

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повне найменування вищого навчального закладу)
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 загального призначення

Виконав: студент IV курсу, МХс -41
спеціальності 181 «Харчові технології»

(шифр і назва спеціальності)

Процюк Р.Б.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Криськова Л.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Научовий
консультант

Кухтин М.Д.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Дацишин К.Є.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завідувач
кафедри

КУХТИН М.Д.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Зварич Н.М.

(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

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«_____» _____ 2026 р.

З А В Д А Н Н Я НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 181 «Харчові технології»

(шифр і назва спеціальності)

студенту Процюк Роману Борисовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект цеху з виробництва хлібобулочних

виробів загального призначення

Керівник роботи Криськова Лариса Петрівна, асистент

(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) Батон «Волинський»

2) Булочка «Веснянка»

3) Паляниця «Тернопільська»

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	Криськова Л. П., асистент каф. ХБ		
Техніко-економічне обґрунтування	Криськова Л. П., асистент каф. ХБ		
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	Комар Р.В., доцент каф. МТ		

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)

Процюк Р.Б.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Криськова Л. П.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота на отримання ступеня «бакалавр» має тему «Проект цеху з виробництва хлібобулочних виробів загального призначення».

Ця робота має традиційну структуру: вступ, три основні розділи та список інформаційних джерел. Пояснювальна записка складається з 69 сторінок, що містять 48 формул та 22 таблиці. Відповідно до вимог проекту, метою є організація виробництва 0,4 кг батона «Волинський», 0,2 кг булочки «Веснянка» та 0,5 кг паляниці «Тернопільська».

У першій частині кваліфікаційної роботи представлено техніко-економічне обґрунтування проекту, особливу увагу було зосереджено на каналах збуту продукції, зонах виробництва сировини та характеристиках постачання сировини запроєктованого підприємства.

Друга частина присвячена технологічним аспектам. У цьому розділі наведено розрахунки продуктивності печей, фактичному виходу продукції та виробничим рецептурам. Разом з тим було розраховано площу складських приміщень, визначено норми запасів сировини та підібрано необхідне технологічне обладнання. Видокремлено та описано технохімічний контроль виробництва запроєктованого підприємства.

Третій розділ містить підсумки основних заходів щодо забезпечення охорони праці та безпеки праці у питаннях інженерно – психологічних принципів професійного добору та інженерно-технічних рішеннях з охорони праці.

ЗМІСТ

	ст.
ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1 ТЕХНІКО – ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ	9
1.1 Характеристика місця розташування підприємства.....	9
1.2 Характеристика сировинної зони	12
1.3 Обґрунтування асортименту продукції	14
1.4 Характеристика каналів реалізації продукції.....	16
РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	18
2.1 Вибір та обґрунтування технологічних процесів й режимів виробництва продуктів запроєктованого асортименту.....	18
2.1.1 Нормативні показники продуктів запроєктованого асортименту	18
2.1.2 Вибір та обґрунтування технологічних схем	19
2.1.3 Характеристика сировини та допоміжних матеріалів	20
2.1.4 Опис технологічного процесу продуктів запроєктованого асортименту.....	22
2.2 Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту.....	26
2.2.1 Таблиця вихідних даних для розрахунку запроєктованого асортименту	27
2.2.2 Підбір та розрахунок печей	29
2.2.3 Розрахунок пофазних рецептур	31
2.2.4 Розрахунок виходу виробу.....	36
2.2.5 Розрахунок виробничих рецептур та вибір технологічних параметрів.....	45
2.3 Розрахунок витрат і запасів сировини	50
2.4 Розрахунок площ основних та допоміжних приміщень	53
2.5 Підбір та розрахунок технологічного обладнання	55
2.6 Технохімічний контроль виробництва продуктів запроєктованого асортименту	59

РОЗДІЛ 3 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ ..	62
3.1 Шляхи підвищення безпеки життєдіяльності людини	62
3.2 Заходи, які зменшують небезпеку виникнення вибухів та пожеж у приміщенні	63
ВИСНОВКИ	66
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ.....	68

ВСТУП

Хліб є одним із найдавніших і найважливіших продуктів харчування людини. Протягом століть він залишається основою раціону населення більшості країн світу та займає особливе місце в харчовій культурі українського народу. Завдяки високій поживній цінності, доступності та значній частці в добовому споживанні харчових продуктів хлібобулочні вироби відіграють важливу роль у забезпеченні населення енергією, білками, вуглеводами, мінеральними речовинами та вітамінами.

Хлібопекарська промисловість належить до стратегічно важливих галузей харчової промисловості України, оскільки забезпечує стабільне виробництво продукції першої необхідності. Ефективне функціонування хлібопекарських підприємств має безпосередній вплив на продовольчу безпеку держави та рівень забезпечення населення якісними харчовими продуктами. У сучасних умовах розвитку ринкової економіки перед підприємствами галузі постають завдання підвищення продуктивності виробництва, впровадження інноваційних технологій, зниження енерговитрат і розширення асортименту продукції.

Важливим напрямом розвитку хлібопекарської промисловості є проєктування нових та модернізація діючих виробництв із застосуванням сучасного високопродуктивного обладнання, автоматизованих систем керування технологічними процесами та ресурсозберігаючих технологій. Такі заходи дозволяють підвищити якість готової продукції, забезпечити стабільність технологічних процесів, покращити умови праці персоналу та підвищити економічну ефективність виробництва.

Актуальність теми «Проєкт цеху з виробництва хлібобулочних виробів загального призначення» зумовлена необхідністю забезпечення населення якісними та безпечними хлібобулочними виробами, удосконалення виробничих процесів і впровадження сучасних технологічних рішень у діяльність хлібопекарських підприємств. Раціональне проєктування виробничих потужностей сприяє ефективному використанню сировини, енергетичних

ресурсів та обладнання, що є важливим чинником підвищення конкурентоспроможності підприємств галузі.

Метою кваліфікаційної роботи є розроблення проєкту цеху з виробництва хлібобулочних виробів загального призначення з обґрунтуванням асортименту продукції, вибором сучасних технологічних схем виробництва, виконанням технологічних і виробничих розрахунків, підбором обладнання та організацією ефективного виробничого процесу.

Практичне значення роботи полягає у розробленні комплексу технологічних та організаційних рішень, які можуть бути використані під час створення нових або реконструкції діючих хлібопекарських підприємств. Запропоновані рішення спрямовані на підвищення ефективності виробництва, забезпечення стабільної якості продукції, раціональне використання виробничих ресурсів та задоволення потреб населення у хлібобулочних výroбах загального призначення.

1 ТЕХНІКО – ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

1.1 Характеристика місця розташування підприємства

Одним із важливих етапів проектування хлібопекарського підприємства є вибір місця його розташування. Від правильності прийнятого рішення значною мірою залежать ефективність виробничої діяльності, рівень логістичних витрат, забезпечення підприємства сировиною, а також можливості реалізації готової продукції. Під час вибору місця розташування необхідно враховувати чисельність населення, транспортну інфраструктуру, рівень розвитку торгівлі, наявність інженерних комунікацій та особливості регіонального ринку хлібобулочних виробів.

Важливою перевагою обраного місця розташування є наявність розвиненої інженерної інфраструктури. Підприємство має бути забезпечене електроенергією, водопостачанням, водовідведенням, тепlopостачанням та іншими необхідними комунікаціями для організації безперервного виробничого процесу. Наявність трудових ресурсів у місті та прилеглих населених пунктах також сприяє формуванню кваліфікованого кадрового складу підприємства.

З огляду на те, що середній рівень споживання хліба на одну людину становить приблизно 277 г на добу (що відповідає близько 101 кг на рік), можна здійснити необхідні розрахунки для визначення потрібного обсягу виробництва хлібобулочних виробів, а також оцінити чисельність населення певного населеного пункту.

$$Ч_{\text{м}} = \frac{\Pi}{\text{н}}$$

де Π – річна потреба хліба, кг;

$Ч$ – чисельність міста, тис. чол;

н – раціональна норма споживання хліба на одну особу за рік, кг

$$\Pi = \Pi_{\text{зм}} * K_{\text{зм}}$$

$\Pi_{\text{зм}}$ – кількість готової продукції, виготовленої за добу, кг;

$K_{\text{зм}}$ – кількість діб за рік

$$\Pi = 9687,6 * 300 = 2\,906\,280 \text{ кг}$$

$$\text{Ч}_m = \frac{2906280}{101} = 28\,775 \text{ осіб}$$

Отже, проєктований цех продуктивністю 9687,6 кг хлібобулочних виробів за добу здатний забезпечити річну потребу приблизно 28,8 тис. осіб.

Для розміщення проєктованого хлібопекарського цеху доцільно обрати місто Жмеринка Вінницької області. Це один із важливих населених пунктів регіону з розвинутою транспортною інфраструктурою та сприятливими умовами для організації виробництва і реалізації хлібобулочної продукції. Чисельність населення міста становить близько 34 тис. осіб, що забезпечує стабільний попит на продукцію підприємства.

Місто Жмеринка розташоване в центральній частині України та є одним із важливих транспортних вузлів регіону. Через Жмеринку проходять автомобільні та залізничні магістралі державного значення, що забезпечують зручне транспортне сполучення з іншими містами області та сусідніми регіонами. Вигідне транспортно-географічне положення сприяє ефективному постачанню сировини та оперативній реалізації готової продукції.

Крім того, підприємство може забезпечувати хлібобулочними виробами населення прилеглих населених пунктів Жмеринської міської територіальної громади, що суттєво розширює потенційний ринок збуту продукції. Стабільний попит на хлібобулочні вироби обумовлений тим, що вони належать до продуктів щоденного споживання та займають важливе місце у структурі харчування населення.

Вінницька область характеризується розвиненим агропромисловим комплексом, що створює сприятливі умови для забезпечення хлібопекарського підприємства основною сировиною. У регіоні функціонують підприємства зернопереробної галузі, борошномельні комплекси, виробники дріжджів, цукру та інших компонентів, необхідних для виробництва хлібобулочних виробів. Це дозволяє скоротити транспортні витрати та забезпечити стабільне постачання сировини належної якості.

В таблиці 1.1 подано SWOT-аналіз для цеху з виробництва хлібобулочних виробів загального призначення. В ній подано сильні та слабкі сторони пекарні, а також можливості та загрози.

Таблиця 1.1 - SWOT-аналіз для цеху з виробництва хлібобулочних виробів загального призначення

<u>Сильні сторони:</u> ✓ Високий та стабільний попит на хлібобулочні вироби. ✓ Використання сучасного технологічного обладнання. ✓ Наявність сировинної бази в регіоні розташування підприємства. ✓ Широкий асортимент продукції масового споживання. ✓ Вигідне транспортно-логістичне розташування підприємства. ✓ Можливість оперативного постачання продукції до торговельної мережі. ✓ Відносно прості та добре відпрацьовані технології виробництва.	<u>Можливості (зовнішні фактори):</u> ✓ Значні початкові інвестиції у будівництво та оснащення цеху. ✓ Висока енергоємність виробництва. ✓ Обмежений термін зберігання готової продукції. ✓ Необхідність постійного контролю якості на всіх етапах виробництва. ✓ Залежність від безперебійного постачання сировини та енергоносіїв. ✓ Високі витрати на санітарно-гігієнічне забезпечення виробництва. ✓ Сезонні коливання попиту на окремі види продукції.
<u>Слабкі сторони</u> ✓ Розширення асортименту хлібобулочних виробів. ✓ Освоєння нових ринків збуту та розширення географії реалізації продукції. ✓ Впровадження енергозберігаючих технологій. ✓ Збільшення виробничих потужностей у майбутньому. ✓ Розвиток співпраці з торговельними мережами та закладами. ✓ Впровадження систем автоматизації виробничих процесів. ✓ Розроблення продукції підвищеної харчової цінності.	<u>Загрози (зовнішні фактори)</u> ✓ Зростання цін на борошно, дріжджі, цукор та іншу сировину. ✓ Посилення конкуренції з боку великих хлібо заводів та приватних пекарень. ✓ Підвищення тарифів на електроенергію, газ та воду. ✓ Порухення логістичних ланцюгів постачання сировини. ✓ Зміна споживчих вподобань населення. ✓ Посилення вимог щодо якості та безпечності харчових продуктів. ✓ Економічна нестабільність та зниження купівельної спроможності населення.

Проведений SWOT-аналіз свідчить про наявність значних передумов для успішного функціонування проєктованого цеху з виробництва хлібобулочних

виробів загального призначення. Основними перевагами є стабільний попит на продукцію, наявність сировинної бази та можливість використання сучасних технологій виробництва. Водночас підприємству необхідно враховувати вплив зовнішніх загроз, пов'язаних із коливанням цін на сировину та енергоносії, а також високим рівнем конкуренції на ринку хлібобулочної продукції.

Таким чином, місто Жмеринка Вінницької області є економічно та логістично обґрунтованим місцем для розміщення проєктованого цеху з виробництва хлібобулочних виробів загального призначення. Обране місце розташування забезпечує сприятливі умови для ефективної роботи підприємства, стабільного постачання сировини та реалізації готової продукції.

1.2 Характеристика сировинної зони

Ефективність функціонування хлібопекарського підприємства значною мірою залежить від забезпеченості якісною сировиною та стабільності її постачання. Тому під час проєктування цеху важливим завданням є оцінка сировинної зони, яка повинна гарантувати безперебійне надходження основних і допоміжних матеріалів у необхідних обсягах та відповідної якості.

Проєктований цех розташований у місті Жмеринка Вінницької області. Вінницька область належить до провідних аграрних регіонів України та характеризується високим рівнем розвитку сільського господарства і харчової промисловості. Сприятливі природно-кліматичні умови, родючі чорноземні ґрунти та значні посівні площі забезпечують стабільне вирощування зернових культур, які є основною сировиною для виробництва борошна.

У структурі посівних площ області значну частку займає пшениця озима та яра, що є основною культурою для виробництва хлібопекарського борошна. Крім пшениці, у регіоні вирощуються жито, ячмінь, кукурудза та інші зернові культури, які використовуються у харчовій промисловості. Наявність потужної зернової бази забезпечує підприємства борошномельної галузі достатньою кількістю сировини для виробництва високоякісного борошна.

Вінницька область має розвинену мережу підприємств із зберігання, переробки та транспортування зерна. У регіоні функціонують елеватори, зерносховища, борошномельні підприємства та логістичні комплекси, що дозволяє забезпечувати безперервне постачання борошна на хлібопекарські підприємства. Близькість постачальників до місця виробництва сприяє зменшенню транспортних витрат і підвищенню економічної ефективності роботи цеху.

Окрім борошна, для виробництва батона «Волинський», булочки «Веснянка» та паляниці «Тернопільська» необхідні дріжджі, кухонна сіль, цукор, жири та інші допоміжні матеріали. Вінницька область та сусідні регіони мають достатню кількість підприємств, які забезпечують виробництво та постачання зазначених видів сировини. Зокрема, цукрова промисловість області є однією з найрозвиненіших в Україні, що створює сприятливі умови для забезпечення підприємства цукром. Постачання пресованих дріжджів, солі та жирових продуктів може здійснюватися як від регіональних постачальників, так і через розвинену мережу дистриб'юторських компаній.

Важливим фактором є також забезпечення підприємства водою, яка належить до основних компонентів хлібопекарського виробництва. Місто Жмеринка має централізовану систему водопостачання, що дозволяє забезпечити потреби виробництва у воді належної якості після проведення відповідного контролю її показників.

Транспортна інфраструктура міста та області сприяє своєчасному надходженню сировини на підприємство. Розвинене автомобільне та залізничне сполучення забезпечує оперативну доставку матеріалів від постачальників та створює умови для формування оптимальних логістичних маршрутів.

Таким чином, сировинна зона міста Жмеринка Вінницької області характеризується достатнім рівнем забезпечення основною та допоміжною сировиною для виробництва хлібобулочних виробів. Наявність потужної аграрної бази, підприємств зернопереробної та харчової промисловості, розвиненої транспортної інфраструктури та системи постачання створює

сприятливі умови для стабільної роботи проєктованого хлібопекарського цеху та випуску продукції високої якості.

1.3 Обґрунтування асортименту продукції

Формування асортименту продукції є одним із найважливіших етапів проєктування хлібопекарського підприємства, оскільки від правильності його вибору залежить ефективність використання виробничих потужностей, рівень задоволення споживчого попиту та конкурентоспроможність підприємства на ринку. Під час розроблення асортименту необхідно враховувати структуру споживання хлібобулочних виробів населення, купівельну спроможність споживачів, традиції харчування та сучасні тенденції розвитку хлібопекарської галузі.

Для проєктованого цеху з виробництва хлібобулочних виробів загального призначення прийнято асортимент, до якого входять батон «Волинський» масою 0,4 кг, булочка «Веснянка» масою 0,2 кг та паляниця «Тернопільська» масою 0,5 кг. Обрані вироби належать до категорії продукції масового споживання та користуються стабільним попитом серед населення.

Батон «Волинський» є традиційним видом хлібобулочних виробів із пшеничного борошна. Виріб характеризується привабливим зовнішнім виглядом, добре розвиненою пористістю м'якушки, приємним смаком та ароматом. Завдяки невеликій масі та зручній формі батон користується значним попитом серед споживачів різних вікових категорій.

Доцільність включення батона «Волинський» до виробничої програми пояснюється високою популярністю виробів із пшеничного борошна, універсальністю використання у повсякденному харчуванні та стабільним рівнем реалізації через торговельні мережі. Крім того, технологія його виробництва є добре відпрацьованою та не потребує використання дефіцитної сировини.

Булочка «Веснянка» належить до булочних виробів покращеної рецептури та користується попитом серед населення як виріб для щоденного споживання. Вона характеризується приємним смаком, ніжною структурою м'якушки та добрими органолептичними властивостями.

Включення булочки «Веснянка» до асортименту дозволяє розширити номенклатуру продукції підприємства та задовольнити попит споживачів на дрібноштучні хлібобулочні вироби. Невелика маса виробу забезпечує зручність реалізації через роздрібну торговельну мережу та заклади громадського харчування. Виробництво булочних виробів також сприяє підвищенню рентабельності підприємства завдяки вищій доданій вартості порівняно з масовими сортами хліба.

Паляниця «Тернопільська» є одним із традиційних видів українського хліба, який відзначається високими смаковими властивостями, приємним ароматом та характерною формою. Виріб виготовляється з пшеничного борошна та має добре розвинену пористу структуру м'якушки і тонку рівномірну скоринку.

Включення паляниці «Тернопільська» до виробничої програми обумовлене стабільним попитом населення на традиційні хлібні вироби. Паляниця є популярним продуктом серед споживачів різного віку та широко використовується в повсякденному харчуванні. Її виробництво дозволяє забезпечити асортимент підприємства виробами традиційного українського хлібопечення та зміцнити конкурентні позиції на ринку.

Отже, обраний асортимент продукції є збалансованим і включає вироби різних груп хлібобулочної продукції: батонні, булочні та хлібні вироби. Це дозволяє максимально задовольнити потреби споживачів, забезпечити стабільний збут продукції та ефективно використовувати виробничі потужності проєктованого цеху. Запропонований асортимент відповідає сучасним тенденціям розвитку хлібопекарської галузі та сприяє підвищенню конкурентоспроможності підприємства.

1.4 Характеристика каналів реалізації продукції

Реалізація готової продукції є важливою складовою діяльності будь-якого хлібопекарського підприємства, оскільки від ефективності збутової політики залежить рівень завантаження виробничих потужностей, прибутковість виробництва та конкурентоспроможність підприємства на ринку. Особливістю хлібобулочних виробів є їх щоденне споживання населенням і відносно короткий термін зберігання, що вимагає організації надійної системи реалізації та оперативної доставки продукції до місць продажу.

Основним напрямом збуту продукції проєктованого цеху є підприємства роздрібної торгівлі міста Жмеринка та навколишніх населених пунктів. До цієї категорії належать супермаркети, продуктові магазини, міні-маркети, торговельні павільйони та спеціалізовані відділи з реалізації хлібобулочних виробів. Саме через роздрібну мережу здійснюватиметься основна частина продажу батона «Волинський», булочки «Веснянка» та паляниці «Тернопільська», оскільки вона забезпечує безпосередній контакт продукції зі споживачем та широкий доступ до ринку.

Важливим сегментом реалізації є співпраця з невеликими торговельними підприємствами та локальними мережами магазинів. Постійне постачання свіжої продукції до таких об'єктів дозволяє збільшити обсяги реалізації, підвищити впізнаваність продукції та сформувати стабільну клієнтську базу. Для забезпечення безперебійного постачання доцільним є використання власного транспорту або залучення спеціалізованих логістичних служб.

Додатковим каналом збуту виступають підприємства громадського харчування. До них належать кафе, ресторани, їдальні, буфети, заклади швидкого харчування та інші об'єкти. Хлібобулочні вироби використовуються в них як самостійна продукція або як складова різноманітних страв, що створює стабільний попит на продукцію підприємства протягом усього року.

Перспективним напрямом реалізації є постачання продукції до бюджетних та соціальних установ, зокрема закладів освіти, медичних установ,

санаторіїв, дитячих садків та інших організацій із централізованим харчуванням. Така співпраця дає можливість укладати довгострокові договори, забезпечуючи стабільний збут і прогнозовані обсяги виробництва.

Для підвищення ефективності реалізації доцільним є відкриття власного фірмового магазину або торговельного павільйону. Такий формат збуту дозволяє скоротити кількість посередників, збільшити прибуток від реалізації продукції та налагодити безпосередній зв'язок із кінцевим споживачем. Крім того, фірмова торгівля сприяє формуванню позитивного іміджу підприємства та просуванню власної торгової марки.

З метою розширення ринку збуту та підвищення рівня обслуговування споживачів можуть використовуватися сучасні цифрові інструменти комунікації. Приймання попередніх замовлень через вебсайт підприємства, соціальні мережі або інші онлайн-платформи дозволяє покращити взаємодію зі споживачами та оперативно реагувати на їхні потреби.

Отже, система реалізації продукції проєктованого цеху повинна базуватися на поєднанні кількох каналів збуту: роздрібної торгівлі, підприємств громадського харчування, бюджетних установ, малого бізнесу та власної фірмової торгівлі. Використання багатоканальної моделі реалізації сприятиме стабільному збуту батона «Волинський», булочки «Веснянка» та паляниці «Тернопільська», забезпечить ефективне використання виробничих потужностей і підвищить конкурентоспроможність підприємства на регіональному ринку.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Вибір та обґрунтування технологічних процесів й режимів виробництва продуктів запроєктованого підприємства

2.1.1 Нормативні показники продуктів запроєктованого асортименту

Батон «Волинський» (ТУ У 15.8-00389676-001:2009), булочка «Веснянка» (ТУ У 15.8-05415042-002:2011) та паляниця «Тернопільська» (ТУ У 46.22.022-95) належать до хлібобулочних виробів загального призначення та користуються стабільним попитом серед населення. Дані вироби виготовляються з пшеничного борошна відповідно до вимог чинної нормативної документації та характеризуються високими органолептичними показниками, доброю засвоюваністю і значною харчовою цінністю. Це дозволяє забезпечити споживачів продукцією щоденного попиту та сформувати збалансований асортимент хлібобулочних виробів.

Таблиця 2.1 – Нормативні показники асортименту

Показник	Батон «Волинський»	Булочка «Веснянка»	Паляниця «Тернопільська»
1	2	3	4
Форма	Подовгаста, з косими надрізами	Округла або овальна, властива виду виробу	Кругла або овальна, з надрізом
Поверхня	Гладка, без тріщин і підривів	Гладка, без пошкоджень	Без тріщин, підривів та забруднень
Колір скоринки	Від світло-жовтого до золотисто-коричневого	Від світло-жовтого до золотистого	Від світло-коричневого до коричневого
Стан м'якушки	Добре пропечена, еластична, не липка на дотик	М'яка, еластична, рівномірно пориста	Добре пропечена, еластична, рівномірно пориста
Пористість, %, не менше	72	68	70

Продовження табл. 2.1

1	2	3	4
Вологість, %, не більше	43,0	38,0	45,0
Кислотність, град, не більше	3,0	2,5	3,5
Смак	Властивий даному виду виробу, без стороннього присмаку	Приємний, властивий булочному виробу	Властивий пшеничному хлібу, без стороннього присмаку
Запах	Властивий свіжоспеченому виробу	Властивий даному виду виробу	Властивий хлібобулочному виробу

2.1.2 Вибір та обґрунтування технологічних схем

Вибір технологічних схем виробництва є одним із найважливіших етапів проектування хлібопекарського підприємства. Від прийнятого способу приготування тіста залежать якість готової продукції, тривалість виробничого циклу, рівень механізації виробництва, ефективність використання обладнання та економічні показники роботи підприємства. Під час вибору технологічних схем враховують асортимент продукції, виробничу потужність цеху, рецептурний склад виробів та вимоги нормативної документації.

Для виробництва батона «Волинський», булочки «Веснянка» доцільно застосовувати безопарний спосіб приготування тіста. Даний спосіб широко використовується на сучасних хлібопекарських підприємствах завдяки відносній простоті організації технологічного процесу, скороченню тривалості виробничого циклу та можливості механізації основних операцій.

Безопарний спосіб передбачає одночасне внесення всієї кількості сировини під час замішування тіста. У процесі замішування формується однорідна тістова маса, яка після бродіння набуває необхідних реологічних властивостей. Така технологія забезпечує отримання виробів стабільної якості та дозволяє раціонально використовувати виробничі площі й обладнання.

Вибір безопарного способу для батона «Волинський» обумовлений відносно простим рецептурним складом виробу, необхідністю забезпечення високої продуктивності виробництва та стабільних показників якості.

Застосування безопарного способу дозволяє скоротити виробничий цикл та забезпечити належні органолептичні показники булочки «Веснянка», зокрема ніжну структуру м'якушки та приємний смак.

Паляниця «Тернопільська» виготовляється опарним способом із використанням густої опари. Застосування даної технології сприяє накопиченню смакоароматичних речовин, покращенню структури м'якушки, підвищенню об'єму виробів та подовженню терміну збереження свіжості готової продукції.

Використання густої опари для виробництва паляниці «Тернопільська» забезпечує високі органолептичні показники продукції, добре розвинену пористість, еластичну структуру м'якушки та характерний аромат традиційного українського хліба.

Для виробництва батона «Волинський» та булочки «Веснянка» обрано безопарний спосіб приготування тіста, а для паляниці «Тернопільська» — опарний спосіб на густій опарі, що відповідає особливостям рецептур та забезпечує отримання продукції високої якості.

2.1.3 Характеристика сировини та допоміжних матеріалів

Для виробництва батона «Волинський», булочки «Веснянка» та паляниці «Тернопільська» використовують основну та допоміжну сировину, яка повинна відповідати вимогам чинних нормативних документів, забезпечувати належні технологічні властивості тіста та високу якість готових виробів.

Борошно пшеничне (ДСТУ 46.004 – 99). Борошно є основною сировиною хлібопекарського виробництва та визначає якість готових виробів. Для виробництва запроєктованого асортименту використовується пшеничне борошно вищого та першого сортів. Основними показниками якості борошна є вологість, кислотність, кількість та якість клейковини, білизна та крупність

помелу. Завдяки наявності білків клейковини борошно забезпечує формування пружної структури тіста, здатної утримувати продукти бродіння та створювати розвинену пористість м'якушки.

Дріжджі хлібопекарські пресовані (ДСТУ 4812:2007). Дріжджі використовують для розпушування тіста внаслідок спиртового бродіння цукрів із виділенням вуглекислого газу. У хлібопекарському виробництві застосовують пресовані хлібопекарські дріжджі, які повинні мати світло-кремовий колір, щільну консистенцію та характерний дріжджовий запах. Якість дріжджів суттєво впливає на швидкість бродіння, об'єм виробів та їх органолептичні показники.

Сіль кухонна харчова (ДСТУ 3583:2015). Кухонна сіль є важливим компонентом рецептури хлібобулочних виробів. Вона покращує смакові властивості продукції, регулює процеси бродіння та зміцнює клейковинний каркас тіста. Для виробництва використовують харчову кухонну сіль вищого або першого сорту, що відповідає вимогам стандартів щодо чистоти та вмісту основної речовини.

Цукор-пісок (ДСТУ 4623:2006). Цукор використовується для покращення смаку виробів, інтенсифікації процесу бродіння та формування забарвлення скоринки під час випікання. Крім того, він сприяє підвищенню харчової цінності продукції та покращує її споживчі властивості. Для виробництва застосовують цукор-пісок білого кольору без сторонніх домішок та запахів.

Олія соняшникова (ДСТУ 4492:2017). Олія використовується як жирова добавка для покращення структури м'якушки, підвищення пластичності тіста та сповільнення процесів черствіння готових виробів. Вона повинна бути прозорою, без стороннього запаху та ознак окиснення. Найчастіше застосовують рафіновану дезодоровану соняшкову олію.

Маргарин (ДСТУ 4465:2005). Маргарин належить до жирових продуктів, які використовуються для покращення смаку, аромату та структури булочних виробів. Він сприяє підвищенню м'якості м'якушки, збільшенню об'єму виробів та покращенню їх зовнішнього вигляду. Для хлібопекарського виробництва

використовують маргарин із високими пластичними властивостями та стабільними показниками якості.

Патока крохмальна (ДСТУ 4498:2005). Патока є продуктом гідролізу крохмалю та використовується як джерело цукристих речовин. Її внесення до рецептури сприяє покращенню смаку виробів, наданню скоринці приємного забарвлення та сповільненню процесу черствіння хліба. Патока повинна бути однорідною в'язкою рідиною без сторонніх присмаків і запахів.

Виноград сушений (ДСТУ 8494:2016). Сушений виноград використовується переважно у виробництві булочних виробів для підвищення їх харчової та біологічної цінності, а також покращення смакових властивостей. Родзинки повинні бути чистими, без сторонніх домішок, плісняви та ознак псування. Перед використанням їх ретельно перебирають і промивають.

Яйця курячі (ДСТУ 5028:2008). Курячі яйця використовують для збагачення рецептури булочних виробів білками, жирами, вітамінами та мінеральними речовинами. Вони покращують структуру тіста, сприяють формуванню рівномірної пористості м'якушки та забезпечують привабливий колір поверхні виробів. Для виробництва застосовують свіжі харчові яйця, які відповідають санітарно-гігієнічним вимогам.

Таким чином, якість основної та допоміжної сировини є одним із визначальних факторів отримання хлібобулочних виробів із високими органолептичними показниками, належною харчовою цінністю та тривалим збереженням свіжості. Використання сировини, що відповідає вимогам нормативної документації, забезпечує стабільність технологічного процесу та високу якість готової продукції.

2.1.4 Опис технологічного процесу продуктів запроєктованого асортименту

У рамках виконання кваліфікаційної роботи розглянуто технології приготування для наступних булочних виробів: батон «Волинський» (0,4 кг), булочка «Веснянка» (0,2 кг) та паляниця «Тернопільська» (0,5 кг) [7].

Борошно на підприємство надходить у мішках і зберігається тарним способом у спеціально відведеному складському приміщенні. Для забезпечення належної якості сировини в складі підтримуються оптимальні умови зберігання: температура повітря близько 20 °С та відносна вологість не більше 75 %. Мішки з борошном розміщують на стелажах або піддонах на висоті не менше 15 см від рівня підлоги, що запобігає зволоженню та псуванню продукту.

Перед подачею у виробництво борошно проходить обов'язкову підготовку. Після зважування на виробничих вагах його направляють до просіювача, де відбувається видалення механічних та металоманітних домішок. Одночасно в процесі просіювання борошно аерується, насичується киснем повітря, що позитивно впливає на процес бродіння та покращує хлібопекарські властивості тіста.

Батон «Волинський» виготовляється безопарним способом. Замішування тіста здійснюється періодично у діжі тістомісильної машини (10) з підкатною діжею (11). До діжі через дозатор сипких компонентів подається необхідна кількість борошна (5), а за допомогою дозувальної станції (9) дозуються вода різної температури та дріжджова суспензія. Після внесення всіх рецептурних компонентів виконують замішування тіста до утворення однорідної пружної маси.

Замішане тісто залишається в діжі (11) для бродіння, під час якого відбуваються процеси накопичення продуктів бродіння, формування структури та набуття необхідних реологічних властивостей. Після завершення бродіння діжу встановлюють на діжеперекидач (12), за допомогою якого тісто подається до приймальної воронки тістоподільної машини (13).

У тістоподільній машині (13) тісто розділяється на шматки встановленої маси, після чого заготовки надходять до тістоокруглювача (15), де їм надається

куляста форма та ущільнюється поверхневий шар. Далі заготовки переміщуються до шафи попереднього вистоювання (19), де відбувається часткове відновлення структури тіста після механічного впливу обладнання.

Після вистоювання заготовки надходять до ротаційної печі (16), де проходять процес випікання. Під дією високої температури формується скоринка, закріплюється структура м'якушки та утворюються характерні смак і аромат готового виробу.

Готові батони після виходу з печі охолоджуються на контейнерах (17). Після досягнення необхідної температури продукція надходить на дільницю нарізання та пакування, де за допомогою хліборізки (20) та пакувальної машини (18) вироби нарізаються, упаковуються та маркуються.

Опис апаратурно-технологічної схеми виробництва булочок «Веснянка»

Підготовлену сировину з виробничого бункера (4) через дозатор борошна (5), автоматичні ваги (8) та дозувальну станцію (9) подають у тістомісильну машину (10). Замішування тіста здійснюють до отримання однорідної пластичної маси з рівномірним розподілом усіх компонентів. Температура тіста після замішування повинна становити 28–30 °С.

Після замішування тісто залишають для бродіння у діжі (11). У процесі бродіння відбувається накопичення вуглекислого газу, формування смаку та аромату майбутніх виробів, покращення фізико-хімічних властивостей тіста. Тривалість бродіння встановлюють відповідно до технологічних вимог рецептури.

Готове тісто за допомогою діжеперекидача (12) подають до приймальної лійки тістоподільної машини (13). Після поділу на шматки необхідної маси тістові заготовки надходять до тістоокруглювача (15), де набувають правильної форми. Далі заготовки стрічковим транспортером (14) подають на проміжне вистоювання для відновлення структури тіста після механічної обробки.

Після завершення проміжного вистоювання здійснюють остаточне формування булочок та укладають їх на листи. Сформовані заготовки направляють до вистоювальної шафи (19), де створюються оптимальні

температурно-вологісні умови для збільшення об'єму виробів та формування необхідної структури м'якушки.

Випікання булочок «Веснянка» проводять у ротаційній печі (16) за встановлених температурних режимів. У процесі випікання відбувається утворення скоринки, закріплення структури м'якушки та формування характерних смакових і ароматичних властивостей виробу.

Після виходу з печі готові булочки охолоджують на контейнерах (17) до температури навколишнього середовища. Під час охолодження завершується формування структури м'якушки та стабілізуються фізико-хімічні показники продукції.

Після охолодження вироби подають на ділянку пакування, де за допомогою пакувальної машини (18) здійснюють пакування та маркування готової продукції.

Паляниця «Тернопільська» виготовляється опарним способом із використанням густої опари, що забезпечує високі смакові властивості, добре розвинену пористість м'якушки та характерний аромат готового виробу.

Технологічний процес розпочинається з приготування густої опари. Для її замішування в діжу тістомісильної машини (10) подають приблизно 50 % борошна від загальної кількості за рецептурою за допомогою дозатора борошна (5). Одночасно через дозувальну станцію (9) вносять воду та дріжджову суспензію. Замішування опари триває 12–15 хвилин до утворення однорідної маси.

Після замішування опару залишають для бродіння в діжах (11) протягом 210–240 хвилин. У процесі дозрівання відбувається накопичення кислотності, активний розвиток дріжджової мікрофлори та формування характерного смаку і аромату майбутнього виробу. Температура опари підтримується в межах 27–29 °С, масова частка вологи становить близько 45 %, а кислотність до кінця бродіння досягає 3,0–3,5 град.

Після дозрівання опари здійснюють замішування тіста. До вибродженої опари в тістомісильну машину (10) подають решту борошна, розчин солі,

розчин цукру, маргарин та воду за допомогою дозатора борошна (5) і дозувальної станції (9). Замішування тіста триває близько 15 хвилин до отримання однорідної еластичної консистенції.

Замішене тісто залишають для бродіння в діжах (11) на 70–90 хвилин. За цей час у тісті продовжуються процеси газоутворення та накопичення смакоароматичних речовин, формується структура, необхідна для отримання виробів високої якості.

Після завершення бродіння тісто за допомогою діжеперекидача (12) подають до приймальної воронки тістоподільної машини (13). У тістоподільнику тісто розділяється на шматки заданої маси. Далі тістові заготовки стрічковим транспортером (14) подаються до тістоокруглювача (15), де набувають правильної округлої форми та рівномірної поверхні.

Сформовані заготовки стрічковим транспортером (14) подаються до вистоювальної шафи (19). У вистоювальній шафі відбувається остаточне вистоювання тістових заготовок. У цей період активно формується пориста структура м'якушки, а об'єм виробів збільшується на 50–70 %. Тривалість вистоювання становить 45–55 хвилин за температури 35–45 °С та відносної вологості повітря 75–80 %.

Після завершення вистоювання тістові заготовки подаються до ротаційної печі (16), де проходять процес випікання у зволоженому пекарному середовищі. Тривалість випікання становить близько 50 хвилин. Під час випікання формується характерна скоринка виробу, закріплюється структура м'якушки та остаточно утворюються смакові й ароматичні властивості паляниці.

Готові вироби надходять на стрічковий транспортер (14), де здійснюється контроль якості та відбракування продукції, що не відповідає встановленим вимогам. Після цього паляниці укладають у контейнери (17) для охолодження.

2.2 Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту

2.2.1 Таблиця вихідних даних для розрахунку запроєктованого асортименту

Таблиця 2.2 – Вихідні дані для розрахунків [7, 8].

Показники і параметри, одиниці виміру	Умовні позн-ня	Батон «Волинський»	Булочка «Веснянка»	Паляниця «Тернопільська»
1	2	3	4	5
Стандарт на готові вироби: Показники якості виробів:		ТУУ 15.8-00389676-001:2009	ТУУ 15.8 05415042 002:2011	ТУУ 46.22.022-95
Маса виробу, кг	$G_{\text{вир}}$	0,4	0,2	0,5
Вологість, % не більше	$W_{\text{в}}$	42	37	43
Кислотність, град, не більше	К	2,5	2,5	3,0
Пористість, % не менше	П	68	73	70
Розмір виробу, мм:				
Діаметр	d	-	-	-
Довжина	l	260	120	190
Ширина	b	100	80	190
Рецептура на 100 кг борошна, кг				
Борошно пшеничне вищого сорту	$G_{\text{б}}^{\text{в.с}}$	100	100	-
Борошно пшеничне першого сорту				100
Дріжджі хлібопекарські пресовані	$G_{\text{др}}$	2,0	3,0	2,0
Сіль кухонна харчова	$G_{\text{с}}$	1,5	1,0	2,0
Цукор – пісок	$G_{\text{ц}}$	-	10,0	-
Олія соняшникова	$G_{\text{ол}}$	2,0	-	
Маргарин столовий 82%	$G_{\text{м}}$	-	9,0	2,0
Патока	$G_{\text{п}}$	4,0	-	-
Виноград сушений	$G_{\text{в}}$		5,0	-
Куряче яйце в тісто, шт/кг	$G_{\text{я}}$	-	75/3	-
Разом	-	109,5	131,0	106,0

Продовження табл. 2.2

Основні показники технологічних режимів:				
Вологість опари, %	W_o	45	-	45
Вологість тіста, %	W_T	42,5	37	44
Плановий вихід, %	-	132,5	139,3	132,0
Тривалість бродіння опари, хв	T_o	-	-	240-270
Тривалість бродіння тіста, хв	T_T	40-60	40-80	60-90
Спосіб приготування	-	Безопарни й	Безопарний	Великі густі опари
Тривалість вистоювання, хв	$T_{\text{вис}}$	30-70	40-60	25-40
Тривалість випікання, хв	$T_{\text{вип}}$	24-26	18-22	40
Концентрація розчину солі	26			
Концентрація розчину цукру	50			
Кратність розведення дріжджів	1:3			
Марка печі				
Технологічні витрати і затрати:				
Втрати борошна до замішування тіста, % до маси борошна	g_b		0,02 – 0,06	
Втрати борошна від замішування до випікання, % до маси борошна	g_T		0,03 – 0,05	
Втрати сухих речовин на бродіння, % до сухих речовин тіста	$C_{\text{сух}}$		3,3	
Втрати борошна під час оброблення тіста, % до маси тіста	$g_{\text{обр}}$		0,6 – 1,0	
Втрати на упікання, % до маси тіста	$g_{\text{уп}}$		6,0 – 12,0	
Втрати під час укладання гарячого хліба, % до маси гарячого хліба	$g_{\text{укл}}$		0,5 – 0,8	
Втрати від усихання хліба, % до маси гарячого хліба	$g_{\text{ус}}$		2,5 – 4,0	
Масова частка крихт і лому, % до маси борошна	$g_{\text{кр}}$		0,03	
Втрати за рахунок не точності маси виробів, % до маси гарячого хліба	$g_{\text{шт}}$		0,04 – 0,05	

2.2.2 Підбір та розрахунок печей

Виробнича потужність лінії визначається на основі розрахунку потужності печей [7, 8].

Розраховую виробничу потужність печі для батону «Волинський»:

Спочатку здійснюю розрахунок кількості виробів по ширині та довжині листа.

Розраховую кількість виробів по довжині листа за формулою:

$$N_{\text{д}}^{\text{л}} = \frac{L' - a}{d + a} \quad (2.1)$$

де L' – довжина листа;

d – діаметр виробу;

a – відстань між виробами

$$N_{\text{д}}^{\text{л}} = \frac{900 - 40}{120 + 40} = 5,375 \text{ шт, приймаємо } 5 \text{ шт}$$

Розраховую кількість виробів по ширині листа за формулою:

$$n_{\text{ш}}^{\text{л}} = \frac{B' - a}{d + a} \quad (2.2)$$

де B' – ширина листа

$$n_{\text{ш}}^{\text{л}} = \frac{600 - 40}{260 + 40} = 1,87 \text{ шт, приймаємо } 2 \text{ шт}$$

Розрахунок годинної продуктивності здійснюється за формулою:

$$P_{\text{год}} = \frac{(N_{\text{д}}^{\text{л}} + n_{\text{ш}}^{\text{л}}) * n * g * 60}{t} \quad (2.3)$$

де n – кількість листів на контейнері;

g – маса виробу, кг;

t – час випікання, хв.

$$P_{\text{год}} = \frac{(5 * 2) * 18 * 0,4 * 60}{25} = 172,8 \text{ кг/год}$$

Продуктивність за добу для батона «Волинський» становитиме:

$$P_{\text{доб}} = P_{\text{год}} * T_{\text{печі}} \quad (2.4)$$

де $T_{\text{печі}}$ – кількість годин роботи печі, год. $T_{\text{печі}} = 18$ години при тризмінній роботі.

$$P_{\text{доб}} = 172,8 \times 23 = 3974,4 \text{ кг/доб}$$

Розраховую виробничу потужність печі для булочка «Веснянка»:

Кількість виробів по довжині листа:

$$N_{\text{д}}^{\text{л}} = \frac{900-20}{120+20} = 6,29 \text{ шт, приймаємо 6 шт}$$

Кількість виробів по ширині листа:

$$n_{\text{ш}}^{\text{в}} = \frac{600-20}{80+20} = 5,8 \text{ шт, приймаємо 5 шт}$$

Годинна продуктивність для булочка «Веснянка» становитиме:

$$P_{\text{год}} = \frac{(6*5)*9*0,2*60}{20} = 162,0 \text{ кг/год}$$

Продуктивність за добу буде:

$$P_{\text{доб}} = 162,0 \times 23 = 3726,0 \text{ кг/доб}$$

Здійснюю розрахунок виробничої потужності печі для паляниці «Тернопільська»:

За довжиною листа кількість виробів буде:

$$N_{\text{д}}^{\text{л}} = \frac{900-50}{190+50} = 3,54 \text{ шт, приймаємо 4 шт}$$

За шириною листа кількість виробів складає:

$$n_{\text{ш}}^{\text{в}} = \frac{600-50}{190+50} = 2,29 \text{ шт, приймаємо 2 шт}$$

Для паляниці «Тернопільська» продуктивність за годину буде:

$$P_{\text{год}} = \frac{(4*2)*18*0,5*60}{50} = 86,4 \text{ кг/год}$$

За добу продуктивність для даного виробу становить:

$$P_{\text{доб}} = 86,4 \times 23 = 1987,2 \text{ кг/доб}$$

Таблиця 2.3 – Добова продуктивність печей

№з/п	Марка печі	Асортимент виробів	Продуктивність за годину	Тривалість роботи печі за добу, год	Продуктивність за добу, кг
1	2	3	4	5	6
1		Батон «Волинський»	172,8	23	3974,4
2		Булочка «Веснянка»	162,0	23	3726,0

Продовження табл. 2.3

1	2	3	4	5	6
3		Паляниця «Тернопільська »	86,4	23	1987,2
Разом					9687,6

Будуємо графік роботи печі

№ печі	Марка печі	Години роботи					
		Перша зміна		Друга зміна		Третя зміна	
		7		15		23	
1		ІІІІІІІІІІІІІІІІ	X	ІІІІІІІІІІІІІІІІ	X	ІІІІІІІІІІІІІІІІ	X
2		ІІІІІІІІІІІІІІІІ	X	ІІІІІІІІІІІІІІІІ	X	ІІІІІІІІІІІІІІІІ	X
3		ІІІІІІІІІІІІІІІІ	X	ІІІІІІІІІІІІІІІІ	X	ІІІІІІІІІІІІІІІІ	X

Рис. 2.1. Графік роботи печей

Умовні позначення:

ІІІ- робота печі

X- профілактика

2.2.3 Розрахунок пофазних рецептур

Проводжу розрахунок пофазної рецептури для батона «Волинський»

Відповідно до нормативних вимог тісто для батона «Волинський» передбачено готувати безопарним способом. [10]

Масу тіста знаходжу за формулою:

$$G_T = \frac{G_{с.р} \cdot 100}{100 - W_T} \quad (2.5)$$

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

W_T – вологість тіста, %

Таблиця 2.4 – Співвідношення сухих речовин і вологи в сировині тіста

Сировина	Маса, кг	Вологість, %	Масова частка с. р, %	Масова частка с. р, кг
1	2	3	4	5
Борошно пшеничне в/с	100	14,5	85,5	85,5
Дріжджі х/п пресовані	2,0	75	25	0,5
Сіль кухонна харчова	1,5	-	-	1,5
Олія соняшникова	2,0	0,2	99,8	2,0
Патока	4,0	22,0	78	3,12
Разом				92,62

$$G_T = \frac{92,62 \cdot 100}{100 - 42,5} = 161,08 \text{ кг}$$

Необхідну сировину переводжу в розчини:

Сіль у розчин за формулою:

$$G_{c.p} = \frac{G_c \cdot 100}{C_{c.p}} \quad (2.6)$$

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

$$G_{c.p} = \frac{1,5 \cdot 100}{26} = 5,8 \text{ кг}$$

Маса води в сольовому розчині:

$$G_R^{c.p} = G_{c.p} - G_c \quad (2.7)$$

$$G_R^{c.p} = 5,8 - 1,5 = 4,3 \text{ кг}$$

Дріжджі в суспензію дріжджову:

$$G_{d.p} = G_{др} + G_{др} \times n \quad (2.8)$$

де n – кількість розведень

$$G_{др.c} = 2 + 2 \times 3 = 8 \text{ кг}$$

Кількість води в суспензії дріжджів:

$$G_R^{др.c} = G_{др.c} - G_{др} \quad (2.9)$$

$$G_R^{др.c} = 8 - 2 = 6 \text{ кг}$$

Кількість води на заміс тіста становить:

$$G_B^T = G_T - G_{сир} \quad (2.10)$$

$$G_B^T = 161,08 - 109,5 = 51,58 \text{ кг}$$

Обчислюю масу води в тісті з урахуванням замінів:

$$G_B^3 = G_B - [G_R^{c.p} + G_R^{dp.c}] \quad (2.11)$$

$$G_B^3 = 51,58 - [4,3+6] = 41,28 \text{ кг}$$

Таблиця 2.5 – Пофазна рецептура для виробництва для батона «Волинський», кг, на 100 кг борошна

Сировина і напівфабрикати	Маса, кг	Тісто
Борошно пшеничне вищого сорту	100	100
Дріжджова суспензія	8,0	8,0
Сольовий розчин	5,8	5,8
Олія соняшникова	2,0	2,0
Патока	4,0	4,0
Вода	41,28	41,28
Разом	161,08	161,08

Розрахунок пофазної рецептури для булочки «Веснянка»

Спосіб приготування тіста – безопарний

Таблиця 2.6 – Співвідношення сухих речовин і води в сировині тіста

Сировина	Маса, кг	Вологість, %	Масова частка с. р, %	Масова частка с. р, кг
1	2	3	4	5
Борошно пшеничне в/с	100	14,5	85,5	85,5
Дріжджі х/п пресовані	3,0	75	25	0,75
Сіль кухонна харчова	1,0	-	-	1,0
Цукор білий	10,0	0,15		9,98
Маргарин столовий	9,0	17	83	7,47
Виноград сушений	5,0	18	82	4,1
Яйця курячі в тісто, шт/кг	75/3	75,0	25	0,75
Разом				109,6

Вологість: тіста $W_T = 37,0 + 0,2 = 37,2 \%$;

Масу тіста знаходжу за формулою (2.5):

$$G_T = \frac{109,6 \cdot 100}{100 - 37,2} = 174,52 \text{ кг}$$

Сіль у розчин за формулою (2.6):

$$G_{c.p} = \frac{1,0 \cdot 100}{26} = 3,85 \text{ кг}$$

Маса води в сольовому розчині:

$$G_R^{c.p} = 3,85 - 1,0 = 2,85 \text{ кг}$$

Дріжджі в суспензію дріжджову:

$$G_{д.р} = G_{др} + G_{др} \times n \quad (2.8)$$

де n – кількість розведень

$$G_{др.с} = 3 + 3 \times 3 = 12 \text{ кг}$$

Кількість води в суспензії дріжджів:

$$G_{в}^{др.с} = G_{др.с} - G_{др} \quad (2.9)$$

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

Цукор розчиняю в розчин цукровий за формулою (2.6):

$$G_{ц.р} = \frac{10,0 \times 100}{50} = 20,0 \text{ кг}$$

Вага води в цукровому розчині (2.7):

$$G_{в}^{ц.р} = 20,0 - 10,0 = 10,0 \text{ кг}$$

Кількість води на заміс тіста становить:

$$G_{в}^T = G_T - G_{сир} \quad (2.10)$$

$$G_{в}^T = 174,52 - 131,0 = 43,52 \text{ кг}$$

Обчислюю масу води в тісті з урахуванням замін:

$$G_{в}^3 = G_{в} - [G_{в}^{ц.р} + G_{в}^{др.с}] \quad (2.11)$$

$$G_{в}^3 = 43,52 - [2,85 + 9 + 10] = 21,67 \text{ кг}$$

Таблиця 2.7 – Пофазна рецептура для виробництва булочки «Веснянка»,
кг, на 100 кг борошна

Сировина і напівфабрикати	Маса, кг	Тісто
Борошно пшеничне вищого сорту	100	100
Дріжджова суспензія	12,0	12,0
Сольовий розчин	3,85	3,85
Цукор білий	20,0	20,0
Маргарин столовий	9,0	9,0
Виноград сушений	5,0	5,0
Яйця курячі	3	3
Вода	21,67	21,67
Разом	174,52	174,52

Розрахунок пофазної рецептури для паляниці «Тернопільська»

Спосіб приготування – на густих опарах

Таблиця 2.8 – Співвідношення сухих речовин та вологи в сировині тіста паляниці «Тернопільська»:

Сировина	Маса, кг	Вологість, %	Частка с. р, %	Частка с. р, кг
1	2	3	4	5
Борошно пшеничне 1 сорту	100	14,5	85,5	85,5
Дріжджі х/п пресовані	2,0	75	25	0,5
Сіль кухонна	2,0	-	-	2,0
Маргарин столовий	2,0	17	18	1,66
Разом				89,66

Масу тіста знаходжу за формулою (2.5):

$$G_T = \frac{89,66 \cdot 100}{100 - 44} = 160,1 \text{ кг}$$

Кількість води на заміс тіста становить (2.10):

$$G_B^T = 160,1 - 106,0 = 54,1 \text{ кг}$$

Сіль у розчин за формулою (2.6):

$$G_{c.p} = \frac{2,0 \cdot 100}{26} = 7,7 \text{ кг}$$

Маса води в сольовому розчині (2.7):

$$G_R^{c.p} = 7,7 - 2,0 = 5,7 \text{ кг}$$

Дріжджі в суспензії дріжджову (2.8):

$$G_{др.с} = 2 + 2 \times 3 = 8 \text{ кг}$$

Кількість води в суспензії (2.9):

$$G_R^{др.с} = 8 - 2 = 6 \text{ кг}$$

З урахуванням заміні маса води в тісті становитиме (2.11):

$$G_B^3 = 54,1 - [5,7 + 6] = 42,4 \text{ кг}$$

Тісто для паляниці «Тернопільська» готують на основі великої густої опари (ВГО). Маса борошна в опарі від загального борошна в тісті 50 %. Обчислюю вихід опари (2.12):

$$G_o = \frac{43,25 \cdot 100}{100 - 45} = 78,6 \text{ кг}$$

Масу води в опарі розраховую за формулою():

$$G_B^o = 78,6 - 54,0 = 24,6 \text{ кг}$$

Таблиця 2.9 – Співвідношення сухих речовин та вологі в сировині опари:

Сировина	Маса, кг	Вологість, %	Маса сухих речовин в %	Маса сухих речовин в кг
1	2	3	4	5
Борошно пшеничне 1 сорту	50	14,5	85,5	42,75
Дріжджі х/п пресовані	2,0	75	25	0,5
Разом	72	-	-	43,25

Таблиця 2.10 – Пофазна рецептура для виробництва паляниці «Тернопільська», кг, на 100 кг борошна

Сировина і напівфабрикати	Маса, кг	Опара	Тісто
1	2	3	4
Борошно пшеничне 1 сорту	100,0	50,0	50,0
Дріжджовий концентрат	8,0	4,0	-
Розчин солі	7,7	-	7,7
Маргарин столовий	2,0	-	2,0
Опара	-	-	78,6
Вода	42,4	24,6	21,8
Всього	160,1	78,6	160,1

2.2.4 Розрахунок виходу виробів

Мінімально допустима кількість хліба, виготовленого зі 100 кг борошна – вихід хліба, визначається методом розрахунку виходу тіста, технологічними затратами та витратами при його виготовленні [7, 8].

Вихід плановий для батону «Волинський»:

$$V_x = G_T - (B_6 + B_T + Z_{бр} + Z_{обр} + Z_{уп} + Z_{укл} + Z_{ус} + B_{шт}), \quad (2.16)$$

де B_6 – втрати борошна до замішування напівфабрикатів;

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

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

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

$Z_{уп}$ – затрати під час упікання;

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

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

$V_{\text{шт}}$ – втрати від неточності маси хліба при приготування штучних виробів;

Згідно формули визначаю середньозволожену вологість сировини:

$$W = \frac{G_b \cdot W_b + G_{\text{др}} \cdot W_{\text{др}} + G_c + G_{\text{п}} \cdot W + G_m \cdot W}{G_b + G_{\text{др}} + G_c + G_{\text{п}} + G_m} \quad (2.17)$$

де $W_b + W_{\text{д}} + W_{\text{п}} + W_{\text{п}}$ – вологість борошна, дріжджів, маргарину..., %

$$W = \frac{100 \cdot 14,5 + 2,0 \cdot 75 + 1,5 \cdot 0,25 + 2,0 \cdot 0,2 + 4,0 \cdot 22}{109,5} = 15,42 \%$$

Обраховую масу тіста за формулою:

$$G_{\text{т}} = \frac{G_{\text{сир}} \cdot (100 + W_{\text{сир}})}{(100 - W_{\text{т}})} \quad (2.18)$$

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

$$G_{\text{т}} = 109,5 \times \frac{100 - 15,42}{100 - 42,5} = 161,09 \text{ кг}$$

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

Визначаю втрати борошна в тісті до замішування тіста B_b , кг:

$$B_b = \frac{g_b \cdot (100 - W_b)}{100 - W_{\text{т}}} \quad (2.19)$$

де g_b – втрати борошна до замішування напівфабрикатів, % до маси борошна; $g_b = 0,02-0,06 \%$ [8].

$$B_b = \frac{0,04 \cdot (100 - 14,5)}{100 - 42,5} = 0,06 \%$$

Визначаю втрати борошна і напівфабрикатів від замішування до випікання, $B_{\text{т}}$.

$$B_{\text{т}} = \frac{g_{\text{т}} \cdot (100 - W_{\text{сир}})}{100 - W_{\text{т}}} \quad (2.20)$$

де $g_{\text{т}}$ – втрати борошна до замішування напівфабрикатів, % до маси борошна; $g_{\text{т}} = 0,03-0,05 \%$ [8].

$W_{\text{сир}}$ – вологість середня, %

$$W_{\text{сир}} = \frac{W_{\text{т}} + W_b}{2} \quad (2.21)$$

$$W_{\text{сер}} = \frac{42,5 + 15,42}{2} = 28,96 \%$$

$$B_{\text{т}} = \frac{0,05 * (100 - 28,96)}{100 - 42,5} = 0,06 \%$$

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

$$Z_{\text{обр}} = \frac{g_{\text{обр}} * (W_{\text{т}} - W_{\text{б}})}{100 - W_{\text{т}}} \quad (2.22)$$

де $g_{\text{обр}}$ – затрати борошна під час оброблення тіста, % до маси борошна;
 $g_{\text{обр}} = 0,6 - 1\% [8]$.

$$Z_{\text{обр}} = \frac{1 * (42,5 - 14,5)}{100 - 42,5} = 0,49 \%$$

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

$$Z_{\text{бр}} = \frac{C_{\text{сух}} * 0,96 * (G_{\text{сир}} - g_{\text{обр}}) * (100 - W_{\text{сер}})}{1,96 * 100 * (100 - W_{\text{т}})^2} \quad (2.23)$$

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

$$Z_{\text{бр}} = \frac{0,95 * 3,3 * (109,5 - 0,425) * (100 - 28,96)}{1,96 * 100 * (100 - 42,5)^2} = 0,04 \%$$

Затрати від упікання, $Z_{\text{уп}}$, кг:

$$Z_{\text{уп}} = \frac{g_{\text{уп}} * [G_{\text{т}} - (W_{\text{б}} + W_{\text{т}} + Z_{\text{бр}} + Z_{\text{обр}})]}{100} \quad (2.24)$$

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

$$Z_{\text{уп}} = \frac{12 * [161,09 - (0,06 + 0,06 + 0,04)]}{100} = 19,3 \%$$

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

$$Z_{\text{укл}} = \frac{g_{\text{укл}} * [G_{\text{т}} - (W_{\text{б}} + W_{\text{т}} + Z_{\text{бр}} + Z_{\text{обр}} + Z_{\text{уп}})]}{100} \quad (2.25)$$

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

$$Z_{\text{укл}} = \frac{0,8 * [161,09 - (0,06 + 0,06 + 0,04 + 19,3)]}{100} = 1,13 \%$$

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

$$Z_{\text{ус}} = \frac{g_{\text{ус}} * [G_{\text{т}} - (W_{\text{б}} + W_{\text{т}} + Z_{\text{бр}} + Z_{\text{обр}} + Z_{\text{уп}} + Z_{\text{укл}})]}{100} \quad (2.26)$$

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

$$Z_{\text{ус}} = \frac{4,0 * [161,09 - (0,06 + 0,06 + 0,04 + 19,3 + 1,13)]}{100} = 5,62 \%$$

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

$$V_{шт} = \frac{g_{шт} * [G_T - (V_б + V_t + 3_{бр} + 3_{обр} + 3_{уп} + 3_{укл} + 3_{ус})]}{100} \quad (2.27)$$

де $g_{шт}$ – втрати внаслідок відхилення маси хліба, % до маси гарячого хліба; $g_{шт} = 0,4-0,5$ % [8].

$$V_{шт} = \frac{0,5 * [161,09 - (0,06 + 0,06 + 0,04 + 19,3 + 1,13 + 5,62)]}{100} = 0,674 \%$$

Витрати від крихт і лому, $V_{кр}$, кг:

$$V_{кр} = \frac{g_{кр} * [G - (V_б + V_t + 3_{бр} + 3_{обр} + 3_{уп} + 3_{укл} + 3_{ус} + V_{шт})]}{100} \quad (2.30)$$

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

$g_{кр} = 0,03$ %

$$V_{кр} = \frac{0,03 * [161,09 - (0,06 + 0,06 + 0,04 + 19,3 + 1,13 + 5,62 + 0,674)]}{100} = 0,04\%$$

Втрати від переробки браку, $V_{бр}$, кг:

$$V_{бр} = \frac{g_{бр} * [G_T - (V_б + V_t + 3_{бр} + 3_{обр} + 3_{уп} + 3_{укл} + 3_{ус} + V_{шт} + V_{кр})]}{100} \quad (2.31)$$

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

$g_{бр} = 0,02$ %

Таблиця 2.11 – Зведена таблиця розрахунку виходу батону «Волинський»:

Види втрат і витрат при заданих технологічних умовах	Вихідні дані для розрахунку виходу булки		Втрати і витрати у перерахунку до тіста	
	Позначення	Величина	Позначення	Величина
1	2	3	4	5
Вихід тіста	g_T %	161,09	-	-
Втрати борошна до приготування тіста за умови безтарного зберігання	$g_б$, % до маси борошна	0,04	$V_б$	0,06
Втрати борошна і тіста у разі приготування в тістовому агрегаті	g_T , % до маси тіста	0,05	V_T	0,06
Витрати сухих речовин на бродіння за умови приготування тіста на рідких заквасках	$g_{сух}$ % до СР тіста	3,3	$3_{бр}$	0,04
Витрати борошна під час оброблення тіста	$g_{обр}$, % до маси борошна	1	$3_{обр}$	0,49
Витрати на упікання	$g_{уп}$, % до маси тіста	12	$3_{уп}$	19,3

Продовження табл. 2.11

1	2	3	4	5
Витрати під час укладання гарячого хліба	$g_{укл}$, % до маси гарячого хліба	0,8	$З_{укл}$	1,13
Витрати від усихання хліба	$g_{ус}$, % до маси гарячого хліба	4,0	$З_{ус}$	5,62
Втрати за рахунок неточної маси виробів	$g_{шт}$, % до маси гарячих виробів	0,5	$В_{шт}$	0,674
Втрати з крихтами і ломом	$g_{кр}$, % до маси борошна	0,03	$В_{кр}$	0,04
Втрати від перероблення браку	$g_{бр}$, % до маси борошна	0,02	$В_{бр}$	0,03
Всього втрат і витрат у розмірності виходу тіста	-	-	-	27,444

$$В_{бр} = \frac{0,02 * [161,09 - (0,06 + 0,06 + 0,04 + 19,3 + 1,13 + 5,62 + 0,674 + 0,04)]}{100} = 0,03\%$$

Таким чином, для батона «Волинський» передбачений вихід становитиме:

$$V_x = 161,09 - 0,06 + 0,06 + 0,04 + 19,3 + 1,13 + 5,62 + 0,674 + 0,04 + 0,03) = 134,14 \%$$

Розрахунковий вихід становить 134,14 %, плановий становить 132,5 %.

Проводжу розрахунок фактичного виходу булочки «Веснянка»:

Кількість вологи в сировині тіста булочки «Веснянка» визначаю за формулою (2.17):

$$W_{сир} = \frac{100 * 14,5 + 3,0 * 75 + 1,0 + 10,0 * 0,15 + 9,0 * 17 + 5,0 * 18 + 3 * 75}{131,0} = 16,38 \%$$

Масу тіста визначаю за формулою (2.18):

$$C_T = \frac{131,0 * (100 - 16,38)}{100 - 37,2} = 174,43 \text{ кг}$$

Обчислюю втрати борошна в тісті до замішування тіста V_6 , кг за формулою (2.19):

$$V_6 = \frac{0,03 * (100 - 14,5)}{100 - 37,2} = 0,041\%$$

Розраховую втрати борошна і напівфабрикатів від замішування до випікання, V_T , кг за формулами (2.20 – 2.21):

$$W_{\text{сер}} = \frac{37,2+16,38}{2} = 26,79 \%$$

$$B_{\text{т}} = \frac{0,04*(100-26,79)}{100-37,2} = 0,047 \%$$

За формулою (2.22) визначаю затрати на оброблення тіста $Z_{\text{обр}}$:

$$Z_{\text{обр}} = \frac{1*(37,2-14,5)}{100-37,2} = 0,36 \%$$

Визначаю за формулою (2.23) витрати при бродінні напівфабрикатів, $Z_{\text{бр}}$, кг:

$$Z_{\text{бр}} = \frac{0,95*3,3*(131,0-0,36)*(100-26,79)}{1,96*100*(100-37,2)^2} = 3,88 \%$$

Затрати від упікання, $Z_{\text{уп}}$, кг за формулою (2.24):

$$Z_{\text{уп}} = \frac{12*[174,43-(0,041+0,047+0,36+3,88)]}{100} = 20,41 \%$$

За формулою (2.25) розраховую затрати під час укладання, $Z_{\text{укл}}$, кг:

$$Z_{\text{укл}} = \frac{0,8*[174,43-(0,041+0,047+0,36+3,88+20,41)]}{100} = 1,20 \%$$

У відповідності до формули (2.26) розраховую затрати від усихання, $Z_{\text{ус}}$, кг:

$$Z_{\text{ус}} = \frac{4,0*[174,43-(0,041+0,047+0,36+3,88+20,41+1,20)]}{100} = 5,94 \%$$

Втрати від неточності маси штучних виробів, $B_{\text{шт}}$, кг розраховую за формулою (2.27):

$$B_{\text{шт}} = \frac{0,5*[174,43-(0,041+0,047+0,36+3,88+20,41+1,29+5,94)]}{100} = 0,71 \%$$

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

$$B_{\text{кр}} = \frac{0,03*[174,43-(0,041+0,047+0,36+3,88+20,41+1,29+5,94+0,71)]}{100} = 0,04\%$$

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

$$B_{\text{бр}} = \frac{0,02*[174,45-(0,041+0,047+0,36+3,88+20,41+1,29+5,94+0,71+0,04)]}{100} = 0,03 \%$$

За формулою (2.16) здійснюю розрахунок фактичного виходу булочка «Веснянка»:

$$B_x = 174,43 - (0,041 + 0,047 + 0,36 + 3,88 + 20,41 + 1,29 + 5,94 + 0,71 + 0,04 + 0,03) \\ = 141,68 \%$$

Розрахунковий вихід становить 141,68 %, плановий становить 139,3 %.

Таблиця 2.12 – Зведена таблиця розрахунку виходу булочка «Веснянка»:

Види втрат і витрат при заданих технологічних умовах	Вихідні дані для розрахунку виходу батона		Втрати і витрати у перерахунку до тіста	
	Позначення	Величина	Позначення	Величина
1	2	3	4	5
Вихід тіста	g_t %	174,43	-	-
Втрати борошна до приготування тіста за умови безтарного зберігання	g_b , % до маси борошна	0,03	B_b	0,041
Втрати борошна і тіста у разі приготування в тістовому агрегаті	g_t , % до маси тіста	0,04	B_t	0,047
Витрати сухих речовин на бродіння за умови приготування тіста на рідких заквасках	$g_{сух}$ % до СР тіста	2,2	$З_{бр}$	0,36
Витрати борошна під час оброблення тіста	$g_{обр}$, % до маси борошна	1	$З_{обр}$	3,88
Витрати на упікання	$g_{уп}$, % до маси тіста	12	$З_{уп}$	20,41
Витрати під час укладання гарячого хліба	$g_{укл}$, % до маси гарячого хліба	0,8	$З_{укл}$	1,20
Витрати від усихання хліба	$g_{ус}$, % до маси гарячого хліба	4	$З_{ус}$	5,94
Втрати за рахунок неточної маси виробів	$g_{шт}$, % до маси гарячих виробів	0,5	$B_{шт}$	0,71
Втрати з крихтами і ломом	$g_{кр}$, % до маси борошна	0,019	$B_{кр}$	0,04
Втрати від перероблення браку	$g_{бр}$, % до маси борошна	0,012	$B_{бр}$	0,03
Всього втрат і витрат у розмірності виходу тіста	-	-	-	32,658

Обчислюю фактичний вихід виробу для паляниці «Тернопільська»:

Частку вологи в сировині знаходжу за формулою (2.17):

$$W_{\text{сир}} = \frac{100 \cdot 14,5 + 2,0 \cdot 75 + 2,0 + 2,0 \cdot 17}{106,0} = 15,43 \%$$

Знаходжу масу тіста за формулою (2.18):

$$C_{\text{т}} = \frac{106,0 \cdot (100 - 15,43)}{100 - 44} = 160,08 \text{ кг}$$

Визначаю за формулою (2.19) втрати борошна і напівфабрикатів від замішування тіста B_6 , кг:

$$B_6 = \frac{0,02 \cdot (100 - 14,5)}{100 - 44} = 0,03 \%$$

Розраховую втрати борошна і напівфабрикатів від замішування до випікання $B_{\text{т}}$, кг згідно формул (2.20 – 2.21):

$$W_{\text{сер}} = \frac{44 + 15,43}{2} = 29,72 \%$$

$$B_{\text{т}} = \frac{0,05 \cdot (100 - 29,72)}{100 - 44} = 0,063 \%$$

Визначаю затрати на оброблення тіста $З_{\text{обр}}$, кг (2.22):

$$З_{\text{обр}} = \frac{1 \cdot (44 - 14,5)}{100 - 44} = 0,53 \%$$

Здійснюю розрахунок втрат при бродінні напівфабрикатів $З_{\text{бр}}$, кг (2.23):

$$З_{\text{бр}} = \frac{0,95 \cdot 3,3 \cdot (106,0 - 0,53) \cdot (100 - 15,43)}{1,96 \cdot 100 \cdot (100 - 44)^2} = 4,55 \%$$

Визначаю затрати від упікання $З_{\text{уп}}$, кг у відповідності до формули (2.24):

$$З_{\text{уп}} = \frac{12 \cdot [106,0 - (0,03 + 0,063 + 0,53 + 4,55)]}{100} = 15,57 \%$$

Затрати при укладання $З_{\text{укл}}$, кг за формулою (2.25) становитимуть:

$$З_{\text{укл}} = \frac{0,8 \cdot [106,0 - (0,03 + 0,063 + 0,53 + 4,55 + 15,57)]}{100} = 0,68 \%$$

Затрати від усихання $З_{\text{ус}}$, кг по формулі (2.26) будуть:

$$З_{\text{ус}} = \frac{4,0 \cdot [106,0 - (0,03 + 0,063 + 0,53 + 4,55 + 15,57 + 0,68)]}{100} = 5,58 \%$$

Визначаю втрати від неточної маси штучних виробів $B_{\text{шт}}$, кг згідно формули (2.27):

$$B_{\text{шт}} = \frac{0,6 \cdot [106,0 - (0,03 + 0,063 + 0,53 + 4,55 + 15,57 + 0,68 + 5,58)]}{100} = 0,47 \%$$

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

$$В_{кр} = \frac{0,03 * [106,0 - (0,03 + 0,063 + 0,53 + 4,55 + 15,57 + 0,68 + 5,58 + 0,47)]}{100} = 0,02\%$$

Втрати від переробки браку, $В_{бр}$, кг:

$$В_{бр} = \frac{0,02 * [106,0 - (0,03 + 0,063 + 0,53 + 4,55 + 15,57 + 0,68 + 5,58 + 0,47 + 0,02)]}{100} = 0,02\%$$

Таблиця 2.13 – Зведена таблиця розрахунку виходу паляниця «Тернопільська»:

Види втрат і витрат при заданих технологічних умовах	Вихідні дані для розрахунку виходу хали		Втрати і витрати у перерахунку до тіста	
	Позначення	Величина	Позначення	Величина
1	2	3	4	5
Вихід тіста	g_T , %	160,08	-	-
Втрати борошна до приготування тіста за умови безтарного зберігання	g_b , % до маси борошна	0,02	B_b	0,03
Втрати борошна і тіста у разі приготування в тістовому агрегаті	g_T , % до маси тіста	0,05	B_T	0,063
Витрати сухих речовин на бродіння за умови приготування тіста на рідких заквасках	$g_{сук}$ % до СР тіста	3,3	$З_{бр}$	4,55
Витрати борошна під час оброблення тіста	$g_{обр}$, % до маси борошна	1	$З_{обр}$	0,53
Витрати на упікання	$g_{уп}$, % до маси тіста	12	$З_{уп}$	15,57
Витрати під час укладання гарячого хліба	$g_{укл}$, % до маси гарячого хліба	0,8	$З_{укл}$	0,68
Витрати від усихання хліба	$g_{ус}$, % до маси гарячого хліба	4,0	$З_{ус}$	5,58
Втрати за рахунок неточної маси виробів	$g_{шт}$, % до маси гарячих виробів	0,6	$B_{шт}$	0,47
Втрати з крихтами і ломом	$g_{кр}$, % до маси борошна	0,03	$B_{кр}$	0,02
Втрати від перероблення браку	$g_{бр}$, % до маси борошна	0,02	$B_{бр}$	0,02
Всього втрат і витрат у розмірності виходу тіста	-	-	-	27,513

Передбачений вихід для паляниця «Тернопільська»: становитиме (2.16):

$$B_{\phi} = 160,08 - (0,03 + 0,063 + 0,53 + 4,55 + 15,57 + 0,68 + 5,58 + 0,47 + 0,02 + 0,02) = 132,57 \%$$

Вихід плановий для паляниці «Тернопільська» згідно літературних даних 132,0%. З огляду на це, можна зробити висновок, що фактичний вихід перевищує плановий.

2.2.5 Розрахунок виробничих рецептур і підбір технологічних параметрів

Для батону «Волинський» тісто готуємо безопарно у тістомісильній машині.

Обрахунок кількості діж та ритму замішування проводжу виходячи з витрат борошна за годину для замісу напівфабрикату.

Перш за все обраховую масу борошна, що максимально може бути завантажено у діжу $G_{\text{д}}^{\text{б}}$, кг, за формулою [8]:

$$G_{\text{д}}^{\text{б}} = \frac{V_{\text{д}} * q}{100}, \quad (2.28)$$

де $V_{\text{д}}$ – об'єм діжі, дм^3 ; $V_{\text{д}} = 260 \text{ дм}^3$

q – норма завантаження борошна на 100 дм^3 об'єму діжі, кг, $q = 30$.

$$G_{\text{д}}^{\text{б}} = \frac{260 * 30}{100} = 78 \text{ кг/год}$$

Згодом, у відповідності до формули розраховую необхідну кількість діж для забезпечення годинної продуктивності печі:

$$G_{\text{год}} = \frac{P_{\text{год}} * 100}{B_{\text{п}}}, \text{ кг/год} \quad (2.29)$$

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

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

$$G_{\text{год}} = \frac{172,8 * 100}{132,5} = 130,4 \text{ кг/год}$$

$$D_{\text{год}} = \frac{G_{\text{б}}^{\text{год}}}{G_{\text{б}}^{\text{д}}} \quad (2.30)$$

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

$$D_{\text{год}} = \frac{130,4}{78} \approx 1,67 = 2 \text{ шт}$$

Приймаємо 2 діжі.

Тоді, за формулою ритм замішування, хв, для тіста дорівнює:

$$r = \frac{60}{D_{\text{год}}} \quad (2.31)$$

$$r = \frac{60}{2} = 30 \text{ хв}$$

Кількість діж розраховують, виходячи з їх зайнятості на замішування і бродіння напівфабрикатів [8].

Зайнятість діж t_d хв, обчислюють за формулою:

$$t_d^T = t_{\text{зам}}^T + t_{\text{бр}}^T + t_{\text{зам}}^O + t_{\text{бр}}^O + t_{\text{дод}} \quad (2.32)$$

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

$t_{\text{бр}}^T, t_{\text{бр}}^O$ – тривалість бродіння тіста/опари, хв

$$t_d^T = 8 + 90 + 10 + 10 + 5 = 123 \text{ хв}$$

Необхідну кількість діж для приготування напівфабрикатів визначаю за формулою:

$$D_T = \frac{t_d^T}{r} \quad (2.33)$$

$$D_T = \frac{280}{30} \approx 4,1 = 4 \text{ шт}$$

Отже на технологічний процес потрібно дві тістомісильні машини та 4 діж.

Температуру води для замішування напівфабрикату t_B^O , °C, обчислюю за формулою:

$$t_B^O = t_O + \frac{G_6^T * C_6 * (t_T - t_6)}{G_R / \Phi * C_B} + n \quad (2.34)$$

де t_O – задана температура опари та тіста, °C, $t_O = 26$ °C; $t_T = 31$ °C;

G_6^O – кількість борошна в опарі, кг;

G_6^T – кількість борошна в тісті, кг;

t_6 – температура борошна, °C;

C_O – теплоємність напівфабрикату, кДж×К, обчислюють за формулою;

G_O – кількість напівфабрикату, кг;

G_B^T – кількість води, внесеної у тісто, кг.

G_B^O – кількість води, внесеної в опару, кг

$$t_B^O = 28 + \frac{50 \cdot 1,257 \cdot (28 - 20)}{41,28 \cdot 4,19} + 1 = 31,9 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Також у таблицю технологічних режимів приготування виробу вносимо розрахункову величину маси шматків $n_{\text{шм}}^T$, кг, з урахуванням прийнятих технологічних затрат на упікання та усихання:

$$n_{\text{шм}}^T = \frac{G_{\text{хл}} \cdot 100 \cdot 100}{(100 - G_{\text{уп}}) \cdot (100 - G_{\text{ус}})} \quad (2.37)$$

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

$G_{\text{уп}}$ – упікання, %

$G_{\text{ус}}$ – усихання, %

$$n_{\text{шм}}^T = \frac{0,4 \cdot 100 \cdot 100}{(100 - 19,3) \cdot (100 - 5,62)} = 0,53 \text{ кг}$$

Таблиця 2.14 – Технологічний режим приготування батону «Волинський»

Параметри процесів	Одиниці виміру	Тісто
Початкова температура	$^{\circ}\text{C}$	28-30
Кінцева кислотність	град	2,5-3,0
Вологість	%	43
Тривалість бродіння	хв	40-60
Маса шматків тіста	кг	0,53
Тривалість вистоювання	хв	30-70
Температура у вистійній шафі	$^{\circ}\text{C}$	35-40
Відносна вологість у вистійній шафі	%	70
Тривалість випікання	хв	24-26
Температура пекарної камери	$^{\circ}\text{C}$	180-220

Для замісу тіста для булочки «Веснянка» обрано безопарний спосіб замісу тіста.

Згідно до формули (2.28) обраховую максимальну масу борошна, що може бути завантажена у діжу G_D^B , кг:

$$G_D^B = \frac{260 \cdot 32}{100} = 83,2 \text{ кг/год}$$

Тоді, за формулами (2.29) та (2.30) розраховую кількість діж необхідних для забезпечення годинної продуктивності печі:

$$G_{\text{год}} = \frac{162,0 \cdot 100}{147,0} = 110,2 \text{ кг/год}$$

$$D_{\text{год}} = \frac{110,2}{83,2} \approx 1,32 = 2 \text{ шт}$$

Далі за формулою (2.31) ритм замішування, хв, дорівнює:

$$r = \frac{60}{1} = 60 \text{ хв}$$

Зайнятість діжі, тд, хв, обчислюю за формулою (2.32):

$$t_{\text{д}}^{\text{T}} = 10 + 60 + 8 + 180 + 15 = 273 \text{ хв}$$

Необхідну кількість діж для приготування тіста визначаю за формулою (2.33):

$$D_{\text{т}} = \frac{273}{60} \approx 4,55 = 4 \text{ шт}$$

Для забезпечення технологічного процесу потрібно тістомісильна машина та 4 діжі.

Роблю розрахунок температури води на замішування тіста $t_{\text{в}}^{\text{T}}$, °С, за формулою (2.34):

$$t_{\text{в}}^{\text{T}} = 28 + \frac{50 \cdot 1,257 \cdot (28 - 15)}{45,76 \cdot 4,19} + 1 = 33,3 \text{ °С}$$

Знаходжу величину шматків тіста з урахуванням затрат на упікання та усування за формулою (2.37):

$$n_{\text{шм}}^{\text{T}} = \frac{0,2 \cdot 100 \cdot 100}{(100 - 23,2) \cdot (100 - 6,75)} = 0,28 \text{ кг}$$

Таблиця 2.15 – Технологічний режим приготування булочки «Веснянка»

Параметри процесів	Одиниці виміру	Диспергована фаза	Тісто
Початкова температура	°С	28-32	27-31
Кінцева кислотність	град		2,0
Вологість	%	60-65	37,2
Тривалість бродіння	хв	30-40	40-80
Маса шматків тіста	кг		0,28
Тривалість вистоювання	хв		40-60
Температура у вистійній шафі	°С		27-30
Відносна вологість у вистійній шафі	%		75
Тривалість випікання	хв		18-22
Температура пекарної камери	°С		190-200

Густа опара і тісто для паляниці «Тернопільської» замішуються періодичним способом в тістомісильних машинах марки, коефіцієнт перерахунку опари і тіста K_t розраховується за формулою.

$$K = \frac{V \cdot q}{100 \cdot 100} \quad (2.35)$$

де V – робочий об'єм ємності, л;

q – норма завантаження борошна на 100л геометричного об'єму, кг

$$K = \frac{330 \cdot 30}{100 \cdot 100} \approx 0,99 = 1$$

Розраховую масу борошна, що максимально може бути завантажено у діжу G_d^b , кг, за формулою (2.28):

$$G_d^b = \frac{260 \cdot 30}{100} = 78,0 \text{ кг/год}$$

Потім, у відповідності з формулами (2.29) та (2.30) розраховую необхідну кількість діж для забезпечення годинної продуктивності печі:

$$G_{\text{год}} = \frac{172,8 \cdot 100}{132} = 130,9 \text{ кг/год}$$

$$D_{\text{год}} = \frac{130,9}{78,0} \approx 1,68 = 2 \text{ шт}$$

Необхідно 2 діжі.

Тоді, за формулою ритм замішування, хв, дорівнює (2.31):

$$r = \frac{60}{1} = 60 \text{ хв}$$

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

Зайнятість діж t_d хв, обчислюють за формулою (2.32):

$$t_d^T = 10 + 180 + 10 + 10 + 5 = 215 \text{ хв}$$

Необхідну кількість діж для приготування тіста визначаю за формулою (2.33):

$$D_T = \frac{215}{60} = 3,35 \text{ шт, приймаємо 3 шт}$$

Отже на технологічний процес потрібно дві тістомісильні машини та 3 діжі.

Температуру води для замішування напівфабрикату t_B^o °С, обчислюю за формулою (2.34):

$$t_B^o = 26 + \frac{50 \cdot 1,257 \cdot (30 - 20)}{24,6 \cdot 4,19} + 1 = 33,1 \text{ °С}$$

Обчислюю температуру води на замішування тіста, t_B^T , °С (2.35):

Розраховую теплоємність напівфабрикату, $C_{н/ф}$ (опари) за формулою (2.36):

$$C_{н/ф} = \frac{50 \cdot 1,257 + 24,6 \cdot 4,19}{106,0} = 1,57 \text{ кДж/кг} \cdot \text{К}$$

$$t_B^T = 30 + \frac{50 \cdot 1,257 \cdot (30 - 20)}{6,0 \cdot 4,19} + \frac{106,0 \cdot 1,97 \cdot (30 - 26)}{24,6 \cdot 4,19} = 63,1 \text{ °С}$$

Також у таблицю технологічних режимів приготування виробу записую розрахункову величину маси шматків $n_{шм}^T$, кг, з урахуванням прийнятих технологічних затрат на упікання та усихання (2.37):

$$n_{шм}^T = \frac{0,5 \cdot 100 \cdot 100}{(100 - 16,8) \cdot (100 - 5,41)} = 0,63 \text{ кг}$$

Таблиця 2.16 – Технологічний режим приготування паляниці «Тернопільської»

Параметри процесів	Одиниці виміру	Опара	Тісто
1	2	3	4
Початкова температура	°С	27-28	28-30
Тривалість бродіння	°С	240-270	60-90
Кінцева кислотність	град	3,0-4,0	3,0-4,0
Вологість	%	45	44
Маса шматків тіста	кг	-	0,63
Тривалість вистоювання	хв	-	25-40
Температура у вистійній шафі	°С	-	35-40
Відносна вологість у вистійній шафі	%	-	70
Тривалість випікання	хв	-	40
Температура пекарної камери	°С	-	240-250

2.3 Розрахунок витрат і запасів сировини

Проводжу розрахунок витрат сировини для батона «Волинський»:

Здійснюю розрахунок добової потреби борошна:

$$G_6^{\text{доб}} = G_6^{\text{год}} \times 23 \quad (2.38)$$

$$G_6^{\text{доб}} = 172,8 \times 23 = 3974,4 \text{ кг/доб}$$

Розраховую добову витрату дріжджів за формулою:

$$G_{\text{др}}^{\text{доб}} = \frac{G_6^{\text{доб}} * C}{100} \quad (2.39)$$

$$G_{\text{др}}^{\text{доб}} = \frac{3974,4 * 2,0}{100} = 79,5 \text{ кг/доб}$$

Обчислюю добову витрату солі, кг:

Щоб розрахувати добову витрату солі використовую показник витрати товарної кухонної солі, G_c^T , % до маси борошна, який обчислюю за формулою:

$$G_c^T = \frac{C_s * 100}{(100 - W_c) * \frac{100 - 0,85}{100} - 0,6 * H} \quad (2.40)$$

$$G_c^T = \frac{1,5 * 100}{(100 - 0,25) * \frac{100 - 0,85}{100} - 0,6 * 0,85} = 1,53 \text{ кг}$$

$$G_c^{\text{доб}} = \frac{G_6^{\text{доб}} * G_c^T}{100} \quad (2.41)$$

$$G_c^{\text{доб}} = \frac{3974,4 * 1,53}{100} = 60,8 \text{ кг/доб}$$

Розраховую добову потребу олії соняшникової за формулою (2.39):

$$G_{\text{ол}}^{\text{доб}} = \frac{3974,4 * 2,0}{100} = 79,5 \text{ кг/доб}$$

Проводжу розрахунок добової потреби патоки:

$$G_{\text{п}}^{\text{доб}} = \frac{3974,4 * 4,0}{100} = 159,0 \text{ кг/доб}$$

Обраховую добові витрати сировини для булочки «Веснянка»:

За формулою (2.38) добова потреба борошна дорівнює:

$$G_6^{\text{доб}} = 162,0 \times 23 = 3726,0 \text{ кг/доб}$$

Знаходжу добову витрату дріжджів за формулою (2.39):

$$G_{\text{др}}^{\text{доб}} = \frac{3726,0 * 3,0}{100} = 111,8 \text{ кг/доб}$$

Потреби на добу солі, кг (2.41):

$$G_c^T = \frac{1,0 * 100}{(100 - 0,25) * \frac{100 - 0,85}{100} - 0,6 * 0,85} = 1,02 \text{ кг}$$

$$G_{\text{с}}^{\text{доб}} = \frac{3726,0 * 1,02}{100} = 38,01 \text{ кг/доб}$$

Розраховую добові затрати маргарину за формулою (2.39):

$$G_{\text{м}}^{\text{доб}} = \frac{3726,0 * 9,0}{100} = 335,34 \text{ кг/доб}$$

Роблю розрахунок потреби цукру на добу:

$$G_{\text{ц}}^{\text{доб}} = \frac{3726,0 * 10,0}{100} = 372,60 \text{ кг/доб}$$

Роблю розрахунок потреби яйця курячого на добу:

$$G_{\text{яй}}^{\text{доб}} = \frac{3726,0 * 3,0}{100} = 111,78 \text{ кг/доб}$$

Роблю розрахунок потреби винограду сушеного на добу:

$$G_{\text{вин}}^{\text{доб}} = \frac{3726,0 * 5,0}{100} = 186,30 \text{ кг/доб}$$

Таблиця 2.17 – Добові витрати сировини

Сировина	Батон «Волинський»	Булочка «Веснянка»	Паляниця «Тернопільська»	Разом
Борошно пшеничне в/с	3974,4	3726,0	-	7700,4
Борошно пшеничне 1 сорт	-	-	1987,2	1987,2
Дріжджі х/п пресовані	79,5	111,8	39,7	231,0
Сіль кухонна харчова	60,8	38,01	40,3	139,11
Цукор білий	-	372,6	-	372,6
Маргарин	-	335,34	39,7	375,04
Олія соняшникова	79,5	-	-	79,5
Яйця	-	111,78	-	111,78
Патока	159,0	-	-	159,0
Виноград сушений	-	186,3	-	186,3

Розраховую витрати сировини, що потрібна для виробництва паляниці «Тернопільська»:

За формулою (2.38) добова потреба борошна дорівнює:

$$G_{\text{б}}^{\text{доб}} = 86,4 \times 23 = 1987,2 \text{ кг/доб}$$

Знаходжу добову витрату дріжджів у відповідності до формули (2.39):

$$G_{\text{др}}^{\text{доб}} = \frac{1987,2 * 2,0}{100} = 39,7 \text{ кг/доб}$$

Солі на добу згідно формули (2.41) потрібно:

$$G_{\text{с}}^{\text{т}} = \frac{2,0 * 100}{(100 - 0,25) * \frac{100 - 0,85}{100} - 0,6 * 0,85} = 2,03 \text{ кг}$$

$$G_{\text{с}}^{\text{доб}} = \frac{1987,2 * 2,03}{100} = 40,3 \text{ кг/доб}$$

Розраховую добову потребу маргарину за формулою (2.39):

$$G_{\text{м}}^{\text{доб}} = \frac{1987,2 * 2,0}{100} = 39,7 \text{ кг/доб}$$

2.4 Розрахунок площ основних та допоміжних приміщень

Таблиця 2.18 – Складський запас сировини

Найменування сировини	Добові витрати	Спосіб зберігання	Запас, діб	Необхідний запас сировини
Борошно пшеничне вищого сорту	7700,4	В мішках	7	53902,8
Борошно пшеничне першого сорту	1987,2	В мішках	7	13910,4
Дріжджі хлібопекарські пресовані	231,0	В ящиках на полицях	3	693,0
Сіль кухонна харчова	139,11	В мішках	15	2086,65
Цукор білий	372,6	В мішках	15	5589,0
Маргарин	375,04	В ящиках на полицях	5	1875,2
Олія соняшникова	79,5	В цистернах	15	1192,5
Яйця	111,78	В ящиках на полицях	3	335,34
Патока	159,0	В цистернах	15	2385,0
Виноград сушений	186,3-	В ящиках на полицях	15	2794,5

Здійснюю розрахунок площ необхідних для зберігання сировини:

Розраховую площу для зберігання борошна:

$$F = \frac{G_6 * f}{g * k} * \mu \quad (2.42)$$

де G_6 – маса борошна, що зберігається, кг;

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

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

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

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

Борошно вищого сорту

$$F = \frac{53902,8 * (1,25 * 1,0)}{50 * 24} * 1,25 = 70,2 \text{ м}^2$$

Борошно першого сорту

$$F = \frac{13910,4 * (1,25 * 1,0)}{50 * 24} * 1,25 = 18,1 \text{ м}^2$$

Розраховую потрібну площу складу для сировини за формулою:

$$F_c = \frac{G_{\text{зап}}}{g_{\text{сер}}} \quad (2.43)$$

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

$g_{\text{сер}}$ – середнє навантаження на 1 м^2 , кг/м^2 (для солі – 800, для цукру – 800, для маргарину – 400, для дріжджів – 540, для патоки – 660) [8].

Площа складу для солі:

$$F_c^c = \frac{2086,65}{800} = 2,6 \text{ м}^2$$

Площа для цукру – піску:

$$F_c^c = \frac{5589,0}{800} = 6,9 \text{ м}^2$$

Для маргарину столового:

$$F_m^c = \frac{1875,2}{400} = 4,69 \text{ м}^2$$

Для олії соняшnikової :

$$F_m^c = \frac{1192,5}{660} = 1,8 \text{ м}^2$$

Для патоки:

$$F_{\text{п}}^{\text{с}} = \frac{2385,0}{660} = 3,6 \text{ м}^2$$

Площа для зберігання яєць:

$$F_{\text{я}}^{\text{с}} = \frac{335,34}{300} = 1,12 \text{ м}^2$$

Для винограду сушеного:

$$F_{\text{м}}^{\text{с}} = \frac{2794,5}{800} = 3,49 \text{ м}^2$$

Розраховую необхідну площу холодильної камери для зберігання дріжджів:

$$F_{\text{др}}^{\text{с}} = \frac{693,0}{540} = 1,3 \text{ м}^2$$

Таблиця 2.19 – Розрахунок площі складу тарного зберігання сировини

Вид сировини	Необхідний запас, т	Середнє навантаження	Площа для зберігання, м ²
1	2	3	4
Борошно пшеничне вищого сорту	54	-	F = 70,2
Борошно пшеничне першого сорту	14		F = 18,1
Дріжджі хлібопекарські пресовані	0,7	0,54	F = 0,7 ÷ 0,54 = 1,3
Сіль кухонна харчова	2,0	0,8	F = 2,0 ÷ 0,8 = 2,6
Цукор пісок	5,6	0,8	F = 5,6 ÷ 0,8 = 6,9
Маргарин	1,9	0,54	F = 1,9 ÷ 0,54 = 4,69
Олія соняшникова	1,1	0,66	F = 1,1 ÷ 0,66 = 1,8
Патока	2,3	0,66	F = 2,3 ÷ 0,66 = 3,6
Яйця	0,3	0,3	F = 0,3 ÷ 0,3 = 1,12
Виноград сушений	2,7	0,8	F = 2,7 ÷ 0,8 = 3,49
Разом	-	-	113,8

Таким чином площа складу для тарного зберігання сировини становитиме

$$F_{\text{заг}} = 70,2 + 18,1 + 1,3 + 2,6 + 6,9 + 4,69 + 1,8 + 3,6 + 1,12 + 3,49 = 113,8 \text{ м}^2$$

Конструктивно приймаємо площу складу 114 м².

2.5 Підбір та розрахунок технологічного обладнання

Розрахунок силосо – просіювального відділення

Розраховую кількість борошняних ліній для просіювання борошна за формулою:

$$N_{б.л.} = \frac{G_{б}^{доб}}{T * Q} \quad (2.45)$$

де $G_{б}^{доб}$ – витрати борошна кожного виду за добу, т;

T – період роботи;

Q – продуктивність просіювача, кг/год.

Для розрахунку приймаю просіювач, його продуктивність згідно технологічних характеристик становить 1500 кг/год.

Для борошна пшеничного вищого сорту:

$$N_{б.л.} = \frac{7700,4}{18 * 1500} = 0,29 = 1 \text{ шт.}$$

Для борошна пшеничного першого сорту:

$$N_{б.л.} = \frac{1987,2}{18 * 1500} = 0,07 = 1 \text{ шт}$$

Для просіювання борошна використовую 2 просіювачі

Розрахунок кількості виробничих бункерів:

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

Потрібний об'єм виробничого бункера м³ обчислюю за формулою:

$$N_{в.б} = \frac{G_{б}^{год} * t}{T * V} \quad (2.46)$$

де $G_{б}^{год}$ – витрати борошна для приготування напівфабрикату за годину, кг/м³;

t – запас борошна в бункері, год (t = 4 год);

Для борошна пшеничного вищого сорту:

$$N_{в.б} = \frac{7700,4 \cdot 4}{18 \cdot 1000} = 1,71 = 2 \text{ шт.}$$

Для борошна пшеничного першого сорту:

$$N_{в.б} = \frac{1987,2 \cdot 4}{18 \cdot 1000} = 0,44 = 1 \text{ шт.}$$

Використовую 4 виробничі бункери

Обрахунок обладнання для розробки напівфабрикатів.

Для поділу тістових заготовок використовую тістоподільну машину та тістоокруглювач. Приймаємо згідно практичних рекомендацій.

Визначаю площу хлібосховища для виробів за формулою:

Необхідна кількість контейнерів на термін зберігання:

$$N_{в} = \frac{P_{год} \cdot t_{зб}}{n_{в} \cdot g_{в} \cdot N_{л}} \quad (2.46)$$

де $g_{в}$ – маса виробу, кг;

n – кількість виробів на лотку, шт;

$N_{л}$ – кількість лотків на контейнері.

Для батону «Волинський»:

$$N_{в} = \frac{172,8 \cdot 2}{18 \cdot 0,4 \cdot 18} \approx 2,67 = 3 \text{ шт}$$

Для булочки «Веснянка»:

$$N_{в} = \frac{162,0 \cdot 2}{18 \cdot 0,2 \cdot 8} \approx 11,25 = 12 \text{ шт}$$

Для паляниці «Тернопільська»

$$N_{в} = \frac{86,4 \cdot 2}{18 \cdot 0,5 \cdot 18} \approx 1,07 = 2 \text{ шт}$$

Всього контейнерів на термін зберігання – 15 шт.

$$S_{хл} = \frac{P_{год} \cdot t_{зб} \cdot 30}{1000} \quad (2.47)$$

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

$t_{зб}$ – період зберігання, год.

$$S_{хл} = \frac{(172,8 + 162,0 + 86,4) \cdot 8 \cdot 30}{1000} = 101,09 \text{ м}^2$$

Розраховую площу експедиції:

$$S_{експ} = 0,2 \times S_{хл} \quad (2.48)$$

$$S_{\text{експ}} = 0,2 \times 101,09 = 20,22 \text{ м}^2$$

Таблиця 2.20 – Специфікація основного технологічного обладнання [12]

№ п/п	Найменування	Кількість	Марка	Довжина, мм	Ширина, мм	Висота, мм
1	Приймальник борошна	1	ХМІ-М	2480	3300	3150
2	Перемикач	1	КСД2-203	3100	2500	2700
3	Бункер	1	А1-ХБУ-26	4000	3220	4850
4	Виробничий бункер	1	ХЕ-112	1500	1700	2841
5	Дозатор борошна	3	Ш2-ХДА	1540	870	1930
6	Просіювач	1	П2-П	1138	740	1960
7	Проміжний бункер	1	А2-ХГП	1982	668	410
8	Автоматичні ваги	1	РПЦІЗМ	1216	1050	1870
9	Дозувальна станція	3	Ш2-ХДМ	985	920	1640
10	Тістомісильна машина	3	А2-ХТБ	1800	1100	1250
11	Діжі	10	Т1-ХТ2Д	1082	1082	888
12	Діжеперекидач	2	А2-ХП2Д-2	1700	1500	2870
13	Тістоподільна машина	2	А2-ХТН	1245	915	1500
14	Транспортер стрічковий	2	А2-ХКИ-1	2000	560	690
15	Тістоокруглювач	2	Т1-ХТН	1060	1035	1030
16	Піч ротаційна	3	Мусон 99MP-01	2090	2030	2384
17	Контейнери	1	А2-ХТМ-25	900	836	1737
18	Пакувальна машина	1	BG-250BSF	3761	670	1412
19	Вистоювальна шафа	3	Мусон 99М	1300	1090	2263
20	Хліборізка	1	BSMO13	700	730	1100

2.6 Технохімічний контроль виробництва продуктів запроєктованого асортименту

Технохімічний контроль на хлібопекарських підприємствах є важливою складовою системи управління якістю продукції. Його основною метою є забезпечення стабільного випуску хлібобулочних виробів, що відповідають вимогам нормативної документації, шляхом контролю якості сировини, напівфабрикатів і готової продукції на всіх етапах виробництва. Контроль здійснюється за допомогою лабораторних досліджень, виробничих спостережень та перевірки дотримання встановлених технологічних режимів.

Важливе місце в системі забезпечення якості займає метрологічне забезпечення виробництва. Воно передбачає організацію контролю за станом і точністю роботи вимірювальних приладів, які використовуються під час здійснення технологічних операцій та лабораторних досліджень. Справність засобів вимірювальної техніки та достовірність отриманих результатів є необхідною умовою підтримання стабільності виробничого процесу та випуску продукції належної якості.

На підприємстві проводиться постійний контроль технічного стану вимірювального обладнання, яке використовується у виробничих цехах, складських приміщеннях та лабораторії. Одночасно формується перелік контрольованих показників якості сировини, напівфабрикатів і готової продукції відповідно до вимог чинних стандартів, технічних умов та технологічних інструкцій. За своєчасну перевірку, належний технічний стан вимірювальних приладів і дотримання технологічних режимів відповідають керівники відповідних структурних підрозділів підприємства: завідувач лабораторії, начальник виробництва, завідувач складу та інші відповідальні особи.

Для забезпечення єдності та точності вимірювань на підприємстві розробляється програма метрологічного забезпечення виробництва, яка охоплює всі стадії технологічного процесу. У програмі визначаються види

вимірювальних приладів, межі та діапазони вимірювань, допустимі похибки, класи точності обладнання та періодичність проведення контрольних операцій.

Метрологічний контроль здійснюється під час виконання основних технологічних операцій виробництва хлібобулочних виробів. Зокрема, контролюється точність дозування борошна та допоміжної сировини, кількість рідких компонентів, концентрація сольових і цукрових розчинів, кислотність напівфабрикатів та готової продукції, тривалість бродіння і вистоювання тіста, температурні режими виробництва, вологість напівфабрикатів і готових виробів, а також точність маси тістових заготовок під час поділу та формування.

Комплексне поєднання технохімічного та метрологічного контролю забезпечує стабільність технологічного процесу, своєчасне виявлення можливих відхилень від установлених параметрів та випуск безпечної продукції високої якості, що відповідає вимогам нормативної документації та очікуванням споживачів.

Таблиця 2.21 – Метрологічне забезпечення якості продукції на підприємстві [9]

Етап технологічного процесу	Контрольований показник	Засіб вимірювання	Періодичність контролю	Відповідальна особа
1	2	3	4	5
Приймання борошна	Маса, вологість, якість борошна	Ваги, вологомір	Кожна партія	Завідувач складу, лаборант
Підготовка сировини	Маса компонентів	Ваги електронні	Кожна виробнича партія	Майстер зміни
Приготування сольового розчину	Концентрація розчину, густина	Ареометр, мірний посуд	Кожна партія	Лаборант
Приготування цукрового розчину	Концентрація розчину	Рефрактометр	Кожна партія	Лаборант
Замішування тіста	Температура тіста	Термометр	Кожний заміс	Майстер зміни

Продовження табл. 2.21

1	2	3	4	5
Бродіння опари	Температура, кислотність, тривалість бродіння	Термометр, титрувальне обладнання, годинник	Кожна партія	Лаборант
Бродіння тіста	Температура, кислотність, тривалість бродіння	Термометр, титрувальне обладнання, годинник	Кожна партія	Лаборант
Поділ тіста	Маса тістових заготовок	Контрольні ваги	Не рідше одного разу за зміну	Майстер зміни
Остаточне вистоювання	Температура та відносна вологість повітря	Термометр, психрометр	Кожна зміна	Майстер зміни
Випікання	Температура пекарної камери, тривалість випікання	Термометр, таймер	Постійно	Пекар
Охолодження виробів	Тривалість охолодження	Годинник	Кожна партія	Майстер зміни
Готова продукція	Маса виробу	Ваги електронні	Вибірково кожна партія	Контролер якості
Готова продукція	Вологість	Вологомір, сушильна шафа	Вибірково	Лаборант
Готова продукція	Кислотність	Лабораторне обладнання для титрування	Вибірково	Лаборант
Готова продукція	Пористість	Прилад Журавльова	Вибірково	Лаборант
Готова продукція	Органолептичні показники (форма, колір, смак, запах)	Органолептичний контроль	Кожна партія	Контролер якості, лаборант

3 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

3.2 Шляхи підвищення безпеки життєдіяльності людини

Безпека життєдіяльності людини є важливою складовою забезпечення сталого розвитку суспільства та створення належних умов для праці, навчання і відпочинку населення. Підвищення рівня безпеки життєдіяльності передбачає комплекс заходів, спрямованих на зниження ризику виникнення небезпечних ситуацій, запобігання виробничому травматизму, професійним захворюванням, аваріям та негативному впливу факторів навколишнього середовища.

Одним із головних напрямів підвищення безпеки життєдіяльності є вдосконалення виробничого середовища. Для цього необхідно впроваджувати сучасне технологічне обладнання, автоматизовані системи керування виробничими процесами, засоби колективного та індивідуального захисту працівників. Автоматизація та механізація виробничих операцій дозволяють зменшити фізичне навантаження на працівників і мінімізувати вплив небезпечних та шкідливих виробничих факторів.

Важливе значення має забезпечення належного санітарно-гігієнічного стану робочих місць. Для підтримання безпечних умов праці необхідно здійснювати контроль параметрів мікроклімату, рівнів шуму, вібрації, освітленості та запиленості повітря. Своєчасне проведення профілактичних заходів сприяє збереженню здоров'я працівників та підвищенню їх працездатності [20].

Ефективним засобом підвищення безпеки життєдіяльності є навчання населення правилам безпечної поведінки. Проведення інструктажів, тренувань, навчальних занять та практичних відпрацювань дій у надзвичайних ситуаціях формує у людей необхідні знання та навички щодо попередження небезпек і правильного реагування на них. Особлива увага повинна приділятися навчанню працівників вимогам охорони праці та пожежної безпеки.

Важливим напрямом є вдосконалення системи управління охороною праці на підприємствах. Регулярна оцінка професійних ризиків, проведення аудитів безпеки, моніторинг виробничого середовища та аналіз причин нещасних випадків дозволяють своєчасно виявляти потенційні небезпеки та розробляти ефективні профілактичні заходи.

Особливого значення набуває використання сучасних інформаційних технологій у сфері безпеки життєдіяльності. Застосування автоматизованих систем контролю, відеоспостереження, датчиків виявлення небезпечних факторів, систем оповіщення та моніторингу сприяє оперативному реагуванню на надзвичайні ситуації та зменшенню їх негативних наслідків.

Не менш важливим є формування культури безпеки серед населення. Усвідомлення особистої відповідальності за власне життя та здоров'я, дотримання правил безпечної поведінки в побуті та на виробництві, відповідальне ставлення до навколишнього середовища є основою зниження рівня травматизму та виникнення надзвичайних ситуацій [21].

Отже, підвищення безпеки життєдіяльності людини можливе лише за умови комплексного підходу, який передбачає удосконалення технічних засобів захисту, покращення умов праці, розвиток системи навчання, впровадження сучасних технологій та формування високого рівня культури безпеки. Реалізація зазначених заходів сприятиме збереженню життя і здоров'я людей, підвищенню ефективності виробничої діяльності та покращенню якості життя населення.

3.2 Заходи, які зменшують небезпеку виникнення вибухів та пожеж у приміщенні

Забезпечення пожежної та вибухової безпеки є одним із найважливіших завдань під час експлуатації виробничих приміщень харчових підприємств. Особливої уваги потребують хлібопекарські виробництва, де використовуються електрообладнання, газові установки, легкозаймисті пакувальні матеріали та

утворюється борошняний пил, який за певних умов може створювати вибухонебезпечні концентрації.

Для зменшення небезпеки виникнення пожеж і вибухів необхідно забезпечити справний технічний стан виробничого обладнання та інженерних мереж. Усі електроустановки повинні відповідати вимогам чинних нормативних документів, мати надійне заземлення та захист від коротких замикань і перевантажень. Регулярне проведення профілактичних оглядів і технічного обслуговування дозволяє своєчасно виявляти та усувати потенційні джерела займання [21].

Важливим заходом є підтримання належного санітарного стану виробничих приміщень. Необхідно систематично видаляти борошняний пил із поверхонь обладнання, підлоги, вентиляційних каналів та будівельних конструкцій. Запобігання накопиченню пилу значно знижує ризик утворення вибухонебезпечних пилоповітряних сумішей.

Для забезпечення безпечних умов експлуатації слід обладнати приміщення ефективною припливно-витяжною вентиляцією, яка забезпечує видалення надлишкового тепла, вологи та пилу. Вентиляційні системи повинні перебувати у справному стані та регулярно проходити очищення і технічне обслуговування.

У виробничих приміщеннях необхідно суворо дотримуватися протипожежного режиму. Забороняється використання відкритого вогню, паління та проведення вогневих робіт без відповідного дозволу. Легкозаймисті та горючі матеріали повинні зберігатися у спеціально відведених місцях із дотриманням установлених норм пожежної безпеки [22].

Ефективним засобом запобігання поширенню пожежі є оснащення приміщень первинними засобами пожежогасіння. На підприємстві повинні бути встановлені вогнегасники відповідного типу, пожежні крани, системи пожежної сигналізації та засоби оповіщення про пожежу. Розташування засобів пожежогасіння повинно забезпечувати швидкий доступ до них у разі виникнення надзвичайної ситуації.

Особлива увага приділяється навчанню персоналу. Працівники повинні проходити вступний та періодичний інструктаж з пожежної безпеки, знати порядок дій під час пожежі або вибуху, правила користування вогнегасниками та шляхи евакуації з приміщення.

Для попередження аварійних ситуацій необхідно здійснювати постійний контроль за роботою газового господарства, електрообладнання, систем вентиляції та автоматичних пристроїв захисту. Своєчасне виявлення несправностей дозволяє мінімізувати ризик виникнення пожеж і вибухів.

Отже, зниження небезпеки виникнення вибухів та пожеж у виробничих приміщеннях досягається шляхом підтримання справного стану обладнання, контролю запиленості повітря, дотримання протипожежного режиму, забезпечення приміщень засобами пожежогасіння та підвищення рівня підготовки персоналу. Реалізація цих заходів сприяє створенню безпечних умов праці та захисту життя і здоров'я працівників.

ВИСНОВКИ

У процесі виконання кваліфікаційної роботи бакалавра на тему «Проект цеху з виробництва хлібобулочних виробів загального призначення» розроблено проект сучасного хлібопекарського цеху з виробництва батона «Волинський», булочки «Веснянка» та паляниці «Тернопільська». Запроєктований асортимент продукції відповідає сучасним потребам споживачів, характеризується стабільним попитом на ринку та забезпечує раціональне використання виробничих потужностей підприємства.

У роботі виконано аналіз сировинної бази та обґрунтовано доцільність вибору асортименту продукції. Для кожного виду виробів підібрано оптимальні технологічні схеми виробництва з урахуванням сучасних вимог до якості та безпечності хлібобулочних виробів. Батон «Волинський» та булочка «Веснянка» виготовляються безопарним способом, що забезпечує скорочення тривалості виробничого циклу та підвищення продуктивності праці. Паляниця «Тернопільська» виробляється на густій опарі, що сприяє покращенню смакових властивостей, аромату та структури м'якушки готового виробу.

На основі виробничої програми проведено технологічні розрахунки, визначено добову потребу в сировині та допоміжних матеріалах, розраховано необхідну кількість технологічного обладнання, площі складських і виробничих приміщень. Підібране обладнання забезпечує безперервність технологічного процесу, ефективне використання виробничих площ та отримання продукції високої якості.

У проєкті розроблено апаратурно-технологічні схеми виробництва запроєктованого асортименту, наведено характеристику основної та допоміжної сировини, описано технологічні режими окремих стадій виробництва. Особливу увагу приділено питанням технохімічного контролю, метрологічного забезпечення виробництва та дотримання вимог системи управління якістю і безпечністю харчових продуктів.

У розділі з охорони праці розглянуто основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, характерні для хлібопекарського виробництва, запропоновано заходи щодо забезпечення безпечних умов праці, організації безпечної експлуатації електроустановок, запобігання виникненню пожеж і вибухів, а також шляхи підвищення безпеки життєдіяльності працівників.

Таким чином, розроблений проєкт цеху з виробництва батона «Волинський», булочки «Веснянка» та паляниці «Тернопільська» є технологічно обґрунтованим, відповідає вимогам чинної нормативної документації та сучасним тенденціям розвитку хлібопекарської галузі. Реалізація проєкту сприятиме розширенню асортименту хлібобулочної продукції, підвищенню ефективності виробництва, забезпеченню населення якісними виробами та зміцненню конкурентних позицій підприємства на ринку харчових продуктів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Жмеринка [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:
<https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%96%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%BD%D0%BA%D0%B0>
2. Піч ротаційна Мусон 99МР-01 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:
<https://www.mashprom.com.ua/%D0%BC%D1%83%D1%81%D1%81%D0%BE%D0%BD-%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%BE%D1%80-%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D1%8C-99%D0%BC-01-99%D0%BC%D1%80-01-%D0%BF%D0%B5%D1%87%D1%8C-%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%B0%D1%86%D0%B8/>
3. ДСТУ 46.075:2003. Борошно пшеничне. Технічні умови.
4. ДСТУ 4583:2006. Хлібобулочні вироби. Загальні технічні умови.
5. Процеси і апарати харчових виробництв. Курсове проектування: Навч. Посібник. /За ред. Проф. І.Ф. Малежика. – К.: Нухт, 2012. – 543 с..
6. Гусак В. П. Технологічне обладнання хлібопекарських підприємств. Київ : УДУХТ, 2017.
7. Дробот В. І. Технологія хлібопекарського виробництва: Підруч. Для студентів вищих навчальних закладів. / В. І. Дробот. 2-ге вид., доповнене та перероблене Київ: ПрофКнига, 2024. 516 с
8. Дробот В. І. Технологічні розрахунки у хлібопекарському виробництві : навч.-метод. посіб. Київ : Кондор, 2010. 440 с.
9. Дробот В. І. Технохімічний контроль сировини та хлібобулочних і макаронних виробів. Київ : Кондор, 2015. 958 с.
10. Ковальова Н. П., Беспалов Ю. І. Технологія хліба, хлібобулочних і борошняних виробів. Київ : Центр навчальної літератури, 2015.
11. Литвиненко В. В. Проектування підприємств хлібопекарської промисловості. Харків : УкрНДІ, 2018.

12. Мельник І. І. Основи проектування підприємств харчової промисловості. Львів : Новий Світ, 2020.
13. Райтер Н. М., Макаренкова А. А. Серія хлібопекарського та кондитерського виробництва.
14. Лісовенко О. Технологічне обладнання хлібопекарських і макаронних виробництв. Київ : Наукова думка, 2010. 287 с.
15. Технологічне устаткування хлібопекарського, макаронного і кондитерського виробництв / В. Ф. Петько та ін. ; за ред. О. І. Гапонюка. Київ : ЦУЛ, 2017. 432 с.
16. Технологія борошняних кондитерських і хлібобулочних виробів / за заг. ред. Г. М. Лисюк. Суми : Університетська книга, 2009. 464 с.
17. Андрейчук Н.І. Охорона праці : навч. посіб. / Н.І. Андрейчук, Ю.В. Кіт, С.В. Шибанов, О.В. Шерстньова. Львів : Видавництво Львівська політехніка, 2021. 276 с.
18. Атаманчук П.С. Безпека життєдіяльності: навч. посіб. Київ : Центр учбової літератури, 2020. 276 с.
19. Бедрій Я.І. Основи охорони праці : навч. посіб. 4-е вид. перероб. і доп. Тернопіль : Навчальна книга – Богдан, 2018. 240 с.
20. Безпека життєдіяльності та охорона праці : підруч. / В.В. Сокуренко, О.М. Бандурка та ін. – Харків : ХНУВС, 2021. 308 с.
21. Гогіташвілі Г. Г., Лапін В.М. Основи охорони праці : навч. посіб. 4-те вид. випр. і доп. Київ : Знання, 2018. 302 с.
22. Желібо Є.П. Безпека життєдіяльності : підручник / В. В. Зацарний. Київ : Каравела, 2023. 344 с