготовок, охолодження готової продукції та її подальшого зберігання. Кожен із зазначених етапів охоплює комплекс технологічних операцій, спрямованих на забезпечення належної якості та виготовлення готових виробів.

У виробництві використовується основна й додаткова сировина - борошно, вода, біологічні розрихлювачі, сіль та інша різноманітна сировина.

Борошно буває вищого, 1-першого, другого сорту і оббивне. Від якості борошна залежить смакові властивості, об'єм, пористість і зовнішній вигляд готового виробу. Борошно повинно мати характерний колір, запах і смак, без сторонніх домішок та ознак псування. Якість борошна повинна відповідати ДСТУ [2].

Сіль використовується в розчинному вигляді. Зберігають у мішках при відносній вологості 75%. Перед використанням сіль просівають через сито і розводять у воді до певної концентрації, фільтрують [8].

Олія соняшникова надходять на підприємство бочках або цистернах, які є герметично закритими та ізольованими від попадання в середину тепла та навколишніх чинників. Зберігають олію в темних складських приміщеннях з температурою 19 ± 2 °С, та відотною вологістю повітря 70 % [5]. Олію в проціджують крізь дротяне сито з отворами не більше 3,0мм та пропускають крізь металомагнітні пастки.

Дріжджі охолоджують до температури 4 °С. Перед використанням їх звільняють від упаковки і готують суспензію 1:3. Температура суспензії 26-32, але не вища 37° С [10].

Вода. Для виробництва хліба використовують воду, яка відповідає вимогам стандарту на питну воду. Вона має бути прозорою, безкольору, та сторонніх присмаків, не повинна мати сторонніх домішок і патогенних мікроорганізмів, РН води складає 6,5, повинна зберігатися у баках і підігріватись до потрібної температури [8].

Маргарин привозиться в брусках. Зберігають на піддонах у холодильнику з постійним потоком відносній вологості повітря не вище 80% [8]. Перед використанням його очищають від пакування, видаляють верхній шар поверхні у разі необхідності, нарізають на шматки, піддають топленню [6].

Цукор постачається на підприємство в мішках. Повинен відповідати ДСТУ 4623:2023 Цукор. Технічні умови. Внаслідок значної гігроскопічності цукру, склад його зберігання повинен бути сухим, з відотною вологістю повітря не вище 70 %. Перед використанням цукор розчиняють і фільтрують отриманий розчин [7].

Патока є додатковою сировиною, яку використовують у хлібопекарському виробництві для покращення якості готових виробів. Вона являє собою густу, в'язку рідину світло-жовтого або коричневого кольору із солодким смаком. Патока уповільнює процес черствіння хліба, допомагає довше зберігати свіжість і м'якість м'якушки. У хлібопекарському виробництві найчастіше використовують

крохмальну або мальтозну патоку, яка обов'язково повинна відповідати вимогам стандартів щодо якості та безпечності харчових продуктів.

Виноград сушений покращує смакові властивості булочок, підвищує харчову та енергетичну цінність, а також формують привабливий зовнішній вигляд готових виробів. Перед використанням виноград сортують, промивають, замочують у теплій воді і обсушують. Це забезпечує рівномірний розподіл родзинок у тісті та запобігає їх пересушуванню під час випікання. Виноград сушений повинен відповідати вимогам стандартів, бути чистим, без сторонніх домішок, плісняви та ознак бродіння. Зберігають родзинки у сухих, добре вентильованих приміщеннях при температурі не вище +20 °С та відносній вологості повітря до 70 % [8].

Кардамон і кмин повинен бути сухим, чистим, без сторонніх домішок, плісняви та затхлого запаху. Зберігають пряність у щільно закритій тарі, у сухих, темних приміщеннях при температурі не вище +20 °С та відносній вологості повітря [8].

Кмин також сприяє покращенню засвоюваності хлібобулочних виробів, особливо з житнього борошна, та робить смак хліба більш насиченим, а аромат — приємнішим. Норма закладання кмину зазвичай становить 0,2–0,6 % до маси борошна залежно від рецептури.

Гвоздика. Гвоздика — це пряність, яку отримують із висушених нерозкритих квіткових бруньок вічнозеленого дерева. Основною складовою гвоздики є ефірна олія (15–20 %), головним компонентом якої є евгенол. Саме він зумовлює сильний пряний аромат і антисептичні властивості гвоздики. Крім того, пряність містить дубильні речовини, смоли, клітковину та мінеральні речовини [8]. Гвоздику застосовують у невеликих кількостях, переважно в подрібненому вигляді, для ароматизації здобних і святкових виробів. Гвоздика повинна бути сухою, чистою, без сторонніх домішок, ознак плісняви та затхлого запаху. Зберігають пряність у щільно закритій тарі, у сухих, темних приміщеннях при

температурі не вище +20 °С та відносній вологості повітря не більше 70 %, оскільки ефірні олії чутливі до світла та вологи [10].

2.1.3 Вибір, обґрунтування та опис технологічних схем

В даній роботі розглянемо вибір і обґрунтування технології виробництва хліба Шахтарського і хліба Урожайного з піччю Г4-ХПЛ, булочок Ароматних - ротаційною піччю FIMAK FD 150E.

Метод тісто приготування - для хліба Шахтарського використовується на густих заквасках. Такий спосіб забезпечує отримання виробів високої якості з характерним смаком, ароматом, добре розвиненою пористістю та тривалим терміном збереження свіжості.

Вибір даної технологічної схеми обумовлений тим, що до рецептури хліба «Шахтарський» входить житнє обдирне борошно, яке має високу активність гідролітичних ферментів і не має клейковинних білків, тому виникає необхідність створення оптимального кислотного середовища. Густа закваска сприяє накопиченню органічних кислот, покращує структурно-механічні властивості тіста та підвищує якість готової продукції.

У виробничому циклі густу закваску ділять на порції, одну з яких використовують для приготування тіста, а решту освіжають і знову виброджують до досягнення заданої кислотності з врахуванням сорту використовуваного борошна [8].

Закваску готують із житнього борошна, води та частини стиглої виробничої закваски. Процес бродіння триває до досягнення необхідної кислотності та підйомної сили. Під час бродіння активно розвиваються молочнокислі бактерії та дріжджі, які забезпечують формування смаку й аромату майбутнього хліба.

На готовій заквасці замішують тісто з додаванням решти борошна, води, солі, патоки та інших компонентів рецептури. Замішане тісто залишають для

бродіння, під час якого відбувається накопичення вуглекислого газу та покращення його структурних властивостей.

Вологість закваски 48-50 %, тривалість бродіння 4-4,5 год при 26-28 °С до кислотності 13-15 град. Підйомна сила готової виробничої закваски 25-30 хв.

Обрана технологічна схема є економічно доцільною, забезпечує стабільну якість хліба «Шахтарський», ефективне використання сировини та відповідність готової продукції вимогам нормативної документації.

Для виробництва хліба «Урожайний» обрано опарний спосіб приготування тіста. Цей спосіб забезпечує отримання виробів високої якості з добре розвиненою пористістю, приємним смаком і ароматом.

Вибір опарного способу обумовлений тим, що він сприяє більш повному набуханню білків борошна, накопиченню смакових та ароматичних речовин у процесі бродіння, покращенню структурно-механічних властивостей тіста та підвищенню якості готової продукції. Крім того, цей спосіб забезпечує стабільність технологічного процесу та ефективне використання дріжджів [8].

Тісто для хліба «Урожайний пшеничний» виготовляють опарним методом, який передбачає два основні етапи: спочатку готують опару, а потім на її основі замішують тісто. Для приготування опари використовують більшу частину борошна, воду та дріжджі. Після завершення процесу бродіння до неї додають решту борошна, воду, сіль та інші рецептурні компоненти, після чого здійснюють заміс тіста.

За опарної технології кількість пресованих дріжджів зазвичай становить 0,5–1,0 % від маси борошна. У разі застосування рідких дріжджів або дріжджової закваски їх вносять у кількості 20–25 % до маси борошна в тісті. Для булочних і здобних виробів дозування пресованих дріжджів збільшують до 1,5–3,0 %. Зазвичай до складу опари не додають сіль і цукор, оскільки ці компоненти знижують активність дріжджових клітин. Водночас під час використання борошна зі слабкою клейковиною та підвищеною ферментативною активністю

рекомендується вводити приблизно 0,25 % солі, що сприяє зміцненню клейковинного каркаса та зменшує інтенсивність дії ферментів [8].

Основним призначенням опари є створення умов для адаптації дріжджів до анаеробного середовища, стимулювання їх активності та розмноження. Крім того, на цьому етапі відбуваються процеси гідратації компонентів борошна, ферментативного розщеплення біополімерів, накопичення органічних кислот, водорозчинних речовин і сполук, що формують характерний аромат готового виробу [10].

Для забезпечення оптимального розвитку мікроорганізмів опару готують більш рідкої консистенції порівняно з основним тістом, що створює сприятливі умови для перебігу процесів бродіння.

Булочки «Ароматні» готують безопарним способом з виздобою [10]. Такий спосіб забезпечує отримання виробів із ніжною м'якушкою, рівномірною пористістю та приємним смаком і ароматом, що досягається за рахунок використання дріжджів, цукру, жиру та ароматичних компонентів. Також такий спосіб скорочує тривалість технологічного процесу.

Для виробництва здобних хлібобулочних виробів використовують підвищену кількість пресованих дріжджів, яка зазвичай становить 2–4 % від маси борошна. Необхідність збільшення дозування пояснюється високим вмістом цукру та жиру в рецептурі, оскільки ці компоненти негативно впливають на життєдіяльність дріжджових клітин і знижують інтенсивність спиртового бродіння. Зокрема, надлишок цукру (понад 10 % до маси борошна) спричиняє плазмоліз дріжджів, а жир утворює на поверхні клітин захисну плівку, що ускладнює надходження поживних речовин. Використання рідких дріжджів у технології здобних виробів є недоцільним, оскільки вони можуть підвищувати кислотність готової продукції та надавати м'якушці темнішого забарвлення [9].

Характерною особливістю приготування такого тіста є поетапне внесення компонентів рецептури. Під час початкового замішування додають усі інгредієнти, за винятком жиру, цукру та частини борошна. Відкладену кількість

борошна використовують на наступному етапі для запобігання надмірному розрідженню тіста під дією здоблювальних компонентів. Після замішування тісто залишають для бродіння на 40–60 хвилин.

Далі проводять процес виздоби, під час якого до тіста вводять цукор, жир, родзинки, ванілін та інші рецептурні добавки. Після ретельного перемішування додають залишок борошна та 25–30 % від загальної кількості пресованих дріжджів. Початкова температура тіста має становити 29–31 °С, а сумарна тривалість його бродіння досягає приблизно 4,5 години.

Орієнтовна кількість додаткового борошна, що вноситься під час виздоби, залежить від виду сировини: на 1 кг цукру додають близько 0,7 кг борошна, на 1 кг жиру — 1 кг борошна, а на 1 кг яєць — приблизно 1,4 кг. Після завершення виздоби тісто продовжує бродити ще 60–90 хвилин.

Інтенсивне бродіння, яке відбувається від моменту замішування до завершення виздоби, позитивно впливає на структурно-механічні властивості тіста, сприяє формуванню ніжної пористої м'якушки та покращує смакові характеристики готових виробів.

2.1.4 Опис технологічної схеми виробництва

У технології виробництва хліба «Шахтарського» використовуємо безперевний спосіб виробництва. Технологічний процес починається з підготовки сировини. Борошно просіюють на просіювачі ПМ-800 і очищають від сторонніх домішок, воду підігрівають до необхідної температури, сіль розчиняють у воді, а патоку за потреби підігрівають та проціджують [10].

Тісто готують двофазним способом: спочатку готують закваску, потім на її основі замішують тісто, додаючи солод, патоку/цукор, сіль, кмін та дріжджі. На замішування тіста відбирають 2/3 готової закваски, а 1/3 залишають на її поновлення. Закваску готують у бункерному агрегаті И8-ХТА-6, до якого в заданих пропорціях подають борошно, воду та стиглу закваску. Замишування

компонентів відбувається у тістомісильній машині безперервної дії протягом 5–7 хвилин. Після завершення процесу отримана закваска за допомогою лопатевого нагнітача транспортується трубопроводом і через поворотний лоток надходить до вільного відсіку бункера, де проходить стадію бродіння.

Після досягнення необхідного ступеня зрілості закваска через нижній отвір бункера потрапляє до шнека, який забезпечує її подальший розподіл по виробничих лініях. Приблизно 60 % закваски спрямовується на замішування тіста, що відповідає 45–47 % борошна за рецептурою, а решта 40 % використовується для відновлення та підтримання циклу приготування нової порції закваски. Для забезпечення стабільного перебігу мікробіологічних процесів температура закваски повинна підтримуватися в межах 24–26 °С, оскільки під час транспортування можливе її підвищення.

Замішування тіста здійснюється в машині безперервної дії А2-ХТТ. Процес триває 5–7 хвилин, після чого тістова маса за допомогою лопатевого насоса подається трубопроводом до бродильного корита. Бродіння проходить при температурі 30–32 °С і може тривати від 30 до 90 хвилин залежно від технологічних умов. У бродильному кориті тісто дозріває протягом 60–80 хвилин.

Після завершення бродіння тісто надходить до тістоподільної машини А2-ХТН, де формується на окремі заготовки. Далі вони транспортером переміщуються до посадкового механізму, який розміщує їх у люльках вистоювальної шафи Т1-ХР-2А-30. Вистоювання здійснюється за температури 35–40 °С та відносної вологості повітря 75–80 %, що створює оптимальні умови для остаточного підйому тістових заготовок. Після закінчення цього етапу заготовки автоматично подаються на под печі.

Випікання хліба проводять у печі Г4-ХПЛ за температури 240–260 °С. Тривалість процесу становить 50–60 хвилин і залежить від маси виробу та особливостей рецептури. Після випікання готовий хліб надходить на припічний стіл, звідки його вручну укладають у лотки контейнера ХКЛ-18. На цьому етапі відбувається природне охолодження продукції, після чого вироби направляють на

пакування за допомогою автоматизованого обладнання [16].

Технологічний процес виробництва хліба «Урожайний пшеничний» масою 0,75 кг проводять опарним способом із безперервним приготуванням напівфабрикатів. На першому етапі готують опару в тістомісильній машині А2-ХТТ. Рідкі складові рецептури надходять до машини з дозувальної станції Ш2-ХДМ, а борошно подається за допомогою вбудованого дозувального пристрою. У результаті замішування отримують опару з вологістю 47 %, яку направляють у бродильне корито ХТР для дозрівання [8]. Процес бродіння опари триває від 210 до 240 хвилин. За цей час відбувається активний розвиток дріжджової мікрофлори та накопичення продуктів бродіння, необхідних для формування смакових і ароматичних властивостей майбутнього хліба. Після завершення дозрівання опару за транспортують на стадію приготування тіста. Замішування тіста також здійснюється в машині А2-ХТТ. До неї подають підготовлену опару, борошно та рідкі компоненти рецептури, які дозуються відповідним обладнанням. Вологість готового тіста становить 44 %. Після замісу тістова маса надходить до бродильного корита, де витримується протягом 30–40 хвилин для проходження процесів дозрівання та накопичення диоксиду вуглецю. Після закінчення бродіння тісто спрямовується до приймальної воронки тістоподільної машини А2-ХТН, де розділяється на порції необхідної маси. Далі заготовки надходять до тістоокруглювача А2-ХОЗ, який надає їм правильної форми та покращує структуру поверхневого шару. Підготовлені заготовки транспортером подаються до посадкового пристрою, який автоматично розміщує їх у люльках вистоювальної шафи Т1-ХР-2А-30. Остаточне вистоювання проводять за температури 35–40 °С та відносної вологості повітря 75–80 %. Такі параметри забезпечують оптимальні умови для збільшення об'єму заготовок і формування їхньої структури. Після завершення вистоювання заготовки автоматично подаються на под печі. Випікання проходить у печі Г4-ХПЛ за температури 220–240 °С. Тривалість теплової обробки становить 38–42 хвилини, що забезпечує формування рівномірно пропеченої м'якушки та золотистої скоринки. Готовий

хліб надходить на припічний стіл, де його укладають у лотки контейнерів для подальшого охолодження. Після охолодження продукцію направляють на пакування за допомогою пакувальної машини, після чого вона готова до зберігання та реалізації [8].

Булочки «Ароматні» готують безопарним способом з виздобою. Передбачено періодичний спосіб приготування тіста [8]. Приготування тіста для булочок Ароматних 0,1 кг. Передбачається безопарний спосіб з виздобою в машині періодичної дії. В машину Diosna SP240E (1620x1100x2200) через дозувальну станцію ВНИИХП-0-4А дозують дріжджову суспензію, сольовий розчин, воду, одночасно дозують частину борошна. Компоненти перемішуються, тісто набуває необхідної структури з заданими властивостями. Початкова температура 29-31°C. Тісто виброджує у діжах, протягом 40-60 хвилин. Після цього проводять його виздобу. У тісто додають цукор, маргарин, родзинки, іншу сировину, все перемішують і вносять борошно, що залишилось, решту пресованих дріжджів (25-30 %). Початкова температура тіста 29-31 °С, загальна тривалість бродіння тіста складає 4,5 год. Готове тісто самотоком надходить до тістоподільника А2-ХТН, розділяється на шматки масою 0,1 кг, які транспортером потрапляють у тістоокруглювач А2-ХОЗ. Відбувається деяке ущільнення, формуються тістові заготовки округлої форми [18]. Далі транспортером потрапляють до столу, на якому розташовуються на підготовлених металевих листах. Вони укладаються в контейнери і подаються в ротаційну шафу FIMAK FD 150E для вистоювання. Тривалість вистоювання 70 хв. Після вистоювання здійснюється випікання в тій же ротаційній печі FIMAK FD 150E. Тривалість випікання 21 хв при температурі 190-200°C. Після випікання булочки подаються на охолодження. На контейнерах ХКЛ-18 надходять у склад зберігання готових виробів. де здійснюється їх тимчасове утримання до моменту відвантаження споживачам. У складському приміщенні підтримуються належні санітарно-гігієнічні умови, що забезпечують збереження якості продукції та запобігають її передчасному черствінню.

2.2 Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту

2.2.1 Вихідні дані

Таблиця 2.1 – Вихідні дані

Показники і параметри, одиниці виміру	Умовні позначення	Значення показників і параметрів		
		Хліб «Шахтарський»	Хліб «Урожайний пшеничний» формовий	Булочки «Ароматні»
1	2	3	4	5
Стандарт на готові вироби: показники якості виробів:		СОУ 15.8.37- 000327-44- 004:2005	ГСТУ 158.00389676.00 9:2000	ДСТУ-П 4585: 2006
Маса виробу, кг	$G_{\text{вир}}$	0,9	0,75	0,1
Розмір виробів: довжина ширина	L b	подовий овальний 25-27 (15-17)	за розміром форми	Діаметр 9
Вологість виробу, % не більше	$W_{\text{в}}$	46,5	45	34
Кислотність, град, не менше	K	8,0	3,5	4,0
Пористість, %, не менше	П	58	68,0	-
Рецептура на 100 кг борошна, кг				
Борошно житнє обдирне	$G_{\text{б}}$	100		
Борошно пшеничне першого сорту	$G_{\text{б.п.с}}$		100	100
Дріжджі хлібопекарські пресовані	$G_{\text{др}}$	0,2	1,5	4,0
Сіль кухонна харчова	$G_{\text{с}}$	1,8	1,5	1,5
Цукор білий	$G_{\text{ц}}$	2,0	-	12,0
Маргарин столовий	$G_{\text{мар}}$	-	-	15,0
Олія соняшникова	$G_{\text{олія}}$	-	1,0	-
Мускатний горіх		-	-	0,05
Кардамон		-	-	0,08
Виноград сушений		-	-	20,0
Патока		4,0	-	-
Кмин		0,1	-	-
Гвоздика		0,015	-	-
<i>Разом</i>		108,115	104,0	152,63
Основні показники технологічних режимів:				
Плановий вихід, %	-	150,0	135,0	158-160
Спосіб приготування	-	Густа закваска	Опарний	Безопарний з виздобом
Кількість борошна в опару, кг		-	50	-
Вологість опари, %	$W_{\text{о}}$	-	47-48%	-
Вологість тіста, %	$W_{\text{т}}$	-	45,5	34,5
Початкова температура опари, °C		26-28	25-27	-

Продовження таблиці 2.1

Початкова температура тіста, °С		28	28-30	-
Тривалість бродіння опари\закваски	T _о	210-240	210-240	-
Тривалість бродіння тіста, хв	T _т	1,0-1,1	30-40	4,5год
Кінцева кислотність опари\закваски, град		13-16	3,3-4,2	-
Кінцева кислотність тіста, град		8-9	3,5-3,8	4,5
Тривалість вистоювання, хв	T _{вис}	45-50	40-60	70
Спосіб випікання	-	на поду	формовий	На листах
Тривалість випікання, хв	T _{вип}	50 -60	38-42	21
Температура пекарської камери, °С		-	220-240	190-200
Марка печі	-	Г4-ХПЛ	Г4-ХПЛ	Ротаційна піч FIMAK FD 150E
Розмір поду печі, мм	L×B	Розмір колиски 1920×350	Розмір колиски 1920×350	600×800
Габаритні розміри печі, мм		5800×450×3700	5800×4500×3700	1500×1700×2650
Концентрація розчину солі, %	C _{с.р}	25	25	25
Технологічні витрати і затрати:				
Втрати борошна до замішування тіста, %, до маси борошна	g _б	0,02 – 0,06	0,02 – 0,06	0,02 – 0,06
Втрати борошна від замішування до випікання, % до маси борошна	g _т	0,03 – 0,05	0,03 – 0,05	0,03 – 0,05
Витрати сухих речовин на бродіння, % до сухих речовин тіста	C _{сух}	3,3	3,3	3,3
Витрати борошна під час оброблення тіста, % до маси тіста	g _{обр}	0,6 – 1,0	0,6 – 1,0	0,6 – 1,0
Витрати на упікання, % до маси тіста	g _{уп}	6,0-12,0	6,0-12,0	6,0-12,0
Витрати під час укладання гарячого хліба, % до маси гарячого хліба	g _{укл}	0,5 – 0,8	0,5 – 0,8	0,5 – 0,8
Витрати від усихання хліба, % до маси гарячого хліба	g _{ус}	2,5 – 4,0	2,5 – 4,0	2,5 – 4,0
Масова частка крихт і лому, % до маси борошна	g _{кр}	0,03	0,03	0,03
Витрати за рахунок неточності маси виробів, % до маси гарячого хліба	g _{шт}	0,4 – 0,5	0,4 – 0,5	0,4 – 0,5
Витрати від перероблення браку, % до маси борошна	g _{бр}	0,02	0,02	0,02

2.2.2 Вибір та розрахунок продуктивності печей

Розрахунок виробничої потужності лінії виконується на основі розрахунку потужності основного устаткування – печі.

Продуктивність печі за годину:

$$P_{год} = \frac{N \cdot n \cdot g_s \cdot 60}{\tau_{вип}}, \quad (2.1)$$

Для тупикової печі Г4-ХПЛ, тоді

$$n = \frac{L - a}{b + a}$$

Добову продуктивність печей по певному виробу

$$P_{доб} = P_{год} \cdot \tau_{печ} \quad (2.2)$$

У разі, коли виріб у печі випікають цілодобово, $\tau_{печ}$ приймають рівним 23год. Одну годину передбачено на профілактичний огляд і чищення обладнання під час передачі змін. Дані зводимо у таблицю 2.2.

Хліб «Шахтарський» [10]

$$n = \frac{1920 - 20}{250 + 20} = 7$$

Визначаємо продуктивність печі для хліба Шахтарського:

$$P_{год} = \frac{247 \cdot 0,9 \cdot 60}{50} = 204,1 \text{ кг/год}$$

Продуктивність за добу становить:

$$P_{доб} = 204,1 \cdot 23 = 4694,8 \text{ кг/доб}$$

Хліб «Урожайний пшеничний»

$$n = \frac{1920 - 20}{250 + 20} = 7 \text{ шт}$$

Визначаємо продуктивність печі для хліба Урожайного:

$$P_{год} = \frac{36 \cdot 7 \cdot 0,75 \cdot 60}{40} = 283,5 \text{ кг/год}$$

Продуктивність за добу становить :

$$P_{доб} = 283,5 \cdot 23 = 6520,5 \text{ кг/доб}$$

Булочки «Ароматні» [9]

Визначаємо продуктивність печі для булочок «Ароматні»

$$N = \frac{600 - 20}{90 + 20} = 5 \text{ шт}$$

$$n = \frac{800 - 20}{90 + 20} = 7 \text{ шт}$$

Продуктивність становить:

$$P_{\text{год}} = \frac{N_{\text{л}}^6 \cdot N_{\text{д}}^2 \cdot n_{\text{шт}}^2 \cdot g_{\text{с}} \cdot 60}{\tau_{\text{шт}} + 5}$$

$$P_{\text{год}} = \frac{14 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 0,1 \cdot 60}{21 + 5} = 113 \text{ кг/год}$$

$$P_{\text{доб}} = 113 \cdot 23 = 2600 \text{ кг/доб}$$

Таблиця 2.2 – Виробнича потужність лінії

Найменування показників	Хліб шахтарський	Хліб урожайний	Булочки «Ароматні»
Довжина, мм	1920	1920	600
Ширина, мм	350	350	800
Число колисок у печі, шт.	24 - подових	36-формових	-
Кількість листів, шт	-	-	14
Довжина виробів, мм	250	250	90
Ширина виробів, мм	150	140	90
Проміжок між виробами, мм	20	20	20
Кількість виробів по ширні поду, мм	7	7	7
Кількість виробів довжині поду, мм	-	-	5
Маса одного виробу, кг	0,75	0,9	0,1
Тривалість випікання, хв	50	40	21
Продуктивність печі, кг/год	204,1	283,5	113
Продуктивність печі, кг/добу	4694,8	6520,5	2600

2.2.3 Розрахунок пофазних рецептур

Для приготування тіста для хліба «Шахтарського» рекомендований спосіб на густих заквасках. В якості інтенсифікації приймаємо збільшення температури дозрівання тіста, що передбачає скорочення його дозрівання. При використанні традиційних густих заквасок тісто дозріває протягом 1,5-2 год при 30-32 °С, а при інтенсифікації - прискорене дозрівання тіста 30-60 хв при 32-33 °С [9]. Визначаємо масу сухих речовин у компонентах тіста.

Таблиця 2.3 - Рецептūra тіста для приготування хліба «Шахтарського»

Найменування сировини	Маса сировини, кг	Вологість, %	Маса сухих речовин сировини, %	Маса сухих речовин сировини, кг
Борошно житнє обдирне	100,0	14,5	85,5	85,5
Дріжджі пресовані	0,2	75,0	25,0	0,05
Сіль	1,8	-	-	-
Цукор	2,0	0,14	99,86	1,99
Патока	4,0	21	79,0	3,32
Кмин	0,1	10	90,0	0,09
Гвоздика	0,015	10	90,0	0,01
Всього	108,1	-	-	90,967

Розраховуємо масу тіста:

$$G_m = \frac{\sum G_{cp}^{sup} \cdot 100}{100 - W_m} \quad (2.5)$$

$$W_T = W_{e+1} = 46,5 + 1 = 47,5 \%$$

$$G_m = \frac{90,967 \cdot 100}{100 - 47,5} = 173,2 \text{ кг}$$

Знаходимо кількість води:

$$G_e = G_m - G_c \quad (2.6)$$

$$G_e = 173,2 - 108,1 = 65,1 \text{ кг}$$

Масу розчину солі:

$$G_{p.c} = \frac{G_c \cdot 100}{C_c} \quad (2.7)$$

$$G_{p.c} = \frac{1,8 \cdot 100}{25} = 7,2 \text{ кг}$$

Масу води, яку вносили з розчином солі,:

$$G_{в.с.р.} = G_{с.р.} - G_c \quad (2.8)$$

$$G = 7,2 - 1,8 = 5,4 \text{ кг}$$

Проводимо заміну дріжджів пресованих на дріжджову суспензію з розрахунку – на 1 частину дріжджів 3 частки води. Масу дріжджової суспензії розраховуємо за формулою:

$$G_{др.с}^{1:3} = G_{др} + G_{др} \cdot 3 \quad (2.9)$$

$$G_{др.с}^{1:3} = 0,2 + 0,2 \cdot 3 = 0,8 \text{ кг}$$

Масу води у суспензії:

$$G_{в}^{др.с} = G_{др.с} - G_c \quad (2.10)$$

$$G_{в}^{др.с} = 0,8 - 0,2 = 0,6$$

здійснюємо приготування розчину цукру, враховуючи, що концентрація становить 50 %:

$$G_{р.ц.} = 2,0 \cdot 100 / 50 = 4,0 \text{ кг}$$

$$G_{в.ц.р} = 4,0 - 2,0 = 2,0 \text{ кг}$$

Визначаємо масу борошна, що додається з закваскою:

$$G_{б.зак} = G_{зак} (100 - W_{зак}) / 100 - W_{б} \quad (2.11)$$

$$G_{б.зак} = 60,0 (100 - 50) / 100 - 14,6 = 35,0 \text{ кг}$$

Масу води у заквасці розраховуємо за формулою:

$$G_{в.зак} = G_{зак} - G_{б.зак} \quad (2.12)$$

$$G_{в.зак} = 6,0 - 35,0 = 25,0 \text{ кг}$$

Розраховуємо кількість води, яка є в тісті $G_{в.т}$, кг за формулою

$$G_{в.т} = G_{в} - (G_{в.др.с} + G_{в.р.с} + G_{в.р.ц} + G_{в.закв.}) \quad (2.13)$$

$$G_{в.т} = 68 - (0,6 + 5,4 + 2 + 25) = 35 \text{ кг}$$

Розраховуємо загальну кількість борошна в тісті, за винятком борошна, яке

входить в закваску і борошна що використовується на оброблення: [10]

$$G_{\text{б}} = 100,0 - 35,0 - 1,0 = 64,0 \text{ кг}$$

Розрахунок рецептури закваски:

Визначаємо масу стиглої закваски:

$$G_{\text{ст.зак}} = \% G_{\text{ст.зак}} \cdot G_{\text{зак}} / 100 \quad (2.14)$$

де, $\% G_{\text{ст.зак}}$ - частка стиглої закваски, яка йде на поновлення, $\% G_{\text{ст.зак}} = 40$.

$$G_{\text{ст.зак}} = 40 \cdot 60,0 / 100 = 24,0 \text{ кг}$$

Визначаємо масу борошна у стиглій заквасці:

$$G_{\text{б. стиг. закв}} = G_{\text{ст.зак}} (100 - W_{\text{зак}}) / (100 - W_{\text{б}}) \quad (2.15)$$

$$G_{\text{б. стиг. закв}} = 24,0 (100 - 50) / 100 - 14,6 = 14,0 \text{ кг}$$

Визначаємо масу води в стиглій заквасці:

$$G_{\text{в. стиг. закв}} = G_{\text{ст.зак}} - G_{\text{б. стиг. закв}} \quad (2.16)$$

$$G_{\text{в. стиг. закв}} = 24,0 - 14,0 = 10,0 \text{ кг}$$

Визначаємо масу борошна та води в живильній суміші

$$G_{\text{б. ж.с.}} = G_{\text{б. закв}} - G_{\text{б. ст.закв}} \quad (2.17)$$

$$G_{\text{б. ж.с.}} = 35,0 - 14,0 = 21,0 \text{ кг}$$

$$G_{\text{в. ж.с.}} = 25,0 - 10,0 = 15,0 \text{ кг}$$

Таблиця 2.4 - Рецептuru приготування закваски

Сировина	Стигла закваска	Живильна суміш	Всього
Борошно житнє обдирне	14,0	21,0	-
Вода	10,0	15,0	-
Стигла закваска	-	-	24,00
Живильна суміш	-	-	36,00
Разом	24,00	36,0	60,0

Отримані значення зводимо у таблицю 2.5.

Таблиця 2.5 - Пофазна рецептура приготування хліба «Шахтарського»

Найменування сировини та напівфабрикатів	Маса	Виробнича закваска	Тісто	На оброблення
Борошно житнє обдирне	100,0	35,0	64,0	1,0
Дріжджова суспензія	0,8	-	0,8	
Розчин солі	7,2	-	7,2	
Розчин цукру	4,0	-	4,0	
Патока	4,0	-	4,0	
Кмин	0,1	-	0,1	
Вода	60,0	25,0	35,0	
Закваска	-	-	60,0	
Всього	176,1	60,0	175,1	1,0

Хліб «Урожайний пшеничний» формовий [10].

Опару готують із 50% всього борошна (традиційна густа опара), її вологість 47 – 48 %.

Для обчислення маси сухих речовин у тісті складаємо таблицю 2.6.

Таблиця 2.6 – Сухі речовини хліба «Урожайний пшеничний» формовий

Сировина	Маса, кг	Вологість, %	Масова частка сухих речовин, %	Маса сухих речовин, кг
Борошно пшеничне першого сорту	100	14,5	85,5	85,5
Дріжджі хлібопекарські пресовані	1,5	75	25	0,38
Сіль кухонна харчова	1,5	-	-	-
Олія соняшникова	1	0,1	99,9	0,99
Разом	104			86,87

Вихід тіста:

$$G_m = \frac{86,87 \cdot 100}{100 - 45,5} = 159,39 \text{ кг}$$

Загальну масу води визначаємо:

$$G_B^m = 159,39 - 104 = 55,39 \text{ кг}$$

Масу розчину солі знаходимо

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

$$G_B^{p.c} = 6,0 - 1,5 = 4,5$$

Масу дріжджової суспензії:

$$G_{др.с}^{1:3} = 1,5 + 1,5 \cdot 3 = 6$$

$$G_B^{др.с} = 6,0 - 1,5 = 4,5$$

Масу води під час замішування тіста:

$$G_B^{1m} = G_B - G_B^{p.c} - G_B^{др.с} \quad (2.18)$$

$$G_B^{1m} = 55,39 - 4,5 - 4,5 = 46,39 \text{ кг}$$

Масу опари розраховую виходячи з маси сухих речовин в ній.

Таблиця 2.7 – Співвідношення сухих речовин та вологи в сировині опари

№ з \п	Сировина	Маса сировини, кг	Вміст вологи в сировині, %	Маса сухих речовин, %	Маса сухих речовин, кг
1	Борошно I сорту	50	14,5	85,5	42,75
2	Дріжджі	1,5	75	25	0,38
	Разом	51,5	-	-	43,13

Розраховуємо масу опари:

$$G_o = \frac{G_{с.р.} \cdot 100}{100 - W_o} \quad (2.19)$$

$$G_o = \frac{43,13 \cdot 100}{100 - 48} = 82,9 \text{ кг}$$

Масу води в опарі:

$$G_B^o = G_o - \sum G_{сир} \quad (2.20)$$

$$G_B^o = 82,9 - 51,5 = 31,4 \text{ кг}$$

$$G_B^{1.0} = G_{B.0} - G_{B.др.с} \quad (2.21)$$

$$G_B^{1.0} = 31,4 - 4,5 = 26,9 \text{ кг}$$

Розраховую масу води, при замісі тіста:

$$G_B^T = G_B - G_{B.с.р} - G_{B.др.с} - G_{B.о.1} \quad (2.22)$$

$$G_{BT} = 55,39 - 4,5 - 4,5 - 26,9 = 19,49 \text{ кг}$$

Таблиця 2.8 – Пофазна рецептура для виробництва хліба «Урожайний»

Сировина та н/ф	Маса	Опара	Тісто
1	2	3	4
Борошно пшеничне	100	50	50
Дріжджова суспензія	6,0	6,0	-
Розчин солі	6,0	-	6,0
Олія соняшникова	1,0	-	1
Вода	46,39	26,9	19,49
Опара	-		82,9
Разом	159,39	82,9	159,39

Тісто для булочок «Ароматні» готують безопарним способом з виздобом.

Для обчислення маси сухих речовин у тісті складаємо таблицю 2.9.

Таблиця 2.9 – Сухі речовини булочок «Ароматні»

Сировина	Маса, кг	Вологість, %	Масова частка сухих речовин, %	Маса сухих речовин, кг
Борошно пшеничне першого сорту	100	14,5	85,5	85,5
Дріжджі хлібопекарські пресовані	4	75	25	1,00
Сіль кухонна харчова	1,5	-	-	-
Маргарин столовий	15	16,5	83,5	12,52
Цукор білий	12	0,14	99,86	11,98
Мускатний горіх	0,05	19	81	0,04
Кардамон	0,08	-	-	0,08
Виноград сушений	20	15	85	17
Разом	152,63			128,04

$$G_m = \frac{128,04 \cdot 100}{100 - 34,5} = 195,48 \text{ кг}$$

Маса води:

$$G_B = 195,48 - 152,63 = 42,85 \text{ кг.}$$

Переводимо сировину в розчини:

Сіль

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

Кількість води:

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

Цукор у цукровий розчин:

$$G_{p.ц} = \frac{G_{ц} \cdot 100}{C_{ц}} \quad (2.23)$$

$$G_{p.ц} = \frac{12 \cdot 100}{50} = 24 \text{ кг}$$

Кількість води:

$$G_{B.ц.p} = G_{ц.p} - G_{ц} \quad (2.24)$$

$$G_{B.ц.p} = 24,0 - 12,0 = 12,0 \text{ кг.}$$

Дріжджова суспензія:

$$G_{др.c} = 4,0 + 4,0 \cdot 3 = 16,0 \text{ кг.}$$

Кількість води у ній:

$$G_{B.др.c} = 16,0 - 4,0 = 12,0 \text{ кг.}$$

Розраховуємо кількість води в тісті з урахуванням замін:

$$G_{B.з} = G_B - [G_{B.c.p} + G_{B.ц.p} + G_{B.др.c}] \quad (2.25)$$

$$G_{B.з} = 42,85 - [4,5 + 12,0 + 12,0] = 14,35 \text{ кг}$$

Таблиця 2.10 – Пофазна рецептура для виробництва булочок «Ароматні», кг

Сировина та н/ф	Маса	Тісто	Виздоба
1	2	3	4
Борошно пшеничне першого сорту	100	70	30
Дріжджова суспензія	16	11,2	4,8
Розчин солі	6	6	-

Продовження таблиці 2.10

1	2	3	4
Маргарин столовий	15	-	15
Розчин цукру	24	-	24
Мускатний горіх	0,05	-	0,05
Кардамон	0,08	-	0,08
Виноград сушений	20	-	20,0
Вода	14,35	14,35	-
Разом	195,48	101,55	93,93

2.2.4 Розрахунок виходу виробів

Вихід хліба «Шахтарський» визначається виходом тіста, технологічними витратами і затратами на його виготовлення [8].

$$V_x = G_m - (B_b + B_m + Z_{бр} + Z_{обр} + Z_{уп} + Z_{укл} + Z_{ус} + B_{кр} + B_{шт} + B_{бр}), \quad (2.26)$$

Всі втрати і затрати виражаються у перерахунку на масу тіста у кілограмах. Спочатку визначаємо середньозведену масову частку вологи у сировині за формулою:

$$W_{сир} = \frac{G_b \cdot W_b + G_{др} \cdot W_{др} + G_c \cdot W_c + \dots}{G_b + G_{др} + G_c + \dots}, \quad (2.27)$$

Для хліба Шахтарського:

$$W_{сир} = \frac{100 \cdot 14,5 + 0,2 \cdot 75 + 2 \cdot 0,14 + 4 \cdot 21 + 0,1 \cdot 10 + 0,015 \cdot 10}{100 + 0,2 + 2 + 4 + 0,1} = 14,58 \text{ кг}$$

Маса тіста:

$$G_m = \frac{108,1(100 - 14,58)}{(100 - 47,5)} = 174,2 \text{ кг}$$

$$B_b = \frac{g_b (100 - W_b)}{(100 - W_m)}, \quad (2.29)$$

$$B_b = \frac{0,06 \cdot (100 - 14,5)}{100 - 47,5} = 0,09$$

$$B_m = \frac{g_m (100 - W_{cp1})}{(100 - W_m)} \quad (2.30)$$

$$B_m = \frac{0,05(100-30)}{100-4,5} = 0,06$$

$$W_{cp1} = \frac{G_m \cdot W_m + 100 \cdot W_{\delta}}{G_m + 100} \quad (2.31)$$

$$W_{cp1} = \frac{176,1 \cdot 47,5 + 100 \cdot 14,5}{176,1 + 100} = 35\%$$

$$3_{\delta p} = \frac{C_{cpx} \cdot 0,95(G_{cup} - g_{\delta p})(100 - W_{cp1})}{1,96 \cdot 100(100 - W_m)} \quad (2.32)$$

$$3_{\delta p} = \frac{3,3 \cdot 0,95(108,1 - 0,6)(100 - 14,58)}{1,96 \cdot 100(100 - 47,5)} = 2,8 \text{ кг}$$

$$3_{\delta \text{обр}} = \frac{g_{\delta \text{обр}}(W_m - W_{\delta})}{100 - W_m} \quad (2.33)$$

$$3_{\delta \text{обр}} = \frac{0,6(47,5 - 14,5)}{100 - 47,5} = 0,38$$

$$3_{y\text{п}} = \frac{g_{y\text{п}}[G_m - (B_{\delta} + B_m + 3_{\delta p} + 3_{\delta \text{обр}})]}{100} \quad (2.34)$$

$$3_{y\text{п}} = \frac{8[176,1 - (0,09 + 0,06 + 2,8 + 0,38)]}{100} = 13,82$$

$$3_{y\text{кл}} = \frac{g_{y\text{кл}}[G_m - (B_{\delta} + B_m + 3_{\delta p} + 3_{\delta \text{обр}} + 3_{y\text{п}})]}{100} \quad (2.35)$$

$$3_{y\text{кл}} = \frac{0,5[176,1 - (0,09 + 0,06 + 2,8 + 0,38 + 13,82)]}{100} = 0,79$$

$$3_{y\text{с}} = \frac{g_{y\text{с}}[G_m - (B_{\delta} + B_m + 3_{\delta p} + 3_{\delta \text{обр}} + 3_{y\text{п}} + 3_{y\text{кл}})]}{100} \quad (2.36)$$

$$3_{y\text{с}} = \frac{2,5[176,1 - (0,09 + 0,06 + 2,8 + 0,38 + 13,82 + 0,79)]}{100} = 3,9$$

$$B_{\text{шм}} = \frac{g_{\text{шм}}[G_m - (B_{\text{Б}} + B_m + 3_{\delta p} + 3_{\delta \text{обр}} + 3_{y\text{п}} + 3_{y\text{кл}} + 3_{y\text{с}})]}{100} \quad (2.37)$$

$$B_{\text{шм}} = \frac{0,4[176,1 - (0,09 + 0,06 + 2,8 + 0,38 + 13,82 + 0,79 + 3,9)]}{100} = 1,54$$

$$B_{кр} = \frac{g_{кр}[G_m - (B_{\delta} + B_m + z_{бр} + z_{обр} + z_{уп} + z_{укл} + z_{ус} + B_{шм})]}{100} \quad (2.38)$$

$$B_{кр} = \frac{0,4[176,1 - (0,09 + 0,06 + 2,8 + 0,38 + 13,82 + 0,79 + 3,9 + 1,54)]}{100} = 0,61$$

$$B_{бр} = \frac{g_{бр}[G_m - (B_{\delta} + B_m + z_{бр} + z_{обр} + z_{уп} + z_{укл} + z_{ус} + B_{шм} + B_{кр})]}{100} \quad (2.39)$$

$$B_{бр} = \frac{0,02[176,1 - (0,09 + 0,06 + 2,8 + 0,38 + 13,82 + 0,79 + 3,9 + 1,54 + 0,61)]}{100} = 0,03$$

$$B_{пер.} = 176,1 - (0,09 + 0,06 + 2,8 + 0,38 + 13,82 + 0,79 + 3,9 + 1,54 + 0,61 + 0,03) = 152,14\%$$

Для хліба Урожайного пшеничного розрахунок виходу проводиться аналогічно:

$$W_{сир} = \frac{100 \cdot 14,5 + 1,5 \cdot 75 + 1 \cdot 0,1}{100 + 1,5 + 1} = 15,2 \text{ кг}$$

$$G_m = \frac{104(100 - 15,2)}{(100 - 45,5)} = 161,5 \text{ кг}$$

$$B_{\delta} = \frac{0,06 \cdot (100 - 14,5)}{100 - 45,5} = 0,09$$

$$B_m = \frac{0,05(100 - 30)}{100 - 45,5} = 0,06$$

$$W_{сп1} = \frac{159,39 \cdot 45,5 + 100 \cdot 14,5}{159,39 + 100} = 0,33 \quad (33\%)$$

$$z_{бр} = \frac{3,3 \cdot 0,95(159,39 - 0,6)(100 - 15,2)}{1,96 \cdot 100(100 - 45,5)} = 3,9 \text{ кг}$$

$$z_{обр} = \frac{0,6(45,5 - 14,5)}{100 - 45,5} = 0,34$$

$$z_{уп} = \frac{8[159,39 - (0,09 + 0,06 + 3,9 + 0,34)]}{100} = 12,4$$

$$z_{укл} = \frac{0,5[159,39 - (0,09 + 0,06 + 3,9 + 0,34 + 12,4)]}{100} = 0,7$$

$$z_{yc} = \frac{2,5[159,39 - (0,09 + 0,06 + 3,9 + 0,34 + 12,4 + 0,7)]}{100} = 3,5$$

$$B_{шм} = \frac{0,4[159,39 - (0,09 + 0,06 + 3,9 + 0,34 + 12,4 + 0,7 + 3,5)]}{100} = 0,55$$

$$B_{кр} = \frac{0,4[159,39 - (0,09 + 0,06 + 3,9 + 0,34 + 12,4 + 0,7 + 3,5 + 0,55)]}{100} = 0,54$$

$$B_{бр} = \frac{0,02[159,39 - (0,09 + 0,06 + 3,9 + 0,34 + 12,4 + 0,7 + 3,5 + 0,55 + 0,54)]}{100} = 0,02$$

$$B_{пер.} = 159,39 - (0,09 + 0,06 + 3,9 + 0,34 + 12,4 + 0,7 + 3,5 + 0,55 + 0,54 + 0,02) = 136,78\% = 137\%$$

Вихід булочок «Ароматні»

$$W_{сир} = \frac{100 \cdot 14,5 + 4 \cdot 75 + 15 \cdot 16,5 + 12 \cdot 0,14 + 0,05 \cdot 19 + 20 \cdot 15}{100 + 4 + 15 + 12 + 0,05 + 20 + 1,5 + 0,08} = 15,06 \text{ кг}$$

$$G_m = \frac{152,63(100 - 15,06)}{(100 - 34,5)} = 197,9 \text{ кг}$$

$$B_6 = \frac{0,06 \cdot (100 - 14,5)}{100 - 34,5} = 0,08 \text{ кг}$$

$$B_m = \frac{0,05(100 - 30)}{100 - 3,5} = 0,05$$

$$W_{cp1} = \frac{195,48 \cdot 34,5 + 100 \cdot 14,5}{195,48 + 100} = 27\%$$

$$z_{бр} = \frac{3,3 \cdot 0,95(195,48 - 1)(100 - 15,06)}{1,96 \cdot 100(100 - 34,5)} = 4,0 \text{ кг}$$

$$z_{уп} = \frac{10[195,48 - (0,08 + 0,05 + 4 + 0,3)]}{100} = 22,92$$

$$Z_{\text{укл}} = \frac{0,8[195,48 - (0,08 + 0,05 + 4 + 0,3 + 22,92)]}{100} = 1,34$$

$$Z_{\text{ус}} = \frac{4,0[195,48 - (0,08 + 0,05 + 4,0 + 0,3 + 22,92 + 1,34)]}{100} = 6,67$$

$$B_{\text{штм}} = \frac{0,4[195,48 - (0,08 + 0,05 + 4 + 0,3 + 22,92 + 1,34 + 6,67)]}{100} = 0,6$$

$$B_{\text{кр}} = \frac{0,5[195,48 - (0,08 + 0,05 + 4,0 + 0,3 + 22,92 + 1,34 + 6,67 + 0,64)]}{100} = 0,79$$

$$B_{\text{бр}} = \frac{0,02[195,48 - (0,08 + 0,05 + 4,0 + 0,3 + 22,92 + 1,34 + 6,67 + 0,64 + 0,79)]}{100} = 0,03$$

$$B_{\text{пер.}} = 195,48 - (0,08 + 0,05 + 4,0 + 0,3 + 22,92 + 1,34 + 6,67 + 0,64 + 0,79 + 0,03) = 160\%$$

2.2.5 Розрахунок виробничих рецептур і вибір технологічних параметрів

Приготування тіста для хліба «Шахтарський» згідно нормативних рекомендацій проводиться на густій заквасці [9].

Оскільки приготування напівфабрикату здійснюється на обладнанні безперервної дії, розрахунок його роботи виконують на основі визначення витрат сировини та напівфабрикатів за одну хвилину. Для розрахунку виробничої рецептури перемножують на коефіцієнт перерахунку дані таблиці пофазної рецептури .

Витрати борошна за годину:

$$G_6^{\text{год}} = \frac{P_{\text{год}} \cdot 100}{V_x} \quad (2.39)$$

$$G_6^{\text{год}} = \frac{204,1 \cdot 100}{150} = 136,06 \text{ кг}$$

Для переходу від пофазної рецептури до виробничої обчислюють коефіцієнт перерахунку:

$$K_{\text{хв}} = \frac{G_6^{\text{год}}}{100 \cdot 60} \quad (2.40)$$

$$K_{\text{хв}} = \frac{136,06}{100 \cdot 60} = 0,02$$

Таблиця 2.11 - Виробнича рецептура приготування тіста для хліба «Шахтарського», кг

Сировина та н/ф	маса сировини	густа закваск	тісто	коефіцієнт перерахунку	закваска	тісто
Борошно житнє обдирне	100	35	64	0,02	0,7	1,28
Дріжджова суспензія	0,8		0,8			0,02
Розчин солі	7,2		7,2			0,14
Розчин цукру	4,0		4,0			0,08
Патока	4,0		4,0			0,08
Кмин	1,0		1,0			0,02
Вода	60	25	35		0,5	0,7
Закваска	-	-	60			12
Разом	176,1	60	175,1		1,2	14,32
Кислотність, град		13-15	8,5			
Вологість, %		50	47,5			
Початкова температура тіста, С ⁰		26-28	32-33			
Тривалість бродіння, хв		240-270	30-60			
Тривалість вистоювання, хв			45-50			
Тривалість випікання, хв			50-60			

маса тістової заготовки:

$$G_{m.z} = \frac{G_{x,xл} 100 \cdot 100}{(100 - g_{уп})(100 - g_{ус})} \quad (2.41)$$

$$G_{m.z} = \frac{0,900 \cdot 100 \cdot 100}{(100 - 10)(100 - 2,5)} = 1,02 \text{ кг}$$

Теплоємність сольового розчину:

$$C_{p.c} = \frac{C_c \cdot G_c + G_{в.р} \cdot C_b}{M_p} \quad (2.42)$$

$$C_{p.c} = \frac{1,8 \cdot 0,92 + 5,4 \cdot 4,2}{7,2} = 3,37$$

Теплоємність закваски:

$$C_{закв} = \frac{W_{нф} + (100 - W_{нф}) \cdot C_б}{100} \quad (2.43)$$

$$C_{закв} = \frac{50 + (100 - 50) \cdot 1,8}{100} = 1,4 \text{ кДж} \cdot \text{К}$$

Знаходимо температуру води для приготування тіста з використанням опари:

$$t_B = t_m + \frac{G_6 \cdot C_6 \cdot (t_m - t_6)}{G_B \cdot C_B} + \frac{G_{нф} \cdot C_{нф} \cdot (t_m - t_{нф})}{G_B \cdot C_B} + K \quad (2.44)$$

$$t_B = 30 + \frac{64 \cdot 1,81 \cdot (30 - 20)}{35 \cdot 4,2} + \frac{35 \cdot 1,4 \cdot (30 - 28)}{25 \cdot 4,2} + 1 = 40 \text{ C}^\circ$$

Отже, для приготування тіста необхідно витрати 60кг води температурою 40C°

Таблиця 2.12 - Технологічний режим приготування хліба «Шахтарський»

Параметри процесів	Закваска	Тісто
Початкова температура	28	30
Кінцева кислотність	13,0	8,0
Вологість	50	47,6
Тривалість бродіння	240	60
Маса шматків тіста	-	1,02
Тривалість вистоювання	-	50
Температура у вистійній шафі	-	30
Відносна вологість у вистійній шафі	-	75
Тривалість випікання	-	60
Температура пекарної камери	-	200

Приготування тіста для хліба «Урожайний пшеничний» відповідно до нормативно-технічних рекомендацій здійснюється опарним способом із використанням традиційної опари.

Для розрахунку виробничої рецептури перемножуємо на коефіцієнт перерахунку дані таблиці пофазної рецептури .

$$G_6^{\text{год}} = \frac{P_{\text{год}} \cdot 100}{V_x} \quad (2.45)$$

$$G_6^{\text{год}} = \frac{283,5 \cdot 100}{135} = 210 \text{ кг}$$

$$K_{хв} = \frac{G_6^{\text{год}}}{100 \cdot 60} \quad (2.46)$$

$$K_{хв} = \frac{210}{100 \cdot 60} = 0,04$$

Таблиця 2.13 - Виробнича рецептура приготування тіста для хліба «Урожайний пшеничний», кг

Сировина та н/ф	Маса сировини	В опару	У тісто	Коефіцієнт перерахунку	тісто
Борошно	100	50	50	0,04	2,0
Дріжджі	6,0	6,0	-		-
Сіль	6,0	-	6,0		0,24
Олія соняшникова	1,0	-	1,0		0,04
Вода	46,32	26,9	19,49		0,78
Опара	-		82,9		3,31
Разом	-	82,9	159,39		3,37

$$G_{m.з} = \frac{0,750 \cdot 100 \cdot 100}{(100 - 15,5) \cdot (100 - 2,5)} = 0,91 \text{ кг}$$

$$C_{p.c} = \frac{1,5 \cdot 0,9 + 4,5 \cdot 4,2}{6,0} = 3,38$$

Визначаємо теплоємність опари:

$$C_o = \frac{47 + (100 - 47) \cdot 1,8}{100} = 1,42 \text{ кДжК}$$

$$t_b = 30 + \frac{50 \cdot 1,81 \cdot (30 - 20)}{26,9 \cdot 4,2} + \frac{50 \cdot 1,42 \cdot (30 - 28)}{19,49 \cdot 4,2} + 1 = 40 \text{ C}^\circ$$

Отже, для приготування тіста необхідно витрати 42,32 кг води температурою 40C°

Таблиця 2.14 - Технологічний режим приготування хліба «Урожайного пшеничного»

Параметри процесів	Опара	Тісто
1	2	3
Початкова температура	28	30
Кінцева кислотність	3,3	3,5
Вологість	47	45,5
Тривалість бродіння	210	30

Продовження таблиці 2.14

1	2	3
Маса шматків тіста	-	0,91
Тривалість вистоювання	-	40
Температура у вистійній шафі	-	30
Відносна вологість у шафі	-	75
Тривалість випікання	-	40
Температура пекарної камери	-	220

Тісто для булочок «Ароматні» готується у тістомісильній машині періодичної дії А2-ХТБ, визначаємо коефіцієнт перерахунку залежно від допустимої величини завантаження діжі борошном:

$$G_{\sigma}^{\partial} = \frac{g_{\sigma} \cdot V_{\partial}}{100} \quad (2.47)$$

$$G_{\sigma}^{\partial} = \frac{35 \cdot 330}{100} = 115,5 \text{ кг}$$

$$K_{\text{хв}} = \frac{115,5}{100} = 1,15$$

При періодичному способі приготування тіста виробничу рецептуру розраховуємо на порцію. При цьому здобу не будемо виділяти окремо, а порахуємо разом так як вона входить до загальної рецептури тіста.

Таблиця 2.15 - Виробнича рецептура приготування булочок «Ароматні»

Сировина та н/ф	Маса сировини, кг	Коефіцієнт перерахунку	На порцію в тісто, кг
1	2	3	4
Борошно пшеничне I гатунку	100	1,15	115,0
Дріжджі хлібопекарські пресовані	16		18,4
Розчин солі	6		6,9
Розчин цукру	24		27,6
Маргарин	15		17,25
Мускатний горіх	0,05		0,06
Кардамон	0,08		0,09
Виноград сушений	20		23,0
Вода	15,35		17,7
Разом			
Кислотність, град	4,5		
Вологість, %	34,5		

Продовження таблиці 2.15

1	2	3	4
Початкова температура тіста, C ⁰	32		
Тривалість бродіння, год	4,5		
Тривалість вистоювання, хв	70		
Тривалість випікання, хв	21		

$$G_{m.з} = \frac{0,1 \cdot 100 \cdot 100}{(100 - 19,5) \cdot (100 - 20,5)} = 0,16 \text{ кг}$$

$$C_{p.c} = \frac{1,5 \cdot 0,9 + 4,5 \cdot 4,2}{6,0} = 3,38$$

$$t = 32 + \frac{100 \cdot 1,81 (32 - 20)}{15,35 \cdot 4,2} + 1 = 66,6^{\circ} \text{ C}$$

2.3 Розрахунок витрат і запасів сировини

Розрахунок витрат сировини для хліба Шахтарського [9]

Добову витрату борошна:

$$G_{б.д} = \frac{P_{доб} \cdot 100}{V_{хл}} \quad (2.48)$$

$$G_{б.д} = \frac{4694,8 \cdot 100}{152} = 3088,68$$

Визначаємо коефіцієнт перерахунку:

$$K = 3088,68 : 100 = 30,88$$

Таблиця 2.16 - Добові витрати сировини для хліба Шахтарського

Назва сировини	Маса сировини за рецептурою, кг	Коефіцієнт перерахунку	Витрата сировини за добу
1	2	3	4
Борошно обдирне	100	30,88	3088
Дріжджі хлібопекарські	0,2		6,18

Продовження таблиці 2.16

1	2		4
Сіль кухонна	1,8		55,58
Цукор	2,0		61,76
Патока	4,0		123,52
Кмин	0,1		3,08
Гвоздика	0,015		0,46

Розрахунок витрат сировини для хліба «Урожайний пшеничний»

$$G_{б,д} = \frac{6520,5 \cdot 100}{137,0} = 4759,48$$

Визначаємо коефіцієнт перерахунку:

$$K = 4759,48 : 100 = 47,59$$

Таблиця 2.17- Добова витрати сировини для хліба «Урожайний пшеничний»

Назва сировини	Маса сировини за рецептурою, кг	Коефіцієнт перерахунку	Витрата сировини за добу
Борошно	100	47,59	4759
Дріжджі	1,5		71,39
Сіль кухонна	1,5		71,39
Олія соняшникова	1,0		47,59

Розрахунок витрат сировини для булочок «Ароматні»

$$G_{б,д} = \frac{2600 \cdot 100}{160,0} = 1625$$

$$K = 1625 : 100 = 16,25$$

Таблиця 2.18- Добові витрати сировини для булочок «Ароматні»

Назва сировини	Маса сировини за рецептурою, кг	Коефіцієнт перерахунку	Витрата сировини за добу
1	2	3	4
Борошно пшеничне	100	16,25	1625

Продовження таблиці 2.17

1	2	4
Дріжджі хлібопекарські	4,0	65,0
Сіль кухонна	1,5	24,38
Цукор	12,0	195,0
Маргарин столовий	15,0	243,75
Мускатний горіх	0,05	0,81
Кардамон	0,08	1,3
виноград сушений	20,0	327,0

Таблиця 2.19 - Сумарна витрата сировини

Сировина	Хліб Шахтарський	Хліб Урожайний пшеничний	Булочки Ароматні	Сумарна добова витрата сировини, кг
1	2	3	4	5
Борошно обдирне	3088			3088
Борошно пшеничне I гатунку		4759	1625	6384
Дріжджі хлібопекарські	6,18	71,39	65,0	142,57
Сіль кухонна	55,58	71,39	24,38	151,35
Цукор	61,76		195,10	256,86
Патока	123,52			123,52
Кмин	3,08			3,08
Гвоздика	0,46			0,46
Олія соняшникова		47,59		47,59
Маргарин столовий			243,75	243,75
Мускатний горіх			0,81	0,81
Кардамон			1,30	1,30
Виноград сушений			327,0	327,0

Таблиця 2.20 - Запас сировини для виробництва

Сировина	Добові витр. сировини	Спосіб зберігання	Нормативний термін зберігання, діб	Запас, діб	Необхідний запас сировини, кг
1	2	3	4	5	6
Борошно обдирне	3088	склад БЗБ	6-8 місяців	5	15440
Борошно пшеничне I-гатунку	6384	склад БЗБ	6-8 місяців	5	31920
Дріжджі	142,57	в ящиках	12 діб	3	427,71

Продовження таблиці 2.20

1	2	3	4	5	6
Сіль	151,35	«мокре зберігання»	1 рік	15	2270,25
Цукор	256,86	мокре зберігання	1 рік	15	3852,9
Олія	47,59	у бочках	1 місяць	15	713,85
Маргарин	243,75	в ящиках	3-6 місяців	5	1218,75
Патока	123,52	Герметична упаковка	1 рік	15	1852,8
Кмин	3,08	герметична упаковка	6 місяців	15	46,2
Гвоздика	0,46	в ящиках	12-24 місяці	15	6,9
Мускатний горіх	0,81	в ящиках	12-18 місяців	15	12,15
Кардамон	1,30	тарі	1 рік	15	19,5
Виноград сушений	327,0	ящиках	4-12 місяців	15	4905

2.4 Розрахунок площ основних та допоміжних приміщень

На підприємствах борошно зберігають без тари, проте обов'язково передбачають площу для тарного зберігання не менше, ніж на 3-добову потребу підприємства [9].

Дріжджі та олія зберігаються в тарі, у ящиках та бочках.

Розраховую необхідну площу складу та холодильної камери для зберігання сировини за формулою:

$$F_c = \frac{G_{\text{доб}}}{q} \mu t \quad (2.49)$$

Таблиця 2.21 - Розрахунок площі складу тарного зберігання сировини

Вид сировини	Необхідний запас сировини, т	Середнє навантаження на 1м ²	Площа, м ²
1	2	3	4
Борошно обдирне	15,440	-	F = 23,16м ²
Борошно пшеничне першого сорту	31,920	-	F = 47,88м ²
Дріжджі пресовані	0,712	0,54	F = 0.7120,54•1,5 = 2,09м ²
Олія	0,713	0,66	F = 0.7130,66 = 1,08•1,5 = 1,62м ²
Сіль	2,270	0.8	F = 2,27\0.8•1,5 = 4,25м ²

Продовження таблиці 2.21

1	2	3	4
Цукор	3,852	0,8	$F=3.852 \cdot 0.8 \cdot 1.5 = 7,23\text{м}^2$
Маргарин	0,731	0.4	$F=0.731 \cdot 0.4 \cdot 1.5 = 2,73\text{м}^2$
Патока	1,852	0,66	$F=1.852 \cdot 0.66 \cdot 1.5 = 4,22\text{м}^2$
Кмин	0,046	0.54	$F=0.046 \cdot 0.54 \cdot 1.5 = 0,14\text{м}^2$
Гвоздика	0,006	0,54	$F=0.006 \cdot 0.6 \cdot 1.5 = 0,02\text{м}^2$
Мускатний горіх	0,012	0.54	$F=0.012 \cdot 0.6 \cdot 1.5 = 0,03\text{м}^2$
Кардамон	0,019	0.6	$F=0.019 \cdot 0.6 \cdot 1.5 = 0,05\text{м}^2$
Виноград сушений	4,905	0.6	$F=4.905 \cdot 0.6 \cdot 1.5 = 12,27\text{м}^2$
<i>Разом</i>	-	-	102,96 м ²

Конструктивно приймаємо площу складу 103м²

Розрахунок місткостей для зберігання борошна [9].

Кількість силосів

$$N_c = \frac{G_b^{доб} \tau_3}{V_b}, \quad (2.50)$$

Розрахунок для хліба Шахтарського:

$$N = \frac{3,088 \cdot 5}{29,0} = 0,53$$

Отже, для зберігання 5-добового запасу борошна необхідно 1 силос.

Розрахунок для хліба Урожайного пшеничного

$$N = \frac{4,759 \cdot 5}{29,0} = 0,82$$

Розрахунок для булочок Ароматних:

$$N = \frac{1.625 \cdot 5}{29,0} = 0,28$$

Приймаємо до встановлення 1 силос марки ХЕ-160А для лінії виробництва хліба Шахтарського і 2 силоси марки ХЕ-160А для лінії виробництва хліба Урожайного пшеничного і булочок Ароматних. [12]

Розрахунок кількості виробничих силосів

Розрахунок для хліба Шахтарського

Об'єм виробничого силосу:

$$V_{в.с} = \frac{G_{б}^{год} \cdot \tau}{\rho_{б}}, \quad (2.51)$$

$$V_{бун} = \frac{0,108 \cdot 2}{0,650} = 0,33 \text{ м}^3$$

Кількість виробничих силосів ХЕ-112:

$$N_{в} = \frac{V_{бун}}{V} \quad (2.52)$$

$$N_{в} = \frac{0,33}{2,73} = 0,12 \text{ шт}$$

приймаємо 1 виробничий силос для хліба Шахтарського [14].

Розрахунок для хліба Урожайного:

$$V_{бун} = \frac{0,117 \cdot 2}{0,650} = 0,36$$

$$N_{в} = \frac{0,36}{2,73} = 0,13 \text{ шт}$$

приймаємо 1 виробничий силос для хліба Урожайного [14].

Розрахунок для булочок «Ароматні»

$$V_{бун} = \frac{0,115 \cdot 2}{0,650} = 0,35$$

$$N_{в} = \frac{0,35}{2,73} = 0,13 \text{ шт}$$

приймаємо 1 виробничий силос для булочок Ароматних [15].

Розрахунок кількості борошняних ліній:

$$N_{б.л.} = \frac{G_{б}^{год}}{Q_{б.л.}^{год}} \quad (2.53) [14]$$

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

$Q_{б.л.}^{год}$ -годинна продуктивність борошняної лінії, т/год(приймаємо на 5-10% меншою за продуктивність просіювала).

Для розрахунку приймаю просіювач марки ПМ-900 (900кг/год)

Для просіювання борошна пшеничного вищого сорту:

$$N_{б.л} = \frac{0,108 + 0,117 + 0,115}{0,9} = 0,26$$

Встановлюємо одну борошняну лінію з просіювачем марки ПМ-900 [11].

2.5 Підбір технологічного обладнання

Розрахунок технологічного обладнання для хліба Шахтарського:

Для приготування густої закваски та тіста використовують бункерний агрегат И8-ХТА-6. [15].

Розраховуємо продуктивність тістоприготувального агрегату:

$$P_M = g_{н.ф} \cdot K \quad (2.54)$$

$$P_M = 2,4 \cdot 1,06 = 2,54 \text{ кг/хв}$$

Кількість тістомісильних машин:

$$N_{т.м} = P_M / P \quad (2.55)$$

де, P - продуктивність згідно технічної характеристики агрегату И8-ХТА-6, кг/хв; $P = 11,0$ кг/хв

$$N_{т.м.} = 2,54 / 11 = 0,23 \text{ шт. Приймаємо } N_{т.м} = 1 \text{ шт.}$$

Визначаємо ритм змінності секцій бункера:

$$r_c = \frac{t}{n-1} \quad (2.56)$$

$$r_c = \frac{210}{6-1} = 42 \text{ хв}$$

Кількість секцій із закваскою, що розвантажуються за 1 год, шт.

$$n_c = \frac{60}{r_c} \quad (2.57)$$

$$n_c = \frac{60}{42} = 1,4 \text{ шт}$$

Визначаємо масу борошна, що міститься в одній секції бункера:

$$G_{б.с} = \frac{G_{б.хв} \cdot 60}{n_c} \quad (2.58)$$

де, $G_{б.хв}$ - витрати борошна за хвилину на приготування закваски, кг/хв.

$$G_{б.с} = \frac{0,7 \cdot 60}{1,4} = 35,0 \text{ кг}$$

Необхідний об'єм секції знаходимо за формулою:

$$V_c = \frac{G_{б.с} \cdot 100}{g} \quad (2.59)$$

де, g - норма завантаження борошна; $g = 40$ кг

$$V_c = \frac{35 \cdot 100}{40} = 87,5$$

Загальний об'єм бункера визначаємо за формулою:

$$V = V_{сек} n_c \quad (2.60)$$

$$V = 87,5 \cdot 1,4 = 122,5$$

Тоді визначаємо тривалість заповнення однієї секції, хв:

$$t_c = \frac{V_c \cdot g}{G_{б.с} \cdot 100}$$

$$t_c = \frac{122,5 \cdot 40}{0,7 \cdot 100} = 70 \text{ хв}$$

Отже, для роботи лінії потрібен один бункер, тривалість заповнення кожної секції становить 70 хв.

Для приготування тіста використовується машина безперервної дії А2-ХТТ з продуктивністю $P_m = 25$ кг/хв.

Необхідну продуктивність місильної машини

$$P_{м.т} = 14,32 \cdot 1,06 = 15,18 \text{ кг/хв}$$

Кількість тістомісильних машин:

$$N_{т.м} = \frac{15,18}{25} = 0,61 = 1 \text{ шт}$$

Підбираємо 1 тістомісильну машину типу А2-ХТТ

Об'єм місткості для бродіння тіста:

$$V_T = \frac{G_{\sigma}^m \cdot \tau_m \cdot 100}{q}, \quad (2.61)$$

Об'єми місткості для бродіння тіста

$$V_O = \frac{0,81 \cdot 60 \cdot 100}{35} = 138 \text{ дм}^3 = 0,138 \text{ м}^3$$

Отже, для бродіння тіста – $0,138 \text{ м}^3$

Розрахунок технологічного обладнання для хліба Урожайного пшеничного

$$P_{\text{м.т}} = 3,19 \cdot 1,06 = 3,38 \text{ кг/хв}$$

$$P_{\text{м.о}} = 1,66 \cdot 1,06 = 1,76 \text{ кг/хв}$$

$$N_{\text{т. м}} = \frac{3,38}{25} = 0,13 = 1 \text{ шт}$$

$$N_{\text{т. м}} = \frac{1,76}{25} = 0,07 = 1 \text{ шт}$$

Підбираємо 1 тістомісильну машину типу А2-ХТТ.

Об'єм місткості для бродіння опари і тіста:

$$V_o = \frac{G_o^o \cdot \tau_o \cdot 100}{q}; \quad (2.62)$$

$$V_{\text{т}} = \frac{G_o^m \cdot \tau_m \cdot 100}{q}, \quad (2.63)$$

$$V_o = \frac{0,6 \cdot 210 \cdot 100}{25} = 504 \text{ дм}^3 = 0,504 \text{ м}^3$$

$$V_o = \frac{0,8 \cdot 40 \cdot 100}{35} = 91,4 \text{ дм}^3 = 0,091 \text{ м}^3$$

Отже, для бродіння опари місткість об'ємом $0,504 \text{ м}^3$, для бродіння тіста $0,091 \text{ м}^3$

Розрахунок обладнання для приготування тіста булочок “Ароматні” [15].

Тісто заміщується періодичним способом у тістомісильній машині Diosna SP 300 spiral mixer.

Визначаємо допустиму величину завантаження діжі

$$G_{\text{б.д}} = \frac{g \cdot V}{100} \quad (2.64)$$

де V_o — геометричний об'єм діжі, дм^3 ; $V_{\text{д}} = 330 \text{ дм}^3$

$$G_{\text{б.д}} = \frac{35 \cdot 330}{100}$$

Згідно формули максимальна маса борошна, що може бути завантажена у діжу для приготування тіста 115,5 кг.

Визначаємо кількість діж:

$$D_{\text{год}} = \frac{G_{\text{б.год}}}{G_{\text{б.д}}}$$

$$D_{\text{год}} = \frac{G_{\text{б.год}}}{G_{\text{б.д}}} \quad (2.65)$$

$$D_{\text{год}} = \frac{G_{\text{б.год}}}{G_{\text{б.д}}}$$

$$G_{\text{год}} = \frac{1625}{23} = 70,65$$

Визначаємо годинну витрату борошна :

$$D_{\text{год}} = \frac{70,65}{115,5} = 0,61$$

Знаходимо ритм замішування напівфабрикату:

$$r = \frac{60}{D_{\text{год}}} \quad (2.66)$$

$$r = \frac{60}{1} = 60$$

Кількість діж розраховують, виходячи з їх зайнятості на замішування і бродіння напівфабрикатів. Зайнятість діж:

$$T_{\text{д}} = T_{\text{зам}} + T_{\text{бр}} + T_{\text{дод}}, \quad (2.67)$$

$$T_{\text{д.т.}} = 25 + 270 + 5 = 300 \text{ хв}$$

Кількість діж, необхідних для бродіння н/ф:

$$D_{\text{н/ф}} = T_{\text{д.т.}} / r, \quad (2.68)$$

де, $T_{\text{д.т.}}$ — зайнятість діжі для приготування тіста, хв.

$$D_{\text{н/ф}} = 300,0 / 60,0 = 5 \text{ шт}$$

Отже, для бродіння тіста потрібні 5 діж.

Зайнятість тістомісильної машини для приготування пшеничних н/ф

$$T_{\text{д.т.}} = T_{\text{зам}} + T_{\text{об}} + T_{\text{зач}}, \quad (2.69)$$

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

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

$$T_{\partial.m} = 25+3+2 = 30 \text{ хв}$$

Кількість тістомісильних машин для замішування тіста:

$$N_{\text{тм.м}} = T_{\partial.m} / r, \quad (2.70)$$

$$N_{\text{тм.м}} = 30 / 60,0 = 0,5 \text{ шт.} = 1 \text{ шт.}$$

Отже, необхідна одна тістомісильна машина Diosna SP 300 та 5 діж.

Розраховую об'єм ємності для зберігання солі і цукру за формулою: [14]

$$V_{\text{с.р}} = \frac{G_{\text{с}} \cdot 100 \cdot K \cdot t_{\text{зб}}}{C_{\text{с.р}} \cdot \rho} \quad (2.71)$$

$$V_{\text{с.р}} = \frac{151,35 \cdot 100 \cdot 1,2 \cdot 15}{25 \cdot 1200} = 9,1 \text{ м}^3$$

Встановлюємо установку «мокрого» зберігання солі ХСР-3

$$V_{\text{ц.р}} = \frac{256,86 \cdot 100 \cdot 1,2 \cdot 15}{25 \cdot 1200} = 15,4 \text{ м}^3$$

Приймаємо до встановлення 5 місткостей марки РЗ-ХТС місткістю 3,0 м³

Розрахунок обладнання для поділу тіста [14].

Необхідну кількість тістових заготовок:

$$N_{\text{м.з}} = \frac{P_{\text{год}}}{20 \cdot g} \quad (2.72)$$

- для хліба Шахтарського

$$N_{\text{м.з}} = \frac{204,1}{20 \cdot 0,9} = 11,3 \approx 11$$

Кількість тістоподільних машин:

$$N_{\text{м.п}} = \frac{N_{\text{м.з}} \cdot K}{P} \quad (2.73)$$

$$N_{\text{м.п}} = \frac{4 \cdot 1,05}{20} = 0,21 \approx 1$$

Розраховуємо коефіцієнт використання тістоподільників:

$$\eta = \frac{N_{\text{т.з}}}{N} \leq 1 \quad (2.74)$$

$$\eta = \frac{11}{20} = 0,55 \leq 1$$

для хліба Урожайного [12]

$$N_{\text{м.з}} = \frac{283,5}{20 \cdot 0,75} = 18,9 \approx 19$$

$$N_{\text{м.п}} = \frac{19 \cdot 1,05}{20} = 1$$

$$\eta = \frac{19}{20} = 0,99 \leq 1$$

- булочок «Ароматних» [15]

$$N_{m.з} = \frac{113}{60 \cdot 0,1} = 19$$

$$N_{m.п} = \frac{19 \cdot 1,05}{60} = 0,3$$

$$\eta = \frac{19}{60} = 0,3 \leq 1$$

Для розробки хліба Шахтарського, хліба Урожайного встановлюю тістоподільник А2-ХТН в кількості по 1 штуки для поділу кожного виду тіста, а для булочок Ароматних встановлюю тістоподільник Arach SQ А60.

Розрахунок обладнання для остаточного вистоювання тістових заготовок [14]

Остаточне вистоювання проводять у колискових шафах. Кількість тістових заготовок у шафі:

$$N_{m.з}^{o.в} = \frac{P_{\text{Год}} \cdot \tau_{o.в}}{60 \cdot g} \quad (2.75)$$

хліб Шахтарський

$$N_{m.з}^{o.в} = \frac{204,1 \cdot 50}{60 \cdot 0,9} = 189 \text{ шт,}$$

Згідно технічної документації на одну колиску можна вкласти 8 тістових заготовок. Необхідну кількість робочих колісок у шафі знаходимо за формулою:

$$N_{\text{КОЛ}}^{o.в} = \frac{N_{m.з}^{o.в}}{n_{\text{КОЛ}}} \quad (2.76)$$

$$N_{\text{КОЛ}}^{o.в} = \frac{189}{8} = 24 \text{ шт}$$

Приймаємо одну шафу Т1-ХР-2А-30 з кількістю робочих колісок 30 шт [13]

- хліб Урожайний

$$N_{m.з}^{o.в} = \frac{283,5 \cdot 50}{60 \cdot 0,75} = 240 \text{ шт,}$$

$$N_{\text{КОЛ}}^{o.в} = \frac{240}{8} = 30 \text{ шт}$$

Приймаємо одну шафу Т1-ХР-2А-30 з кількістю робочих колисок 30шт [13]

Для булочок ароматних вистоювання тістових заготовок здійснюємо в ротаційній печі.

Розрахунок обладнання хлібосховища та експедиції [9]

Розрахунок кількості лотків і вагонеток.

Кількість лотків:

$$N_{\text{л}}^{\text{год}} = \frac{P_{\text{год}}}{n \cdot g} \quad (2.77)$$

Кількість вагонеток:

$$N_{\text{в}}^{\text{год}} = \frac{N_{\text{л}}^{\text{год}}}{N_{\text{л}}^{\text{в}}} \quad (2.78)$$

Ритм заповнення вагонеток:

$$r = \frac{60}{N_{\text{в}}^{\text{год}}} \quad (2.79)$$

Кількість вагонеток необхідних впродовж терміну зберігання

$$N_{\text{в}}^{\text{зб}} = N_{\text{в}}^{\text{год}} \cdot \tau_{\text{зб}} \quad (2.80)$$

де, $\tau_{\text{зб}}$ -тривалість зберігання виробів на хлібопекарському підприємстві, год ($\tau_{\text{зб}}=8$);

- для хліба Шахтарського

$$N_{\text{л}}^{\text{год}} = \frac{204,1}{16 \cdot 0,9} = 14,1 \text{ шт приймаємо 14 лотків}$$

$$N_{\text{в}}^{\text{год}} = \frac{14}{8} = 2 \text{ шт., приймаємо 2 вагонетки}$$

$$r = \frac{60}{6} = 10 \text{ хв}$$

$$N_{\text{в}}^{\text{зб}} = 2 \cdot 8 = 16 \text{ шт}$$

Отже, для зберігання хліба Шахтарського необхідно 16 вагонеток

- для хліба Урожайного

$$N_{\text{л}}^{\text{год}} = \frac{283,5}{16 \cdot 0,75} = 24 \text{ шт}$$

$$N_{\text{в}}^{\text{год}} = \frac{24}{8} = 3 \text{ шт.,}$$

$$r = \frac{60}{6} = 10 \text{ хв}$$

$$N_{\text{в}}^{\text{зб}} = 3 \cdot 8 = 24 \text{ шт}$$

Отже, для зберігання хліба Урожайного необхідно 24 вагонетки

- для булочок Ароматних

$$N_{\text{л}}^{\text{год}} = \frac{113}{16 \cdot 0,1} = 188 \text{ шт}$$

$$N_{\text{в}}^{\text{год}} = \frac{188}{8} = 24 \text{ шт.},$$

$$r = \frac{60}{6} = 10 \text{ хв}$$

$$N_{\text{в}}^{\text{зб}} = 24 \cdot 6 = 144 \text{ шт}$$

Отже, для зберігання булочок Ароматних необхідно 144 вагонетки

Визначаю площу хлібосховища: [10]

$$S_{\text{хл}} = \frac{P_{\text{год}} \cdot t_{\text{зб}} \cdot 30}{1000} \text{ м}^2 \quad (2.81)$$

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

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

- для хліба Шахтарського:

$$S_{\text{хл}} = \frac{204,1 \cdot 8 \cdot 30}{1000} = 49 \text{ м}^2$$

- для хліба Урожайного:

$$S_{\text{хл}} = \frac{283,5 \cdot 8 \cdot 30}{1000} = 68 \text{ м}^2$$

- для булочок Ароматних:

$$S_{\text{хл}} = \frac{113 \cdot 8 \cdot 30}{1000} = 31 \text{ м}^2$$

Загальна площа складу становить:

$$S_{\text{заг}}^{\text{хл}} = 49 + 68 + 31 = 148 \text{ м}^2$$

Розраховую площу експедиції:

$$S_{\text{експ}} = 0,2 \cdot S_{\text{хл}}$$

$$S_{\text{експ}} = 0,2 \cdot 148 = 30 \text{ м}^2$$

Таблиця 2.23 – Таблиця основного технологічного обладнання

№	Найменування обладнання	Кільк	Технічна арактеристика
1	2	3	4
1	Силос ХЕ-160А	3	d = 2652мм, h =12180мм
2	Просіювач ПМ-900	1	3050x 1082x 2240

Продовження таблиці 2.23

1	2	3	4
3	Дозатор борошна Ш2-ХДА	5	1540X870X1930
4	Виробничий бункер ХЕ – 112	3	1500X1700X2841
5	Солерозчинник ХСР-3	1	1165x1135x1135 мм
6	Дозувальна станція Ш2-ХДМ	4	985X920X640
7	Дозувальна станція для булочок ВНИИХП – 0-4А		920x575x1980
8	Змішувач И8-ХТА	1	1140x460x1850
9	Бродильний букер И8-ХТА-6	1	5960x4340x3485
10	Тістомісильна машина А2-ХТТ	3	2040x500x2200
11	Корито для бродіння опари И8-ХТА-12\6	1	3100x1060 x3220
12	Корито для бродіння тіста И8-ХТА-12\6	2	3100x1060 x3220
13	Тістомісильна машина Diosna SP 300	1	1800x1100x1700
17	Діжі Diosna	5	1080x1082x900
15	Тістоподільник А2-ХТН	2	1245x915x1500
16	Тістоподільник булочок Arach SQ А60	1	660x700x1100
17	Тістоокруглювач А2-ХОЗ	3	1105x1015x1036
18	Вистійна шафа Т1-ХР-2А-30	2	5500x3300x4000
19	Піч Г4-ХПЛ	2	5840x4500x3700
20	Піч ротаційна FIMAK FD 150E	1	1500x1700x2650
21	Контейнери ХКЛ-18	184	900x836x1737
22	Пакувальна машина BG-250BSF	3	3761x670x1412

2.6 Технохімічний контроль виробництва

Система контролю технологічного процесу на хлібопекарському підприємстві розробляється виробничою лабораторією та затверджується керівником підприємства. Основні параметри контролю визначаються для кожного виду продукції та технологічної лінії окремо. До таких показників належать вологість і кислотність тіста на завершальному етапі бродіння, маса тістових заготовок, величина втрат під час випікання, тривалість теплової обробки та інші технологічні характеристики.

Контроль виробництва здійснюється відповідно до затвердженого технологічного плану та охоплює всі основні стадії виробничого процесу. Особлива увага приділяється умовам зберігання основної й допоміжної сировини, правильності її підготовки до використання, дотриманню рецептурних вимог, виконанню встановлених технологічних режимів, якості напівфабрикатів, виходу готової продукції, а також умовам її зберігання та транспортування.

Виробничий контроль включає три взаємопов'язані напрями: контроль якості сировини, контроль перебігу технологічного процесу та контроль показників якості готових виробів. Безперервний нагляд за дотриманням технологічної дисципліни покладається на начальника цеху, начальника зміни, майстрів, технологів і працівників виробничих дільниць. Періодичні перевірки здійснюються фахівцями лабораторії згідно з внутрішніми нормативними документами підприємства.

Лабораторний контроль розпочинається з аналізу сировини, яка надходить на підприємство. Уся основна та допоміжна сировина приймається за наявності документів, що підтверджують її якість і безпечність. Виробнича лабораторія проводить перевірку відповідності отриманих матеріалів вимогам чинних стандартів і нормативної документації. Для кожної партії контролюється наявність сертифікатів відповідності, посвідчень якості, санітарно-

епідеміологічних висновків (за необхідності) та маркування на упаковці. Результати проведених досліджень фіксуються у спеціальних журналах установленої форми [11].

Дослідження сировини виконуються відповідно до методик, передбачених державними стандартами, технічними умовами або затвердженими інструкціями. Якщо результати аналізів викликають сумніви або виявляються розбіжності між даними постачальника та підприємства, створюється комісія за участю представників зацікавлених сторін для проведення повторного відбору зразків і контрольних випробувань [12].

Контроль якості готової продукції здійснюється регулярно відповідно до вимог нормативної документації та рецептур. Відбір зразків проводиться не рідше одного разу на добу від кожної виробничої зміни. Отримані результати використовуються для оцінювання якості виробів і коригування параметрів технологічного процесу за необхідності.

Окрему увагу приділяють контролю показників безпечності продукції. Такі дослідження виконуються спеціалізованими органами санітарно-епідеміологічного нагляду відповідно до затвердженого графіка. Крім того, на підприємстві функціонує програма виробничого контролю, спрямована на забезпечення дотримання вимог санітарного законодавства.

Важливим елементом системи контролю є моніторинг якості питної води, що використовується у виробництві. Відповідальність за проведення виробничого контролю води покладається на організацію, яка експлуатує систему водопостачання, тоді як державні та відомчі служби здійснюють відповідний нагляд.

Ефективно організований технохімічний контроль забезпечує стабільність технологічного процесу, своєчасне виявлення можливих відхилень від встановлених норм і підтримання високого рівня якості готової продукції. Завдяки цьому підприємство має можливість випускати хлібобулочні вироби, які відповідають вимогам державних стандартів та очікуванням

споживачів [11].

Таблиця 2.24 – Точки контролю

Об'єкт Контролю	Параметр, який контролюють	Метод контролю	Періодич- ність контролю	Відпові- дальний за прове- дення контролю	Документ, в який вносять результати контролю	Особа, яка додатково проводить контроль
1	2	3	4	5	6	7
Борошно	Зовнішній вигляд, колір, смак, запах, хруст	ДСТУ 46.004-99 «Борошно пшеничне. Технічні умови» ДСТУ 8791:2018 «Борошно житнє. Технічні умови»	У кожній партії	Інженер-технолог	Лабораторний журнал форма	Зав. лабораторією
	Вологість	Вологість ДСТУ 46.004-99	У кожній партії	Інженер-технолог	Лабораторний журнал форма	Зав. лабораторією
	Кислотність	Титруван ня ДСТУ 46.004-99	У кожній партії	Інженер-технолог	Лабораторний журнал форма	Зав. лабораторією
	Кількість клейковини	Відмиван ня ДСТУ 46.004-99	У кожній партії	Інженер-технолог	Лабораторний журнал форма	Зав. лабораторією
	Хлібопекарські властивості	Пробне лаборатор-не випікання ДСТУ 46.004-99	У кожній партії	Інженер-технолог	Лабораторний журнал форма	Зав. Лабораторією
Сіль	Зовнішній вигляд, колір смак, запах прозорість	Органолептичний ДСТУ 3583:2015	У кожній партії	Інженер-технолог	Інженер-технолог	Зав. лабораторією
Цукор білий	Зовнішній вигляд, колір смак, запах прозорість	ДСТУ 4623:2023 Цукор. Технічні умови.	У кожній партії	Інженер-технолог	Інженер-технолог	Зав. лабораторією
Дріжджі пресовані	Консистенція Колір Смак Запах Зовнішній	Органолептичний ДСТУ 4812:2007 «Дріжджі	У кожній партії	Інженер-технолог	Інженер-технолог	Зав. лабораторією

	вигляд	хлібопекарські пресовані. Технічні умови»				
Олія соняшникова	Консистенція Колір, смак, запах	Органолептичний ДСТУ 4492:2017 «Олія соняшникова. Технічні умови»	У кожній партії	Інженер-технолог	Лабораторний журнал форма	Зав. лабораторією
Маргарин	колір, запах, смак, зовнішній вигляд	Органолептичний ДСТУ 4396:2005 «Маргарин і маргаринові суміші. Технічні умови»	У кожній партії	Інженер-технолог	Лабораторний журнал форма	Зав. лабораторією
Опара на тісто	Тривалість бродіння	Замір часу	3–4 рази за зміну	Технолог зміни	Лабораторний журнал форма	Зав. лабораторією
	Вологість	Висушування Прибор ВЧ	3–4 рази за зміну	Технолог зміни	Лабораторний журнал форма	Зав. лабораторією
	Кінцева кислотність	Титрування	3–4 рази за зміну	Технолог зміни	Лабораторний журнал форма	Зав. лабораторією
	Температура	Термометром	3–4 рази за зміну	Технолог зміни	Лабораторний журнал форма	Зав. лабораторією
	Підйомна сила	Підйом тіста	3–4 рази за зміну	Технолог зміни	Лабораторний журнал форма	Зав. лабораторією
Розробка тіста	Маса тістової заготовки	Завантаження	3–4 рази за зміну	Технолог зміни	Лабораторний журнал форма	Зав. лабораторією
	Форма тістової заготовки	Візуально	3–4 рази за зміну	Технолог зміни	Лабораторний журнал форма	Зав. лабораторією
	Тривалість вистоювання	Замір часу	3–4 рази за зміну	Технолог зміни	Лабораторний журнал форма	Зав. лабораторією
	Температура у розстійній шафі	термометром	3–4 рази за зміну	Технолог зміни	Лабораторний журнал форма	Зав. лабораторією
Випікання	Тривалість випічки	Замір часу	3–4 рази за зміну	Технолог зміни	Лаборат. журнал форма	Зав. лабораторією
	Температура у печі	термометром	3–4 рази за зміну	Технолог зміни	Лабораторний журнал форма	Зав. лабораторією

Готові вироби	Зовнішній вигляд: форма, поверхня, колір, стан м'якушки	Органолептично ДСТУ 4583:2006 «Хліб із житнього та суміші житнього і пшеничного борошна. Технічні умови» ДСТУ 4392:2005 «Хліб з пшеничного борошна. Технічні умови»	У кожній партії	Технолог зміни	Лабораторний журнал форма	Зав. лабораторією
	Вологість м'якушки	Висушування	У кожній партії	Технолог зміни	Лабораторний журнал форма	Зав. лабораторією
	Кислотність м'якушки	Титрування	У кожній партії	Технолог зміни	Лабораторний журнал форма	Зав. лабораторією
	Пористість	Для хліба з пшеничного борошна: ДСТУ 4392:2005 Для хліба з житнього борошна: ДСТУ 4583:2006	У кожній партії	Технолог зміни	Лабораторний журнал форма	Зав. лабораторією

3 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1 Охорона праці на харчовому виробництві

Охорона праці на виробництві являє собою систему правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я та працездатності працівників у процесі трудової діяльності.

Відповідно до Закону України «Про охорону праці» роботодавець зобов'язаний створити безпечні та нешкідливі умови праці, забезпечити функціонування системи управління охороною праці та проведення профілактичних заходів щодо запобігання виробничому травматизму.

Основним завданням охорони праці є створення безпечних і нешкідливих умов праці, попередження виробничого травматизму та професійних захворювань, аварій та запобіганням нещасних випадкам на виробництві. Для досягнення цих цілей на підприємстві здійснюється комплекс заходів, що включає навчання працівників безпечним методам праці, забезпечення - засобами індивідуального захисту, проведення медичних оглядів, контроль технічного стану обладнання та дотримання санітарно-гігієнічних норм, впроваджуються сучасні технології, безпечне обладнання, засоби колективного та індивідуального захисту, а також проводиться постійний контроль за дотриманням вимог безпеки [12].

Особливе значення має навчання та інструктаж працівників. Перед початком роботи кожен працівник проходить вступний і первинний інструктажі з охорони праці. Надалі проводяться повторні, позапланові та цільові інструктажі. Працівники, які допускаються до виконання робіт, повинні пройти відповідне навчання та перевірку знань з питань охорони праці. Також зобов'язані дотримуватися вимог інструкцій, правил внутрішнього трудового розпорядку та використовувати видані засоби індивідуального захисту. Регулярне навчання сприяє формуванню культури безпеки праці та підвищує відповідальність працівників за власне здоров'я і

безпеку колег. Важливим елементом системи охорони праці є управління професійними ризиками. На кожному виробництві проводиться оцінка небезпечних і шкідливих факторів, визначаються можливі ризики для працівників та розробляються заходи щодо їх усунення або мінімізації. До таких факторів належать механічні травмонебезпечні впливи, підвищений рівень шуму та вібрації, несприятливий мікроклімат, пил, токсичні речовини, недостатнє освітлення, електричний струм та психофізіологічні навантаження, рухомі механізми, підвищена температура, шум, вібрація, пил, хімічні речовини, електричний струм та інші.

Для зниження їх негативного впливу застосовуються вентиляційні системи, захисні огороження, автоматизація технологічних процесів, контроль параметрів виробничого середовища та регулярне технічне обслуговування обладнання.

Особлива увага приділяється виробничій санітарії, яка спрямована на створення сприятливих умов праці. Для цього на підприємствах забезпечується належне освітлення робочих місць, функціонування систем вентиляції та опалення, підтримання нормативної температури і вологості повітря, своєчасне прибирання приміщень та контроль за рівнем шкідливих речовин у повітрі робочої зони. Дотримання санітарно-гігієнічних вимог сприяє зниженню захворюваності працівників і підвищенню продуктивності праці [13].

Одним із головних напрямів охорони праці є забезпечення безпечної експлуатації виробничого обладнання. Усі машини, механізми та виробничі установки повинні відповідати вимогам безпеки, мати захисні огороження, блокувальні пристрої та системи аварійного вимкнення. Перед початком роботи працівники повинні перевіряти справність обладнання, а в разі виявлення несправностей негайно повідомляти керівника або відповідальну особу. Проведення ремонтних робіт допускається лише після повного відключення обладнання від джерел енергії.

Важливою складовою охорони праці є забезпечення пожежної безпеки. Виробничі приміщення оснащені засобами пожежогасіння, системами оповіщення та евакуації, а працівники мають знати порядок дій у разі виникнення пожежі чи іншої надзвичайної ситуації, а також проходити навчання і брати участь у практичних тренуваннях з евакуації. Евакуаційні шляхи та виходи мають утримуватися вільними від сторонніх предметів і бути чітко позначеними.

Важливе місце в системі охорони праці займає електробезпека. Несправне електрообладнання, пошкоджена ізоляція проводів або порушення правил експлуатації електроустановок можуть стати причиною ураження електричним струмом. Для запобігання таким випадкам застосовуються захисне заземлення, автоматичні вимикачі, пристрої захисного відключення та регулярні перевірки електромереж і обладнання [12].

На сучасних підприємствах велика увага приділяється впровадженню автоматизованих систем керування виробничими процесами. Автоматизація дозволяє зменшити вплив небезпечних факторів на працівників, скоротити кількість ручних операцій і знизити ризик виникнення аварійних ситуацій. Крім того, використання сучасних технологій сприяє покращенню умов праці та підвищенню ефективності виробництва.

Таким чином, охорона праці на виробництві є невід'ємною складовою діяльності будь-якого підприємства. Комплексне виконання вимог безпеки, виробничої санітарії, електро- та пожежної безпеки, а також постійне вдосконалення системи управління охороною праці забезпечують збереження життя і здоров'я працівників, зниження виробничих ризиків та стабільний розвиток підприємства.

3.2 Безпека праці в хлібопекарському цеху, що проєктується

Безпека праці в хлібопекарському цеху є важливою складовою організації виробничого процесу та спрямована на збереження життя, здоров'я і працездатності працівників. Робота в хлібопекарському виробництві пов'язана з впливом підвищених температур, рухомих частин обладнання, електричного струму, борошняного пилу та значними фізичними навантаженнями.

До роботи в хлібопекарському цеху допускаються особи, які пройшли медичний огляд, вступний та первинний інструктажі з охорони праці, ознайомлені з правилами пожежної безпеки та безпечними методами роботи з технологічним обладнанням. Працівники повинні користуватися спеціальним одягом, захисним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту відповідно до характеру виконуваних робіт.

Цех з виробництва хлібобулочних виробів, що проєктується, належить до харчових виробництв із безперервним технологічним процесом. У виробництві використовуються сучасні автоматизовані лінії для підготовки сировини, замішування тіста, формування виробів, вистоювання, випікання, охолодження та пакування готової продукції.

Основними працівниками цеху є оператори виробничих ліній, тістороби, пекарі, пакувальники, слюсарі-ремонтники, електромонтери та працівники складського господарства [12].

У процесі виробництва хлібобулочних виробів на працівників цеху можуть впливати такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

➤ фізичні фактори: рухомі частини машин і механізмів, підвищена температура поверхонь печей та теплового обладнання, гаряча пара та гаряче повітря, підвищений рівень шуму від роботи обладнання, недостатня або надмірна освітленість робочих місць, електричний струм, слизькі підлоги внаслідок потрапляння води або борошна;

- хімічні фактори: мийні та дезінфекційні засоби, газоподібні продукти згоряння при роботі печей;
- біологічні фактори: розвиток мікроорганізмів при порушенні санітарного режиму.
- психофізіологічні фактори: монотонність праці, фізичні навантаження під час переміщення сировини та готової продукції, нервово-емоційне напруження через відповідальність за якість продукції.

Для запобігання виробничому травматизму та професійним захворюванням передбачаються такі заходи:

- організаційні заходи: проведення вступного, первинного, повторного, позапланового та цільового інструктажів, навчання та перевірка знань з питань охорони праці, проведення медичних оглядів працівників, розроблення інструкцій з охорони праці за професіями та видами робіт, забезпечення контролю за дотриманням вимог безпеки;

- технічні заходи: огороження рухомих частин обладнання, встановлення аварійних вимикачів, автоматизація та механізація виробничих процесів, блокування запуску обладнання при відкритих захисних кожухах, використання сигнальних пристроїв та попереджувальних знаків безпеки.

Особливу увагу необхідно приділяти безпечній експлуатації тістомісильних машин, тістодільників, округлювачів, печей та іншого технологічного обладнання. Усі рухомі частини машин повинні бути закриті захисними кожухами, а обладнання – оснащене справними блокувальними та запобіжними пристроями. Забороняється проводити очищення, ремонт або регулювання обладнання під час його роботи [11].

Під час експлуатації хлібопекарських печей існує ризик отримання термічних опіків. Для запобігання травмам працівники повинні використовувати термостійкі рукавиці, інструменти для завантаження та вивантаження виробів, а також дотримуватися безпечної відстані від нагрітих поверхонь.

Температура та вологість повітря в цеху повинні підтримуватися в межах установлених санітарно-гігієнічних норм за допомогою систем вентиляції та кондиціонування.

Небезпечним фактором у хлібопекарському виробництві є борошняний пил, який може викликати захворювання органів дихання та створювати вибухонебезпечні концентрації в повітрі. Для зменшення запиленості необхідно застосовувати місцеву витяжну вентиляцію, герметизувати обладнання для транспортування борошна та регулярно проводити вологе прибирання приміщень.

Електрообладнання цеху повинно відповідати вимогам електробезпеки, мати справне заземлення та захисні пристрої від короткого замикання і перевантаження. Працівникам забороняється торкатися електрообладнання мокрими руками або використовувати несправні електроприлади. Усі електроустановки повинні відповідати вимогам Правил улаштування електроустановок (ПУЕ) [12].

Також ставляться вимоги до виробничих приміщень. Планування цеху повинно відповідати вимогам будівельних, санітарних та протипожежних норм. Що передбачає достатню площу робочих місць, безпечні проходи між обладнанням, неслизьке покриття підлоги, природне та штучне освітлення, системи опалення, вентиляції та кондиціонування повітря.

Параметри мікроклімату повинні підтримуватись у межах санітарних норм (температура повітря: 18–24 °С, відносна вологість: 40–60 %, швидкість руху повітря: до 0,3 м/с).

Охорона навколишнього середовища. Для мінімізації негативного впливу на довкілля передбачаються раціональне використання водних ресурсів, очищення виробничих стічних вод, роздільне збирання відходів, передача відходів спеціалізованим підприємствам, енергоощадне обладнання, використання LED-освітлення, контроль викидів вентиляційних систем.

Також важливий в теперішній час цивільний захист та дії у надзвичайних ситуаціях. На підприємстві розробляється План реагування на надзвичайні ситуації, який передбачає порядок евакуації працівників, дії при пожежі, дії при аварійному відключенні електроенергії, порядок надання домедичної допомоги потерпілим, оповіщення працівників про небезпеку. Працівники проходять навчання з питань цивільного захисту та практичні тренування з евакуації [12].

Отже, запроєктовані організаційні, технічні та санітарно-гігієнічні заходи забезпечують безпечні умови праці в цеху з виробництва хлібобулочних виробів. Використання сучасного автоматизованого обладнання дозволяє зменшити фізичне навантаження на працівників, підвищити рівень безпеки виробництва та знизити ризик виникнення нещасних випадків і професійних захворювань.

ВИСНОВКИ

Темою кваліфікаційної роботи є «Проект цеху з виробництва хлібобулочних виробів на сучасному обладнанні».

Впроваджено такий асортимент виробів: хліб «Шахтарський» масою 0.900 кг приготовлений на густій заквасці, хліб «Урожайний пшеничний формовий», масою 0,750 кг приготовлений на традиційній опарі і булочки «Ароматні» масою 0.100кг приготовлені безопарним способом з виздобою. Для виробництва хлібів використано безперервний спосіб виробництва, а для булочок – періодичний спосіб.

Для забезпечення проектної потужності встановлено дві печі Г4-ХПЛ і для булочок ротаційну піч FIMAK FD 150E. Підібране сучасне технологічне обладнання для виробничого процесу.

Подана характеристика сировини, яка використовується для виробництва хліба і булочок – борошно пшеничне першого гатунку, борошно обдирне, дріжджі, сіль, цукор, олію соняшникову, маргарин столовий, патока, кмин, гвоздика, кардамон, виноград сушений, мускатний горіх. та вимоги до води.

Визначена продуктивність печі, яка виражається через потужність технологічної лінії.

Згідно нормативних даних хліб Шахтарський готують на густій заквасці, хліб Урожайний пшеничний подовий на традиційній опарі і булочки Ароматні безопарним способом з виздобою.

У комплект лінії входять установки для безтарного зберігання борошна, просіювач борошна, дозатор-регулятор температури води, тістомісильна машина, тістоокруглювальна машина, шафа кінцевого вистоювання, піч, контейнери з комплектом лотків, візки для складування лотків.

Подана нормативна характеристика хлібобулочного асортименту. А це включає відповідність як органолептичним показникам так фізико-

хімічним. Розкрита схема технохімічного контролю, яка включає в себе контроль показників якості як сировини так і готової продукції.

Виконані заходи з охорони праці та безпеки життєдіяльності.

Виконане креслення технологічної лінії виробництва хліба Шахтарського, хліба Урожайного пшеничного формового, булочок Ароматних на аркуші формату А1, план цеху, розрізи та перерізи за допомогою програми AutoCAD на основі даних розрахунків та норм оснащення хлібопекарського цеху.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ 46.004-99 Борошно пшеничне. Технічні умови. Чинний від 20-07-1999. К.: Галузевий стандарт України, 1999. 13 с.
2. ДСТУ 8791:2018 «Борошно житнє. Технічні мови» чинний від 01.06.2019. К.: Державний Стандарт України, 2018.
3. ДСТУ 3583:2015. Сіль кухонна. Загальні технічні умови. Держспоживстандарт України, 2015. 18 с. (Національний стандарт України).
4. ДСТУ 4812:2007 Дріжджі хлібопекарські пресовані. Технічні умови. Чинний від 30-07-2007. К. – Держспоживстандарт України, 2007. 13 с.
5. ДСТУ4492:2017 Олія соняшникова. Технічні умови. К.–Держспоживстандарт України, 2017. 13 с. (Український науково-дослідний інститут олії та жирів).
6. ДСТУ 4396:2005 «Маргарин і маргаринові суміші. Технічні умови». К.-Держспоживстандарт України, 2005. (Національний стандарт України).
7. ДСТУ 4623:2023. Цукор. Технічні умови. Київ: Державний стандарт України, ІПР НААН 2023. 13 с.
8. Дробот В.І. Технологія хлібопекарського виробництва Київ, ПрофКнига, 2024. 516 с.
9. Дробот В. І. Технологічні розрахунки у хлібопекарському виробництві: Навчально-методичний посібник. / В. І. Дробот, Київ. Кондор, 2010. 440 с
10. Дробот В. І. Довідник інженера-технолога хлібопекарного виробництва./ В. І. Дробот Київ: Урожай, 2019. 580 с.
11. Дробот В. І. Технохімічний контроль сировини та хлібобулочних і макаронних виробів. / .В. І. Дробот. Київ. Кондор, 2015. 958 с.
12. Основи професійної безпеки та здоров'я людини: підручник/В.В. Березуцький [та ін.]; під ред. проф. В. В. Березуцького. Харків : НТУ «ХП», 2018. 553 с.

13. Охорона праці на малих підприємствах. Практичні поради. М.О. Лисюк, Київ: Форт, 2005. -60с.
14. Технологічне обладнання хлібопекарських і макаронних виробництв./ Лісовенко О., Київ: Наукова думка, 2010. 287с.
15. Технологічне устаткування хлібопекарського макаронного і кондитерського виробництв / В.Ф. Петько, О.І. Гапонюк, Є.В. Петько, А.В. Уляницький; За ред. О.І. Гапонюка, Київ: ЦУЛ, 2017. 432 с.