

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Кафедра харчової біотехнології і хімії

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: **Проект технічного переоснащення цеху ТОВ «Прикарпат-Еко-
Продукт», смт. Брошнів-Осада, Калуського району, Івано-
Франківської області для розширення асортименту хлібних виробів із
борошна пшеничного**

Виконала студентка IV курсу, групи МХ -41
спеціальності 181 «Харчові технології»

(шифр і назва спеціальності)

	<u>Лагойда Я.М.</u> (підпис)	<u>Лагойда Я.М.</u> (прізвище та ініціали)
Керівник	<u>Кравченко Х.Ю.</u> (підпис)	<u>Кравченко Х.Ю.</u> (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	<u>Карпик Г.В.</u> (підпис)	<u>Карпик Г.В.</u> (прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри	<u>Кухтин М.Д.</u> (підпис)	<u>Кухтин М.Д.</u> (прізвище та ініціали)
Рецензент	<u>Ворошук В.Я.</u> (підпис)	<u>Ворошук В.Я.</u> (прізвище та ініціали)

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

_____ Кухтин М.Д.
(підпис) (прізвище та ініціали)

« _____ » _____ 2025 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)
 студентці _____ Лагойді Ярині Мар'янівні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект технічного переоснащення цеху ТОВ «Прикарпат-Еко-Продукт», смт. Брошнів-Осада, Калуського району, Івано-Франківської області для розширення асортименту хлібних виробів із борошна пшеничного

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

Затверджені наказом ректора від «20» січня 2025 року №4/7-16

2. Термін подання студентом завершеної роботи 20.06.2025 р.

3. Вихідні дані до роботи паляниця «Короваївська», хліб «Макіївський»

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

Техніко-економічне обґрунтування проекту;

Технологічна частина: вибір, обґрунтування та опис технологічних схем, характеристика сировини, основних і допоміжних матеріалів, технологічні розрахунки, розрахунок площ складських приміщень для сировини, тари, допоміжних та пакувальних матеріалів, площ холодильних камер та складів готової продукції, розрахунок і вибір технологічного обладнання, технохімічний контроль виробництва;

Безпека життєдіяльності, основи охорони праці;

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

Апаратурно-технологічні схеми виробництва – 2 л. А1

План цеху – 1 л. А1

Поздовжні розрізи – 1 л. А1

Поперечний розріз – 1 л. А1

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____ 20.01.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	27.01.25 р.	
2	Техніко-економічне обґрунтування	28.01 – 29.01.2025 р.	
3	Технологічна частина	30.01 – 9.02.2025 р. 2.06 – 6.06.2025 р.	
4	Вибір та обґрунтування технологічних процесів та режимів виробництва	30.01.2025 р.	
5	Технологічні розрахунки запроєктованого асортименту	31.01 – 6.02.2025 р.	
6	Технохімічний контроль виробництва	7.02 – 9.02.2025 р.	
7	Розрахунок витрат і запасів сировини. Розрахунок площ виробничих приміщень	2.06 – 3.06.2025 р.	
8	Підбір і розрахунок технологічного обладнання	4.06 - 6.06.2025 р.	
9	Викреслювання аркушів графічної частини	7.06 – 15.06.2025 р.	
10	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	16.06.2025 р.	
11	Висновки. Список використаних інформаційних джерел	17.06.2025 р.	
12	Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки. Подача роботи для перевірки на плагіат	18.06.2025 р.	
13	Подання кваліфікаційної роботи до захисту	20.06.2025 р.	

Студентка

(підпис)

Лагойда Я.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Кравченко Х.Ю.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота присвячена розробці проєкту технічного переоснащення хлібопекарного цеху ТОВ «Прикарпат-Еко-Продукт», що розташоване в смт. Брошнів-Осада, Калуського району Івано-Франківської області, з метою розширення асортименту хлібних виробів із пшеничного борошна.

У роботі проаналізовано сучасний стан виробничих потужностей підприємства, визначено його технологічні та організаційні можливості, обґрунтовано необхідність модернізації та впровадження нових видів продукції. Запропоновано оновлену технологічну схему виробництва, підібрано сучасне високопродуктивне обладнання з урахуванням енергозбереження, санітарно-гігієнічних вимог і чинного законодавства.

Особливу увагу приділено удосконаленню рецептур хлібних виробів із пшеничного борошна, підвищенню їхньої харчової та біологічної цінності, а також розробці асортиментної лінійки, яка відповідає сучасним тенденціям попиту споживачів. Розраховано основні техніко-економічні показники переоснащення, проаналізовано вплив модернізації на ефективність діяльності підприємства.

Результати роботи можуть бути використані для практичного впровадження в діяльність ТОВ «Прикарпат-Еко-Продукт» з метою підвищення конкурентоспроможності, розширення ринку збуту та задоволення потреб споживачів у якісних хлібобулочних виробках.

ЗМІСТ

	ст.
ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	8
1.1 Характеристика місця розташування підприємства.....	8
1.2 Обґрунтування асортименту продукції.....	9
1.3 Характеристика сировинної зони.....	9
1.4 Характеристика каналів реалізації продукції.....	10
РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	12
2.1 Вибір та обґрунтування технологічних процесів й режимів виробництва продуктів запроєктованого асортименту.....	12
2.1.1 Нормативні показники продуктів запроєктованого асортименту	12
2.1.2 Вибір та обґрунтування технологічних схем	12
2.1.3 Характеристика сировини та допоміжних матеріалів	13
2.1.4 Опис технологічного процесу продуктів запроєктованого асортименту.....	16
2.2 Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту.....	18
2.2.1 Таблиця вихідних даних для розрахунку запроєктованого асортименту	18
2.2.2 Підбір та розрахунок печей	19
2.2.3 Розрахунок пофазних рецептур	22
2.2.4 Розрахунок виходу виробу.....	28
2.2.5 Розрахунок виробничих рецептур та вибір технологічних параметрів.....	34
2.3 Розрахунок витрат і запасів сировини	38
2.4 Розрахунок площ основних та допоміжних приміщень	39
2.5 Підбір та розрахунок технологічного обладнання	41
2.6 Технохімічний контроль виробництва продуктів запроєктованого асортименту	46

	6
РОЗДІЛ 3 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ ...	48
3.1 Психологічні чинники небезпек	48
3.2 Соціальне значення охорони праці	50
ВИСНОВКИ	53
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ.....	54

ВСТУП

У сучасних умовах розвитку харчової промисловості одним із ключових напрямів забезпечення конкурентоспроможності підприємств хлібопекарської галузі є модернізація виробничих потужностей. Застаріле обладнання, обмежені технологічні можливості та недостатня гнучкість виробництва унеможливають ефективне реагування на зміни ринку та запити споживачів. Саме тому технічне переоснащення пекарні є обґрунтованим і необхідним кроком на шляху до підвищення якості продукції, розширення її асортименту та оптимізації виробничих процесів.

Особливої уваги заслуговує виробництво хлібних виробів із пшеничного борошна, яке традиційно займає вагоме місце у харчовому раціоні населення. Пшеничний хліб користується стабільно високим попитом, проте сучасний споживач дедалі більше звертає увагу не лише на смак і свіжість, а й на функціональні властивості, поживну цінність і різноманітність продукції. У зв'язку з цим розширення асортименту пшеничних хлібобулочних виробів набуває стратегічного значення.

Проект технічного переоснащення передбачає оновлення ключових ділянок виробництва: замісу, формування, вистоювання та випікання. Заплановане впровадження енергоефективного та автоматизованого обладнання дасть змогу підвищити продуктивність, покращити умови праці персоналу, зменшити виробничі втрати та забезпечити стабільну якість хліба.

Реалізація цього проєкту не лише сприятиме підвищенню економічної ефективності підприємства, а й задовольнить потреби населення у свіжій, безпечній, якісній і різноманітній хлібній продукції, відповідній до сучасних вимог харчування.

1 ТЕХНІКО – ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

1.1 Техніко-економічна характеристика підприємства

Хлібопекарний цех ТОВ «Прикарпат-Еко-Продукт» є діючим виробничим підрозділом підприємства, яке спеціалізується на виготовленні хлібобулочних виробів із пшеничного та житньо-пшеничного борошна. Цех функціонує на базі стаціонарного приміщення, оснащеного необхідними інженерними комунікаціями: водопостачанням, електропостачанням, вентиляцією, каналізацією та системою опалення. Виробничі площі дозволяють здійснювати повний цикл виробництва хліба – від приймання сировини до пакування готової продукції.

Основні технологічні ділянки цеху включають: сировинне відділення, тістоприготувальне відділення, ділянку бродіння та вистоювання тіста, формування, випікання, охолодження та пакування виробів. У виробництві використовуються переважно традиційні технології на густих опарах, що забезпечує високу якість продукції з добрими органолептичними властивостями.

Проектна потужність цеху становить близько 1,5–2,0 тони хлібобулочних виробів на добу залежно від асортименту, тривалості змін та режиму роботи. Основна частина продукції реалізується на місцевому ринку: через роздрібну мережу, гуртових замовників, соціальні установи та заклади громадського харчування. На підприємстві створено понад 20 робочих місць, що сприяє зайнятості місцевого населення.

З економічної точки зору, діяльність хлібопекарного цеху є стабільною, однак для підвищення ефективності виробництва та розширення асортименту виникла потреба в технічному переоснащенні. Зношене обладнання, часткова відсутність автоматизації процесів, а також зростаючі вимоги до якості продукції зумовлюють необхідність інвестування в модернізацію цеху. Заплановані заходи дозволять підвищити продуктивність, зменшити втрати, знизити енергоспоживання, покращити умови праці персоналу й вивести підприємство на новий рівень рентабельності.

1.2 Обґрунтування асортименту продукції

В умовах зростаючої конкуренції на ринку хлібобулочних виробів важливою складовою стратегії розвитку підприємства є формування раціонального, збалансованого та привабливого для споживача асортименту. Одним із пріоритетних напрямів є розширення лінійки пшеничних виробів, оскільки саме вони складають основу щоденного раціону більшості українців. Зокрема, до перспективних і затребуваних позицій асортименту відносяться хліб «Макіївський» і паляниця «Короваївська», які поєднують традиційні смакові характеристики з сучасними вимогами до якості.

Хліб «Макіївський» розроблений на основі класичних пшеничних рецептур з використанням високоякісного борошна вищого сорту. Його відмінною рисою є ніжна, еластична м'якушка, рівномірна пористість і хрустка рум'яна скоринка. До складу рецептури додаються маргарин, олія соняшникова, молоко незбиране для покращення структури і смакових якостей.

Паляниця «Короваївська» представляє собою подовий пшеничний хліб, що відтворює традиційні українські технології з акцентом на домашній смак і зовнішній вигляд. Вона має пишну форму, розвинену скоринку, виразний аромат, що досягається завдяки використанню опарного способу приготування тіста. Виріб відрізняється високою вологістю та тривалим терміном зберігання без втрати споживчих властивостей.

Уведення до виробництва хліба «Макіївський» та паляниці «Короваївської» є доцільним і економічно обґрунтованим кроком. Обидві позиції мають високу потенційну затребуваність, не потребують складних інгредієнтів, добре адаптовані до наявного технологічного обладнання й дозволяють задовольнити як масовий попит, так і нішеві вподобання.

1.3 Характеристика сировинної зони

Хлібопекарний цех ТОВ «Прикарпат-Еко-Продукт», розташований у смт. Брошнів-Осада Калуського району Івано-Франківської області, має вигідне розташування щодо джерел постачання основної сировини – пшеничного та житнього борошна, харчових добавок, дріжджів, солі та інших компонентів,

необхідних для виробництва хлібобулочних виробів. Сировинна зона цеху охоплює як місцеві господарства, так і постачальників із сусідніх регіонів Західної України, зокрема Тернопільської, Львівської та Чернівецької областей.

Основним видом сировини для хлібопекарного виробництва є борошно пшеничне різних сортів, яке постачається від регіональних млинів та комбінатів хлібопродуктів.

Постачання цукру здійснюється з цукрових заводів Західної України, зокрема з підприємств Тернопільської, Хмельницької та Львівської областей.

Соняшникова олія надходить як від місцевих агропереробних підприємств, так і з великих українських заводів, таких як ТОВ «Кернел-Трейд», ПрАТ «Дніпропетровський олійноекстракційний завод» тощо.

Незбиране молоко закуповується у провідних виробників України – зокрема, в Тернопільській, Рівненській та Вінницькій областях.

Таким чином, сировинна зона хлібопекарного цеху ТОВ «Прикарпат-Еко-Продукт» є добре сформованою, логістично зручною та надійною. Вона охоплює постачальників із сусідніх регіонів, забезпечуючи якісне й безперервне надходження основних компонентів, необхідних для виготовлення конкурентоспроможної, якісної та безпечної хлібобулочної продукції.

1.4 Характеристика каналів реалізації

Хлібопекарний цех ТОВ «Прикарпат-Еко-Продукт» реалізує свою продукцію через різноманітні канали збуту, що дозволяє ефективно охопити як локальний, так і ширший регіональний ринок. Асортимент хлібобулочних виробів підприємства представлений у різних форматах продажу – від традиційної роздрібної торгівлі до договірному постачання в заклади соціального харчування та гуртових партнерів.

Провідним каналом реалізації є пряма роздрібна торгівля через місцеві магазини, міні-маркети та торгові точки у смт. Брошнів-Осада, а також у навколишніх населених пунктах Калуського району. Завдяки цьому забезпечується щоденне постачання свіжої продукції до споживачів та

підтримується тісний контакт із покупцями, що дозволяє швидко реагувати на їхні вподобання та побажання.

Другим важливим каналом є гуртові поставки – співпраця з приватними підприємцями, торговими мережами та оптовими базами, які закупають продукцію для подальшого розповсюдження в магазинах, кафе, пекарнях чи на ринках Івано-Франківської області. Така форма співпраці дає змогу реалізовувати великі обсяги хлібобулочних виробів із мінімальними логістичними витратами.

Окрему нішу займають контрактні поставки до закладів соціальної інфраструктури – дитячих садків, шкіл, лікарень, військових частин та інших установ, які отримують хліб за заздалегідь укладеними договорами. Для таких установ важливими є стабільність постачання, дотримання санітарних вимог і відповідність продукції затвердженим нормам.

Підприємство також активно працює над розвитком прямих продажів через власні точки – зокрема, фірмові кіоски біля підприємства чи в жвавих точках селища. Це дозволяє мінімізувати націнку посередників і пропонувати продукцію за привабливими цінами.

Таким чином, хлібопекарний цех ТОВ «Прикарпат-Еко-Продукт» успішно реалізовує продукцію через поєднання декількох каналів збуту, що забезпечує стабільність доходів, широку присутність на ринку та оперативний зворотний зв'язок зі споживачами.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

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

2.1.1 Нормативні показники продуктів запроєктованого асортименту

Хліб пшеничний «Макіївський» належить до групи формових хлібів, виготовлених із пшеничного борошна вищого сорту за рецептурою, розробленою відповідно до вимог ГСТУ 15.8-00389676.009-2000 «Хліб пшеничний. Технічні умови» [8].

Відповідно до стандарту, форма хліба «Макіївський» повинна бути прямокутною, рівною, без значних деформацій. Поверхня – гладенька, рівномірно випечена, без тріщин і підгорілих ділянок. Колір скоринки – світло-золотистий або світло-коричневий, характерний для хліба з борошна вищого сорту. М'якушка – еластична, з рівномірно розподіленими дрібними порами, без грудкуватості, з приємним хлібним запахом без сторонніх присмаків чи запахів.

Фізико-хімічні показники хліба мають відповідати наступним нормам:

- вологість – не більше 44%;
- кислотність – від 1,5 до 3,5 град.;
- пористість – не менше 72%
- масова частка цукру – 2,5-3,5%

Паляниця «Короваївська» є традиційним пшеничним хлібобулочним виробом, що виготовляється відповідно до вимог ДСТУ 7517:2014. «Вироби хлібобулочні пшеничні. Технічні умови» [7].

Паляниця «Короваївська» повинна мати характерну форму – круглу або овальну з виразною рум'яною скоринкою, рівномірною за кольором без підгорілих ділянок і тріщин. М'якушка паляниці повинна бути пухкою, з рівномірною пористістю та приємним хлібним запахом, без сторонніх присмаків і запахів. Колір м'якушки – білий, що відповідає використаному пшеничному борошну вищого сорту.

Фізико-хімічні показники хліба мають відповідати наступним нормам:

- вологість – не більше 45%;

- кислотність – від 1,5 до 3,5 град.;
- пористість – не менше 70%
- масова частка цукру – 3,0-5,0%

Мікробіологічні показники заданого асортименту повинні відповідати вимогам безпечності, установленим чинним санітарним законодавством України. Кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів (КМАФАнМ) не повинна перевищувати 1×10^5 КУО/г. У готовому виробі не допускається наявність бактерій групи кишкової палички (БГКП) у 0,01 г, патогенних мікроорганізмів, зокрема *Salmonella*, у 25 г, а також сульфітредукуючих клостридій. Вміст дріжджів і пліснявих грибів не повинен перевищувати 50 КУО/г.

2.1.2 Вибір та обґрунтування технологічних схем

Вибір і обґрунтування технологічних схем хліба «Макіївський» та паляниці «Короваївська» у рамках технічного переоснащення хлібопекарного цеху ТОВ «Прикарпат-Еко-Продукт» базується на необхідності підвищення ефективності виробництва та розширення асортименту якісних виробів із пшеничного борошна вищого сорту.

Для хліба «Макіївський» обрана опарна технологія, яка забезпечує покращену пористість, аромат і тривалу свіжість продукції, що є важливим для конкурентоспроможності на ринку.

Технологічна схема паляниці «Короваївська» передбачає застосування тривалої ферментації опари, що сприяє формуванню ніжної м'якушки та традиційних смакових властивостей. Впровадження цих схем у новому обладнанні дозволить оптимізувати процеси виробництва, знизити енергетичні витрати та покращити якість готової продукції, відповідаючи сучасним стандартам і вимогам споживачів Івано-Франківської області.

2.1.3 Характеристика сировини та допоміжних матеріалів

Характеристика сировини та допоміжних матеріалів є важливим етапом у технологічному процесі виробництва хлібобулочних виробів на пекарні. Від

якості сировини, такої як борошно, вода, дріжджі, цукор, сіль, молочні продукти та олії, значною мірою залежить кінцевий смак, структура та термін зберігання продукції [10].

Допоміжні матеріали, які включають різні харчові добавки та поліпшувачі, використовуються для оптимізації технологічних процесів, покращення органолептичних властивостей та підвищення стабільності якості виробів.

Правильний вибір і контроль якості сировини є запорукою отримання конкурентоспроможної і безпечної продукції на сучасному хлібопекарському підприємстві. Тому сировина, яка використовується у проєкті повинна відповідати стандарту.

Таблиця 2.1 – Нормативна документація на сировину та вимоги до якості [1-7].

№ з/п	Найменування сировини	Номер та назва нормативної документації	Вимоги до якості	
			за органолептичними показниками	за фізико-хімічними показниками
1.	Пшеничне борошно вищого сорту	ДСТУ 46.004-99	<u>Колір</u> : білий або жовтувато-білий; <u>Запах</u> : властивий пшеничному борошну, сторонні запахи – відсутні; <u>Смак</u> : притаманний для пшеничного борошна, відсутні сторонні присмаки.	Вміст мінеральних домішок: відсутній хрускіт при розжовуванні борошна; Вологість: не більше 15%; Кислотність: не більше: 3 град., Зольність: не більше 0,55 %; Білість РЗ-БПЛ: 54 і більше; Крупність помолу: 5 %; Клейковина: не менше: 24,0 %; Якість: не нижче 2-гої групи; Число падіння: не менше 160 с; Металомагнітні домішки: не перевищувати 3 мг в 1 кг; Зараженість і забрудненість шкідниками: не дозволено.
2.	Дріжджі хлібопекарські пресовані	ДСТУ 4812:2017	<u>Колір</u> : сіруватий з наявним жовтуватим відтінком, на поверхні бруска не повинно бути потемнілих плям; <u>Запах</u> : властивий дріжджовому продукту. <u>Смак</u> : притаманний для дріжджів, без стороннього присмаку.	Вологість: не більш як 75,0%; Підйомна сила: не більше 55 хв; Кислотність: оцтової кислоти, не більш як 300 см3; Стійкість: за температури 35°C, не менш як 60 год;

3.	Сіль кухонна харчова	ДСТУ 3583:2015	<u>Зовнішній вигляд:</u> кристалічний сипкий продукт; <u>Механічні домішки:</u> наявність сторонніх домішок, не пов'язаних з походженням солі, не допускається; <u>Смак:</u> солоний без стороннього присмаку; <u>Колір:</u> білий; <u>Запах:</u> відсутній.	Вологість: не більш як 0,25%; Максова частка: хлористого натрію: не менш як 98,20%; - кальцій-іону – 0,35%; - магній-іону – 0,08%; - сульфат-іону – 0,85%; - калій-іону – 0,10%; оксиду-заліза – 0,040%; Масова частка нерозчинного у воді залишку: не більш як 0,25%
4.	Цукор білий	ДСТУ 4623:2006	<u>Смак:</u> білий, сипкий, без сторонніх запахів та присмаку, при розчиненні утворювати прозорий розчин без осаду. Величина окремих частинок – не більш як 0,5 мм.	Масова частка сахарози: не менш як 99,7%; Масова частка редикуючих речовин: не більш як 0,04%; Вологість: не більш як 0,1%; Масова частка золи: не більш як 0,04%;
5.	Маргарин	ДСТУ 4465:2005	<u>Смак і запах:</u> чистий, добре виражений вершковий з присмаком пастеризації і (або) кисломолочний, в міру солонуватий для солоного масла. <u>Консистенція та зовнішній вигляд:</u> однорідна, тверда <u>Колір:</u> від білого до жовтого	Вологість: не більше як 100...(М _ж +М _{с.з.з.}) Температура плавлення: 27-38 °С Пероксидне число моль/кг: не більше як 5 Кислотність: 2,5 Град
6.	Олія соняшникова	ДСТУ 4497:2005.	<u>Колір:</u> світло-жовтий або золотистий, прозорий, без сторонніх включень і осаду. <u>Запах:</u> характерний для соняшникової олії, без сторонніх, затхлих або гірких запахів. <u>Смак:</u> чистий, приємний, типовий для соняшникової олії, без гіркоти, кислоти або інших сторонніх присмаків. <u>Прозорість:</u> олія повинна бути прозорою, без мутності.	Кислотне число, мг КОН/г – не більше 0,6 Пероксидне число, ммоль О ₂ /кг – не більше 10,0 Вологість і леткі речовини, % - не більше 0,1 Зольність, % - не більше 0,02 Масова частка ефіроутворюючих речовин, % - не більше 0,2 Температура димлення, °С – не менше 220 Температура застигання, °С – не вище -18

7.	Молоко незбиране	ДСТУ 3662:2018.	<u>Зовнішній вигляд:</u> молоко має бути однорідним за консистенцією, без згустків, пластівців, осаду та сторонніх домішок. <u>Колір:</u> білий або злегка кремовий, характерний для натурального молока. <u>Запах:</u> свіжий, характерний для молока, без сторонніх, кислих, гірких або затхлих запахів. <u>Смак:</u> приємний, ніжний, типово молочний, без сторонніх присмаків, кислоти або гіркоти.	Масова частка жиру, % - не менше 3,2 Масова частка сухих речовин, % - не менше 8,5 Масова частка білка, % - не менше 2,8 Масова частка лактози, % - близько 4,7 Кислотність (мл нормалізованої лугу), °Т – 16–20 Реакція (рН) – 6,4–6,8 Вологість, % - не більше 87,0 Загальна мікробіологічна чисельність (КМАФАнМ), КУО/см ³ - не більше 100 000 Відсутність патогенних мікроорганізмів і сторонніх домішок
----	------------------	-----------------	---	--

2.1.4 Опис технологічного процесу продуктів запроєктованого асортименту

У цьому проєкті передбачено використання безтарної системи зберігання борошна в складі закритого типу. Доставка борошна здійснюється за допомогою автоборошновозів. Через гнучкий шланг, який підключають до приймального щитка ХЩП-2 (2), борошно надходить по борошнопроводу у силоси марки ХЕ-160А (1) [10].

Далі борошно подається на виробництво за допомогою роторного живильника М-122 (3). За участю повітряного потоку воно транспортується до розвантажувального бункера (4), а звідти – у просіювач пірамідальної форми з обертовими ситами типу «ПБ-1,5» (5). На цьому етапі відбувається очищення борошна від сторонніх та металевих домішок, а також його аерація (насичення киснем) [10, 14-15].

Після цього борошно надходить у бункер над вагою (6), де зважується на вагах типу ДМП-100 (7), а далі – у бункер під вагою (8).

Рідкі сировинні компоненти, що застосовуються для приготування напівфабрикатів, зберігаються у відповідних розхідних ємностях (14-17).

Приготування напівфабрикатів передбачено на густих опарах. Для виробництва паляниці «Коровайська» використовуються густі опари. Замість здійснюється в машинах безперервної дії типу Х-26А (9). Подавання рідких інгредієнтів – таких як сольовий та цукровий розчин, маргарин, вода – здійснюється за допомогою насосів з ємностей (14-17) [10, 14-15].

Борошно подається з барабанного дозатора, який входить у комплект тістомісильної машини. Опара після замішування бродить у спеціальному кориті (18). Після завершення бродіння вона надходить до тістомісильної машини Х-26А (9) через шнековий дозатор трубопровід.

Готове тісто подається у приймальний бункер тістоподільника А2-ХТН (10), де воно ділиться на шматки, які подаються у вистійну шафу РМК (12). Після вистоювання заготовки по транспортеру (11) направляються на посадку в тунельну піч БН-25 (12). Випікання здійснюється з парозволоженням пекарної камери [10, 14-15].

Процес виробництва хліба «Макіївський» також передбачає використання густих опар. Замість опари і тіста відбувається в машинах Х-26А (9), а рідкі компоненти (сольовий розчин, патока, вода) подаються з ємностей (14-17). Опара бродить у кориті (18), після чого за допомогою шнекового дозатора і трубопроводу які вбудовані в тістоміс (9).

Готове тісто надходить у приймальний бункер тістоподільника А2-ХТН (10), звідки його поділені частини по стрічковому транспортеру (11) подаються а звідти – на колиски вистійної шафи Т1-ХЗР-80 (12). Після вистоювання, шляхом повороту колисок, заготовки надходять до тунельної печі БН-25 (13). Випечені вироби транспортуються по лінії готової продукції (19) на циркуляційний стіл (20), де здійснюється ручне укладання в контейнери (21).

2.2 Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту

2.2.1 Таблиця вихідних даних для розрахунку запроєктованого асортименту

Таблиця 2.2 – Вихідні дані для розрахунків [11, 12].

Показники і параметри, одиниці виміру	Умовні позначення	Значення показників і параметрів	
		Паляниця «Короваївська»	Хліб «Макіївський»
1	2	3	4
Стандарт на готові вироби: Показники якості виробів:		ДСТУ 7517:2014	ГСТУ 15.800389676.0 09-2000
Маса виробу, кг	$G_{\text{вир}}$	0,8	1,0
Вологість, % не більше	$W_{\text{в}}$	43	41
Кислотність, град, не більше	K	3,0	2,5
Пористість, % не менше	П	70	76
Розмір виробу, мм:	d	200	220
Рецептура на 100 кг борошна, кг			
Борошно пшеничне вищого сорту	$G_{\text{б.пш}}^{\text{в.с}}$	100	100
Дріжджі хлібопекарські пресовані	$G_{\text{др}}$	2,0	2,0
Сіль кухонна харчова	$G_{\text{с}}$	1,5	1,3
Цукор білий	$G_{\text{ц}}$	2,0	2,0
Маргарин столовий, 82 %	$G_{\text{м}}$	2,0	2,0
Молоко незбиране	$G_{\text{м.н}}$	-	10,0
Олія соняшникова	$G_{\text{о.с}}$	-	2,0
Разом	-	107,5	119,3
Основні показники технологічних режимів:			
Вологість опари, %	$W_{\text{о}}$	48	46
Вологість тіста, %	$W_{\text{т}}$	44	42
Плановий вихід, %	-	136	133
Тривалість бродіння опари, хв	$T_{\text{о}}$	180	210
Тривалість бродіння тіста, хв	$T_{\text{т}}$	120	60
Спосіб приготування	-	Густа опара	
Тривалість вистоювання, хв	$T_{\text{вис}}$	60	40
Спосіб випікання	-	На поду	
Тривалість випікання, хв	$T_{\text{вип}}$	45	52
Марка печі	-	БН – 25	

Розмір поду печі	-	12000×2100
Концентрація розчину солі, %	$C_{c.p}$	25
Концентрація розчину цукру, %	$C_{ц.p}$	50
Кратність розведення дріжджів водою	-	1:3
Технологічні витрати і затрати:		
Втрати борошна до замішування тіста, % до маси борошна	g_b	0,02 – 0,06
Втрати борошна від замішування до випікання, % до маси борошна	g_t	0,03 – 0,05
Втрати сухих речовин на бродіння, % до сухих речовин тіста	$C_{сух}$	3,3
Втрати борошна під час оброблення тіста, % до маси тіста	$g_{обр}$	0,6 – 1,0
Втрати на упікання, % до маси тіста	$g_{уп}$	6,0 – 12,0
Втрати під час укладання гарячого хліба, % до маси гарячого хліба	$g_{укл}$	0,5 – 0,8
Втрати від усихання хліба, % до маси гарячого хліба	$g_{ус}$	2,5 – 4,0
Масова частка крихт і лому, % до маси борошна	$g_{кр}$	0,03
Втрати за рахунок не точності маси виробів, % до маси гарячого хліба	$g_{шт}$	0,04 – 0,05
Втрати від перероблення хліба, % до маси борошна	$g_{бр}$	Близько 0,02

2.2.2 Підбір та розрахунок печей

Розрахунок виробничої продуктивності лінії виконується на основі розрахунку потужності печі.

Розрахунок продуктивності печі для паляниці «Коровайська»:

Виробнича продуктивність $P_{год}$ розраховується за формулою [11]:

$$P_{год} = \frac{N \times n \times g \times 60}{t_{вип}}, \quad (2.1)$$

де N – кількість виробів по довжині поду печі, шт.;

n – кількість виробів по ширині поду печі, шт.;

g – маса виробу, кг.;

t – час випікання виробу, хв.

Визначаю кількість виробів по довжині поду печі за формулою:

$$N = \frac{L-a}{l+a} \quad (2.2)$$

L – довжина поду печі, мм.;

l – діаметр виробу, мм.;

a – відстань між виробами ($a=30$ мм) [11].

$$N = \frac{12000-30}{200+30} = 52 \text{ шт.}$$

Розраховую кількість виробів по ширині поду печі:

$$n = \frac{B-a}{d+a} \quad (2.3)$$

B – ширина поду печі, мм.

$$n = \frac{2100-30}{200+30} = 8 \text{ шт.}$$

Годинна продуктивність печі для паляниці «Короваївська» становить:

$$P_{\text{год}} = \frac{52 \cdot 8 \cdot 0,8 \cdot 60}{45} = 443,7 \text{ кг/год}$$

Продуктивність за добу становить:

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

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

$$P_{\text{доб}} = 443,7 \times 23 = 10\,205 \text{ кг/доб}$$

Розрахунок продуктивність печі для хліба «Макіївський»:

Розраховую кількість виробів по довжині поду за формулою:

$$N = \frac{12000-30}{220+30} = 48 \text{ шт.}$$

Розраховую кількість виробів по ширині поду:

$$n = \frac{2100-30}{220+30} = 8 \text{ шт.}$$

Годинна продуктивність становитиме:

$$P_{\text{год}} = \frac{48 \cdot 8 \cdot 1,0 \cdot 60}{52} = 443 \text{ кг/год}$$

Добова продуктивність буде:

$$P_{\text{доб}} = 443 \times 23 = 10\,189 \text{ кг/доб}$$

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	БН –25	Паляниця «Короваївська»	443,7	23	10 205
2	БН – 25	Хліб «Макіївський»	443	23	10 189

Графік роботи печей

№ печі	Марка печі	Години роботи					
		Перша зміна		Друга зміна		Третя зміна	
		7		15		23	
1	БН – 25	ІІІІІІІІІІІІ	Х	ІІІІІІІІІІІІ	Х	ІІІІІІІІІІІІ	Х
2	БН – 25	ІІІІІІІІІІІІ	Х	ІІІІІІІІІІІІ	Х	ІІІІІІІІІІІІ	Х

Рис. 2.1. Графік роботи печей

Умовні позначення:

ІІІ – робота печі

Х – профілактика

2.2.3 Розрахунок пофазних рецептур

Розрахунок пофазної рецептури для паляниці «Короваївська»:

Хліб готують опарним способом в тістомісильних машинах безперервної дії [11].

Дані для розрахунків:

$$W_t = 43+1 = 44\%$$

$$W_o = 48\%$$

Концентрація розчину солі – $C_{c.p}$ – 25%

Концентрація розчину цукру – $C_{ц.p}$ – 50%

Співвідношення у суспензії дріжджів та води = 1:3

Таблиця 2.4 – Співвідношення сухих речовин та вологі в сировині тіста [12].

Сировина	Маса, кг	Вологість, %	Масова частка с.р, %	Масова частка с.р, кг
Борошно пшеничне вищого сорту	100	14,5	85,5	85,5

Дріжджі хлібопекарські пресовані	2,0	75	25	0,5
Сіль кухонна харчова	1,5	-	-	1,5
Цукор білий	2,0	-	-	2,0
Маргарин столовий 82%	2,0	82	18	0,36
Разом	107,5	-	-	89,86

Масу тіста знаходжу за формулою:

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

де $G_{c.p}$ – маса сухих речовин в тісті, кг;

$$G_T = \frac{89,86 \cdot 100}{100 - 44} = 160,4 \text{ кг.}$$

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, % 25% – концентрація сольового розчину

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

Маса води в сольовому розчині:

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

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

Цукор у розчин цукровий за формулою (2.6):

$$G_{c.p} = \frac{2,0 \cdot 100}{50} = 4 \text{ кг.}$$

Маса води в цукровому розчині (2.7):

$$G_B^{c.p} = 4 - 2 = 2 \text{ кг.}$$

Дріжджі в суспензію дріжджову:

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

n – кількість розведень, ($n=3$)

$$G_{\text{др.с}} = 2,0 + 2,0 \times 3 = 8,0 \text{ кг.}$$

Кількість води в суспензії:

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

$$G_{\text{в}}^{\text{др.с}} = 8 - 2 = 6 \text{ кг.}$$

Кількість води на заміс тіста становить:

$$G_{\text{в}}^{\text{т}} = G_{\text{т}} - G_{\text{сир}} \quad (2.10)$$

$$G_{\text{в}}^{\text{т}} = 160,4 - 107,5 = 52,9 \text{ кг.}$$

Розраховую масу води в тісті з урахуванням замін:

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

$$G_{\text{в}}^{\text{з}} = 52,9 - [4,5 + 6 + 2] = 40,4 \text{ кг.}$$

Розрахунок рецептури опари:

Масу опари розраховую, виходячи з маси сухих речовин в опарі.

Таблиця 2.5 – Співвідношення вологи та сухих речовин в сировині опари

Сировина	Маса, кг	Вологість, %	Маса сухих речовин в %	Маса сухих речовин в кг
Борошно пшеничне вищого сорту	50	14,5	85,5	42,75
Дріжджі хлібопекарські пресовані	2,0	75	25	0,375
Разом	52	-		43,125

Розраховую вихід опари:

$$G_{\text{о}} = \frac{G_{\text{с.р}} \cdot 100}{100 - W_{\text{о}}} \quad (2.12)$$

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

$$G_{\text{о}} = \frac{43,125 \cdot 100}{100 - 48} = 82,9 \text{ кг.}$$

Масу води в опарі розраховую за формулою:

$$G_{\text{в}}^{\text{о}} = G_{\text{о}} - G_{\text{сир}} \quad (2.13)$$

$$G_{\text{в}}^{\text{о}} = 82,9 - 52 = 30,9 \text{ кг.}$$

Маса води в опарі, за винятком тієї, що входить із суспензією дріжджовою становить:

$$G_{\text{в}}^{1,0} = G_{\text{в}}^{\text{о}} - G_{\text{в}}^{\text{др.с}} \quad (2.14)$$

$$G_b^{1.0} = 30,9 - 6 = 24,9 \text{ кг.}$$

Таблиця 2.6 – Пофазна рецептура для виробництва паляниці «Короваївська», кг, на 100 кг борошна

Сировина і напівфабрикати	Маса, кг	Опара	Тісто
Борошно пшеничне вищого сорту	100	50	50
Дріжджова суспензія	8	8	-
Сольовий розчин	6	-	6
Маргарин столовий	2,0	-	2
Цукровий розчин	4	-	4
Опара	82,9	-	82,9
Вода	40,4	24,9	15,5
Разом	-	82,9	160,4

Тісто готують опарним способом в тістомісильних машинах безперервної дії.

Коефіцієнт перерахунку:

$$K_x = \frac{G_b}{100 \cdot 60} \quad (2.15)$$

Годинні витрати борошна:

$$G_b^{\text{год}} = \frac{P_{\text{год}} \cdot 100}{V_{\text{пл}}} \quad (2.16)$$

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

$V_{\text{пл}}$ – вихід плановий хліба.

$$G_b^{\text{год}} = \frac{443,7 \cdot 100}{136} = 326,2 \text{ кг/год}$$

$$K_x = \frac{326,2}{100 \cdot 60} = 0,05$$

Таблиця 2.7 – Виробнича рецептура

Сировина	Маса	Опара	Коефіцієнт	В опару за 1 хв.	Тісто	В тісто за 1 хв.
Борошно пшеничне вищого сорту	100	50	0,05	2,5	50	2,5
Дріжджова суспензія	8	8		0,4	-	-
Сольовий розчин	6	-		-	6	0,3

Маргарин столовий	2	-		-	2	0,1
Цукровий розчин	4	-		-	4	0,2
Опара	82,9	-		-	82,9	4,14
Вода	40,4	24,9		1,2	15,5	0,77
Разом	-	82,4		4,1	160,4	8

Розрахунок пофазної рецептури для приготування хліба «Макіївський»

Хліб готують опарним способом в тістомісильних машинах безперервної дії [12].

Дані для розрахунків:

$$W_T = 41+1 = 42 \% \quad W_o = 46\%$$

Розраховую масу сухих речовин в компонентах тіста:

Таблиця 2.8 – Співвідношення сухих речовин та води тіста:

Сировина	Маса, кг	Вологість, %	Масова частка сухих речовин, %	Масова частка сухих речовин, кг
Борошно пшеничне вищого сорту	100	14,5	85,5	85,5
Дріжджі хлібопекарські пресова	2,0	75	25	0,375
Сіль кухонна харчова	1,3	-	-	1,3
Цукор білий	2	-	-	2
Маргарин	2,0	82	18	0,36
Молоко незбиране	10	88	12	1,2
Разом	119,3	-	-	90,74

Знаходжу масу тіста за формулою (2.5):

$$G_T = \frac{90,74 \cdot 100}{100 - 42} = 156,4 \text{ кг.}$$

Проводжу заміну сировини, переводжу її в розчини:

Сіль у сольовий розчин за формулою (2.6):

$$G_{c.p} = \frac{1,3 \cdot 100}{25} = 5,2 \text{ кг.}$$

Маса води в сольовому розчині згідно формули (2.7):

$$G_{\text{в}}^{\text{с.р}} = 5,2 - 1,3 = 3,9 \text{ кг.}$$

Дріжджі переводжу в дріжджову суспензію у відповідності до формули (2.8):

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

Визначаю кількість води в дріжджовій суспензії (2.9):

$$G_{\text{в}}^{\text{др.с}} = 8 - 2 = 6 \text{ кг.}$$

Цукор розчиняю в розчин цукровий за формулою (2.6):

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

Маса води в цукровому розчині (2.7):

$$G_{\text{в}}^{\text{ц.р}} = G_{\text{ц.р}} - G_{\text{ц}}$$

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

Маса води для замішування тіста розраховується за формулою (2.10):

$$G_{\text{в}}^{\text{т}} = 156,4 - 119,3 = 37,1 \text{ кг.}$$

Визначаю масу води в тісті з урахуванням замін (2.11):

$$G_{\text{в}}^{\text{з}} = 37,1 - [6 + 3,9 + 2] = 25,2 \text{ кг.}$$

Масу опари розраховую, виходячи з маси сухих речовин в опарі:

Таблиця 2.9 – Співвідношення вологи та сухих речовин в сировині опари

Сировина	Маса, кг	Вологість, %	Маса сухих речовин в %	Маса сухих речовин в кг
Борошно пшеничне вищого сорту	50	14,5	85,5	42,75
Дріжджі хлібопекарські пресовані	2	75	25	0,375
Молоко незбиране	10	88	12	1,2
Разом	62	-		44,33

Обчислюю вихід опари за формулою (2.12):

$$G_0 = \frac{44 \times 33 \times 100}{100 - 46} = 82 \text{ кг.}$$

Розраховую масу води в опарі (2.13):

$$G_{\text{в.о}} = 82 - 62 = 20 \text{ кг.}$$

Кількість води в опарі, крім тієї, що вноситься із дріжджовою суспензією за формулою (2.14) становить:

$$G_{\text{в}}^{1.0} = 20 - 6 = 14 \text{ кг.}$$

Таблиця 2.10 – Пофазна рецептура для приготування тіста для хліба «Макіївський»:

Сировина	Маса, кг	Опара	Тісто
Борошно пшеничне вищого сорту	100	50	50
Дріжджова суспензія	8	8	-
Сольовий розчин	5,2	-	5,2
Цукровий розчин	4	-	4
Молоко незбиране	10	10	-
Маргарин	2	-	2
Олія соняшникова	2	-	2
Опара	82	-	82
Вода	25,2	14	11,2
Разом	-	112,3	156,4

Тісто готують безперервним способом. Розрахунки проводять аналогічно як для паляниці.

$$G_{\text{б}}^{\text{год}} = \frac{443 \cdot 100}{133} = 333 \text{ кг/год}$$

$$K_{\text{х}} = \frac{333}{100 \cdot 60} = 0,05$$

Таблиця 2.11 – Виробнича рецептура [12].

Сировина	Маса	Опара	Коефіцієнт	В опару за 1 хв.	Тісто	В тісто за 1 хв.
Борошно пшеничне вищого гатунку	100	50	0,05	2,5	50	2,5
Дріжджова суспензія	8	8		0,4	-	-

Сольовий розчин	5,2	-		-	5,2	0,26
Цукровий розчин	4	-		-	4	0,2
Маргарин	2	-		-	2	0,1
Молоко нативне	10	10		0,5	-	-
Олія соняшникова	2	-		-	2	0,1
Опара	82	-		-	82	4,1
Вода	25,2	14		0,7	11,2	0,56
Разом	-	82		4,1	156,4	7,82

2.2.4 Розрахунок виходу виробів

Визначається вихід хлібобулочних виробів розрахунком виходу тіста, та технологічними витратами і затратами які виникають при його виготовленні:

Розрахунок виходу паляниці «Короваївська»:

Для паляниці «Короваївська» вихід знаходжу за формулою [11]:

$$V_{\phi} = G_{\tau} - (B_{\phi} + B_{\tau} + Z_{\text{бр}} + Z_{\text{обр}} + Z_{\text{уп}} + Z_{\text{укл}} + Z_{\text{ус}} + B_{\text{шт}}) \quad (2.15)$$

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

B_{τ} – втрати борошна та тіста від початку замішування до посадки тістових заготовок в піч;

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

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

$Z_{\text{уп}}$ – 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);

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

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

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

У відповідності до формули розраховую вологість середньозважену сировини:

$$W_{\text{сер}} = \frac{G_{\text{б}}*W_{\text{б}}+G_{\text{др}}*W_{\text{др}}+G_{\text{с}}+G_{\text{м}}*W_{\text{м}}+G_{\text{ц}}}{G_{\text{б}}+G_{\text{др}}+G_{\text{с}}+G_{\text{м}}+G} \quad (2.16)$$

$W_{\text{б}} + W_{\text{др}}$ – вологість сировини, %.

$$W_{\text{сер}} = \frac{100*14,5+2*75+1,5+2+2*82}{107,5} = 16,4 \%$$

Визначаю масу тіста за формулою:

$$G_{\text{т}} = \frac{G_{\text{сир}}*(100+W_{\text{сир}})}{(100-W_{\text{т}})} \quad (2.17)$$

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

$$G_{\text{т}} = \frac{107,5*(100-16,5)}{100-44} = 160,2 \text{ кг.}$$

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

Визначаю втрати борошна в тісті до замішування тіста $B_{\text{б}}$, кг:

$$B_{\text{б}} = \frac{g_{\text{б}}*(100-W_{\text{б}})}{100-W_{\text{т}}} \quad (2.18)$$

де $g_{\text{б}}$ – втрати борошна до замішування напівфабрикатів, % до маси борошна; $g_{\text{б}} = 0,02-0,06 \%$

$$B_{\text{б}} = \frac{0,03*(100-14,5)}{100-44} = 0,04 \%$$

Визначаю середню вологість:

$$W_{\text{сер}} = \frac{W_{\text{б}} + W_{\text{т}}}{2} \quad (2.19)$$

$$W_{\text{сер}} = \frac{14,5+44}{2} = 29,25 \%$$

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

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

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

$$B_{\text{т}} = \frac{0,06*(100-29,25)}{100-44} = 0,05 \%$$

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

$$Z_{\text{бр}} = \frac{C_{\text{сух}} * 0,96 * (G_{\text{сир}} - g_{\text{обр}}) * (100 - W_{\text{ср}})}{1,96 * 100 * (100 - W_{\text{T}})} \quad (2.21)$$

$$Z_{\text{бр}} = \frac{3,0 * 0,95 * (107,5 - 1) * (100 - 29,25)}{1,96 * 100 * (100 - 44)} = 2 \%$$

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

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

$$Z_{\text{обр}} = \frac{1 * (44 - 14,5)}{100 - 44} = 0,5 \%$$

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

$$Z_{\text{уп}} = \frac{g_{\text{уп}} * [G_{\text{T}} - (W_{\text{б}} + W_{\text{T}} + Z_{\text{бр}} + Z_{\text{обр}})]}{100} \quad (2.23)$$

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

$$Z_{\text{уп}} = \frac{10 * [160,2 - (0,04 + 0,05 + 0,5 + 2)]}{100} = 15,7 \%$$

Під час укладання затрати, $Z_{\text{укл}}$, кг:

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

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

$g_{\text{укл}} = 0,5 - 0,8$

$$Z_{\text{укл}} = \frac{0,5 * [160,2 - 18,3]}{100} = 0,7 \%$$

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

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

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

$$Z_{\text{ус}} = \frac{3,0 * [160,2 - 19]}{100} = 4,2 \%$$

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

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

де $g_{\text{шт}}$ – втрати внаслідок відхилення маси хліба, % до маси гарячого хліба;

$g_{\text{шт}} = 0,4 - 0,5 \%$

$$B_{\text{шт}} = \frac{0,5 * [160,2 - 20,23]}{100} = 0,7 \%$$

Для паляниці «Короваївська» фактичний вихід становитиме:

$$B_{\phi} = 160,2 - 23,2 = 137 \%$$

Таблиця 2.12 – Зведена таблиця розрахунку виходу паляниці «Короваївська»:

Види втрат і витрат при заданих технологічних умовах	Вихідні дані для розрахунку виходу хліба		Втрати і витрати у перерахунку до тіста	
	Позначення	Величина	Позначення	Величина
Вихід тіста	$g_t, \%$	160,2	-	-
Втрати борошна до приготування тіста за умови безтарного зберігання	$g_b, \%$ до маси борошна	0,03	B_b	0,04
Втрати борошна і тіста у разі приготування в тістовому агрегаті	$g_t, \%$ до маси тіста	0,06	B_t	0,05
Витрати сухих речовин на бродіння за умови приготування тіста на рідких заквасках	$g_{\text{сух}}, \%$ до СР тіста	3	$З_{\text{бр}}$	2
Витрати борошна під час оброблення тіста	$g_{\text{обр}}, \%$ до маси борошна	1	$З_{\text{обр}}$	0,5
Витрати на упікання	$g_{\text{уп}}, \%$ до маси тіста	10	$З_{\text{уп}}$	15,7
Витрати під час укладання гарячого хліба	$g_{\text{укл}}, \%$ до маси гарячого хліба	0,5	$З_{\text{укл}}$	0,7
Витрати від усихання хліба	$g_{\text{ус}}, \%$ до маси гарячого хліба	3	$З_{\text{ус}}$	4,2
Втрати за рахунок неточної маси виробів	$g_{\text{шт}}, \%$ до маси гарячих виробів	0,5	$B_{\text{шт}}$	0,7
Всього втрат і витрат у розмірності виходу тіста	—	-	—	23,2

Розрахунок виходу хліба «Макіївський»:

Визначаю кількість води в сировині хліба «Макіївський» за формулою (2.16):

$$W_{\text{сер}} = \frac{100 \cdot 14,5 + 2 \cdot 75 + 1,3 + 2 + 2 \cdot 82 + 10 \cdot 88 + 2}{119,3} = 22,2 \%$$

Масу тіста визначаю за формулою (2.17):

$$C_{\text{т}} = \frac{119,3 \cdot (100 - 22,2)}{100 - 42} = 160 \text{ кг.}$$

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

Втрати борошна і напівфабрикатів від замішування тіста B_6 , кг розраховую за формулою (2.18):

$$B_6 = \frac{0,05 \cdot (100 - 14,5)}{100 - 42} = 0,07 \%$$

$$W_{\text{сер}} = \frac{14,5 + 42}{2} = 28,25$$

Втрати борошна і напівфабрикатів від замішування до випікання $B_{\text{т}}$, кг розраховуються за формулою (2.20):

$$B_{\text{т}} = \frac{0,05 \cdot (100 - 28,25)}{100 - 42} = 0,06 \%$$

Затрати при бродінні напівфабрикатів $Z_{\text{бр}}$, кг (2.21):

$$Z_{\text{бр}} = \frac{3 \cdot 0,95 \cdot (119,3 - 1) \cdot (100 - 28,25)}{1,96 \cdot 100 \cdot (100 - 42)} = 2,1 \%$$

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

$$Z_{\text{обр}} = \frac{1 \cdot (42 - 14,5)}{100 - 42} = 0,47 \%$$

Затрати від упікання $Z_{\text{уп}}$, кг (2.23):

$$Z_{\text{уп}} = \frac{11 \cdot [160 - (0,07 + 0,06 + 2,1 + 0,47)]}{100} = 17,3 \%$$

Затрати при укладанні $Z_{\text{укл}}$, кг, визначаю за формулою (2.24):

$$Z_{\text{укл}} = \frac{0,7 \cdot [160 - (2,7 + 17,3)]}{100} = 2,0 \%$$

Затрати від усихання $Z_{\text{ус}}$, кг, визначаю за формулою (2.25):

$$Z_{\text{ус}} = \frac{4,0 \cdot [160 - 22]}{100} = 5,5 \%$$

Визначаю втрати від неточної маси штучних виробів $B_{\text{шт}}$, кг (2.26):

$$B_{\text{шт}} = \frac{0,6 \cdot [160 - 27,5]}{100} = 0,8 \%$$

Для хліба «Макіївський» фактичний вихід становитиме:

$$B_{\phi} = 160 - 28,3 = 131,7 \%$$

Таблиця 2.13 – Зведена таблиця розрахунку виходу хліба «Макіївський»

Види втрат і витрат при заданих технологічних умовах	Вихідні дані для розрахунку виходу хліба		Втрати і витрати у перерахунку до тіста	
	Позначення	Величина	Позначення	Величина
Вихід тіста	$g_t, \%$	160	-	-
Втрати борошна до приготування тіста за умови безтарного зберігання	$g_b, \%$ до маси борошна	0,05	B_b	0,07
Втрати борошна і тіста у разі приготування в тістовому агрегаті	$g_t, \%$ до маси тіста	0,05	B_t	0,06
Витрати сухих речовин на бродіння за умови приготування тіста на густих заквасках	$g_{\text{сух}}, \%$ до СР тіста	3	$З_{\text{бр}}$	2,1
Витрати борошна під час оброблення тіста	$g_{\text{обр}}, \%$ до маси борошна	1	$З_{\text{обр}}$	0,47
Витрати на упікання	$g_{\text{уп}}, \%$ до маси тіста	11	$З_{\text{уп}}$	17,3
Витрати під час укладання гарячого хліба	$g_{\text{укл}}, \%$ до маси гарячого хліба	0,7	$З_{\text{укл}}$	2,0
Витрати від усихання хліба	$g_{\text{ус}}, \%$ до маси гарячого хліба	4,0	$З_{\text{ус}}$	5,5
Втрати за рахунок неточної маси виробів	$g_{\text{шт}}, \%$ до маси гарячих виробів	0,6	$B_{\text{шт}}$	0,8
Всього втрат і витрат у розмірності виходу тіста	-	-	-	28,3

2.2.5 Розрахунок виробничих рецептур та вибір технологічних параметрів

Для паляниці «Короваївська»:

Розрахунок продуктивності машин безперервної дії.

$$P_M = g_{н/ф} \times K_3 \quad (2.27)$$

де $g_{н/ф}$ – маса напівфабрикату, що замішується протягом 1 хвилини;

K_3 – коефіцієнт, який враховує можливі зупинки машини для регулювання та очищення, ($K_3 = 1,06 - 1,08$).

$$P_M = 8,0 \times 1,06 = 8,5 \text{ кг/хв}$$

Кількість необхідних тістомісильних машин визначаю за формулою:

$$N_{т.м} = \frac{P_M}{P} \quad (2.28)$$

де P – продуктивність тістомісильної машини згідно технічної характеристики, кг/хв ($P = 11 \text{ кг/хв}$).

$$N_{т.м} = \frac{8,5}{11} = 1 \text{ шт.}$$

Використовую 2 т/м машини безперервної дії Х-26А.

Об'єм місткостей для бродіння опари V_0 і тіста V_T , дм^3 , розраховую за формулами:

$$V_0 = \frac{G_6^0 \cdot t_0 \cdot 100}{q}, \text{ дм}^3 \quad (2.29)$$

$$V_T = \frac{G_6^T \cdot t_T \cdot 100}{q}, \text{ дм}^3 \quad (2.30)$$

де G_6^0 , G_6^T – витрати борошна за хвилину на приготування опари чи тіста, кг;

q – норма завантаження борошна на 100 дм^3 об'єму корита, кг;

t_0 , t_T – тривалість бродіння опари та тіста.

$$V_0 = \frac{2,5 \cdot 210 \cdot 100}{25} = 2,1 \text{ м}^3$$

$$V_T = \frac{2,5 \cdot 60 \cdot 100}{30} = 0,5 \text{ м}^3$$

Для бродіння опари використовую корито місткістю $2,1 \text{ м}^3$

Для тіста використовую бункер над тістоподільником місткістю $0,5 \text{ м}^3$.

$$V_0 = \frac{2,5 \cdot 180 \cdot 100}{25} = 1,8 \text{ м}^3$$

$$V_T = \frac{2,5 \cdot 120 \cdot 100}{30} = 1 \text{ м}^3$$

Для бродіння опари використовують корито місткістю 1,8 м³

Для тіста використовують бункер над тістоподільником місткістю 1 м³.

Розрахунок температури води на тісто

Температуру води на замішування опари t_B^0 °C, розраховують за формулою:

$$t_B^0 = t_0 + \frac{G_6^T \cdot C_6 \cdot (t_T - t_6)}{G_{H/\Phi} \cdot C_B} + n \quad (2.31)$$

де t_0 – задана температура опари та тіста, °C; $t_0 = 28$ °C; $t_T = 30$ °C;

G_6^0 – кількість борошна в опарі, кг;

G_6^T – кількість борошна в тісті, кг;

t_6 – температура борошна, °C;

C_0 – теплоємність напівфабрикату, кДж*К, обчислюють за формулою;

G_0 – кількість напівфабрикату, кг;

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

G_B^0 – кількість води, внесеної в опару, кг.

$$t_B^0 = 28 + \frac{50 \cdot 1,257 \cdot (28 - 20)}{24,9 \cdot 4,19} + 1 = 33,8 \text{ °C}$$

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

$$t_B^T = t_T + \frac{G_6^T \cdot C_6 \cdot (t_T - t_6)}{G_B \cdot C_B} + \frac{G_0 \cdot C_0 \cdot (t_T - t_0)}{G_B^0 \cdot C_B} \quad (2.32)$$

Розраховують теплоємність напівфабрикату, (опари) $C_{H/\Phi}$ за формулою:

$$C_{H/\Phi} = \frac{G_6^0 \cdot C_6 + G_B^0 \cdot C_B}{G_0} \quad (2.33)$$

де C_6 і C_B – теплоємність відповідно борошна і води, кДж*К.

$$C_{H/\Phi} = \frac{50 \cdot 1,257 + 24,9 \cdot 4,19}{82,9} = 2 \text{ кДж/кг*К}$$

$$t_B^T = 30 + \frac{50 \cdot 1,257 \cdot (31 - 20)}{40,4 \cdot 4,19} + \frac{82,9 \cdot 2 \cdot (30 - 28)}{24,9 \cdot 4,19} = 38,5 \text{ °C}$$

Обраховують величину шматків тіста з урахуванням затрат на упікання та усихання, за формулою:

$$n_{\text{шм}}^{\text{т}} = \frac{G_{\text{хл}} * 100 * 100}{(100 - G_{\text{уп}}) * (100 - G_{\text{ус}})} \quad (2.34)$$

де $G_{\text{хл}}$ – маса готового виробу, кг ($G_{\text{хл}} = 0,8$ кг);

$G_{\text{уп}}$ – упікання, %

$G_{\text{ус}}$ – усихання, %

$$n_{\text{шм}}^{\text{т}} = \frac{0,8 * 100 * 100}{(100 - 15,7) * (100 - 4,2)} = 0,99 \text{ кг.}$$

Таблиця 2.14 – Технологічний режим приготування паляниці «Короваївська»

Параметри процесів	Одиниці виміру	Опара	Тісто
Початкова температура	°C	28	30
Кінцева кислотність	град	3,5	3,0
Вологість	%	46	42
Тривалість бродіння	хв	210	60
Маса шматків тіста	кг	-	0,99
Тривалість вистоювання	хв	-	40
Температура у вистійній шафі	°C	-	40
Відносна вологість у вистійній шафі	%	-	75
Тривалість випікання	хв	-	52
Температура пекарної камери	°C	-	200

Для хліба «Макіївський»:

Розрахунок проводжу аналогічно як для паляниці «Короваївська»

$$P_{\text{м}} = 7,82 * 1,06 = 8,3 \text{ кг/хв}$$

$$N_{\text{т.м}} = \frac{8,3}{11} = 1 \text{ шт.}$$

Для приготування опари / тіста використовую 2 т/м машини безперервної дії Х-26А.

Вираховую об'єм місткостей для бродіння напівфабрикатів хліба:

$$V_0 = \frac{2,5 * 180 * 100}{25} = 1,8 \text{ м}^2$$

$$V_T = \frac{2,5 \cdot 120 \cdot 100}{30} = 1 \text{ м}^2$$

Для бродіння опари використовують корито місткістю 1,8 м³

Для тіста використовують бункер над тістоподільником місткістю 1 м³.

Розрахунок температури води на тісто

Температуру води на замішування опари t_B^0 °С, розраховують за формулою (2.31):

$$t_B^0 = 27 + \frac{50 \cdot 1,257 \cdot (27 - 20)}{20 \cdot 4,19} + 1 = 33,2 \text{ °С}$$

Обчислюють температуру води на замішування тіста, t_B^T , °С (2.32):

Розраховують теплоємність напівфабрикату, (опари) $C_{н/ф}$ за формулою (2.33):

$$C_{н/ф} = \frac{50 \cdot 1,257 + 20 \cdot 4,19}{82} = 1,7 \text{ кДж/кг} \cdot \text{К}$$

$$t_B^T = 30 + \frac{50 \cdot 1,257 \cdot (30 - 20)}{40,4 \cdot 4,19} + \frac{82 \cdot 1,7 \cdot (30 - 28)}{20 \cdot 4,19} = 36,3 \text{ °С}$$

Обраховують величину шматків тіста з урахуванням затрат на упікання та усування, за формулою (2.34):

$$n_{шм}^T = \frac{1,0 \cdot 100 \cdot 100}{(100 - 17,3) \cdot (100 - 5,5)} = 1,27 \text{ кг}$$

Таблиця 2.15 – Технологічний режим приготування хліба «Макіївський»

Параметри процесів	Одиниці виміру	Опара	Тісто
Початкова температура	°С	27	30
Кінцева кислотність	град	3,5	3,0
Вологість	%	48	44
Тривалість бродіння	хв	180	120
Маса шматків тіста	кг	-	1,27
Тривалість вистоювання	хв	-	60
Температура у вистійній шафі	°С	-	40
Відносна вологість у вистійній шафі	%	-	75
Тривалість випікання	хв	-	45
Температура пекарної камери	°С	-	200

2.3 Розрахунок витрат і запасів сировини

Розраховую витрати сировини для паляниці «Коровайська»:

Розраховую добові витрати борошна, $G_6^{\text{доб}}$, кг/год:

$$G_6^{\text{доб}} = 326,2 \times 23 = 7\,502,6 \text{ кг/год} \quad (2.35)$$

Розраховую добову витрату дріжджів за формулою:

$$G_{\text{др}}^{\text{доб}} = \frac{G_6^{\text{доб}} * C}{100} \quad (2.36)$$

де C – маса дріжджів.

$$G_{\text{др}}^{\text{доб}} = \frac{7502,6 * 2}{100} = 150 \text{ кг/доб}$$

Розраховую добову витрату солі, кг:

$$G_c^{\text{доб}} = \frac{7502,6 * 1,5}{100} = 112,5 \text{ кг/доб}$$

Розраховую добову потребу цукру білого:

$$G_{\text{ц.б}}^{\text{доб}} = \frac{7502,6 * 2}{100} = 150 \text{ кг/доб}$$

Розраховую добову потребу маргарину:

$$G_m^{\text{доб}} = \frac{7502,6 * 2}{100} = 150 \text{ кг/доб}$$

Розраховую витрати сировини на добу для хліба «Макиївський»:

Годинні витрати борошна $G_6^{\text{доб}}$, кг/год, розраховую згідно формули:

$$G_6^{\text{доб}} = 333 \times 23 = 7\,659 \text{ кг/доб}$$

Розраховую добову потребу дріжджів $G_{\text{др}}^{\text{доб}}$, кг/доб:

$$G_{\text{др}}^{\text{доб}} = \frac{7659 * 2}{100} = 153,2 \text{ кг/доб}$$

Розраховую добову потребу солі, $G_c^{\text{доб}}$, кг/доб:

$$G_c^{\text{доб}} = \frac{7659 * 1,3}{100} = 99,5 \text{ кг/доб}$$

Розраховую добову потребу цукру $G_{\text{ц}}^{\text{доб}}$, кг/доб:

$$G_{\text{ц}}^{\text{доб}} = \frac{7659 * 2}{100} = 153,2 \text{ кг/доб}$$

Розраховую добову потребу маргарину $G_m^{\text{доб}}$, кг/доб:

$$G_m^{\text{доб}} = \frac{7659 * 2}{100} = 153,2 \text{ кг/доб}$$

Розраховую добову потребу нативного молока $G_{\text{м.н}}^{\text{доб}}$, кг/доб:

$$G_{\text{м.н}}^{\text{доб}} = \frac{7659 \cdot 10}{100} = 766 \text{ кг/доб}$$

Розраховую добову потребу олії соняшникової $G_o^{\text{доб}}$, кг/доб:

$$G_o^{\text{доб}} = \frac{7659 \cdot 2}{100} = 153,2 \text{ кг/доб}$$

Таблиця 2.16 – Добові витрати сировини

Сировина	Паляниця «Короваївська»	Хліб «Макіївський»	Разом
Борошно пшеничне вищого сорту	7 502,6	7 659	15 161,6
Дріжджі хлібопекарські пресовані	150	153,2	303,2
Сіль кухонна харчова	112,5	99,5	212
Цукор білий	150	153,2	303,2
Маргарин	150	153,2	303,2
Молоко нативне	-	766	766
Олія соняшникова	-	153,2	153,2

2.4 Розрахунок площ основних та допоміжних приміщень

Таблиця 2.17 – Складський запас сировини

Найменування сировини	Добові витрати	Спосіб зберігання	Запас, діб	Необхідний запас сировини
Борошно пшеничне вищого сорту	15 161,6	Склад БЗБ	7	106 131,2
Дріжджі хлібопекарські пресовані	303,2	Ящики	3	909,6
Сіль кухонна харчова	212	«мокре» зберігання	15	3 180
Цукор білий	303,2	Мішки	15	4 548
Маргарин	303,2	Ящики	5	1 516
Молоко нативне	766	Ємності	2	1 532
Олія соняшникова	153,2	Ємності	15	2 298

Розрахунок площі приміщення для зберігання цукру:

$$F_{\text{ц}} = \frac{G_{\text{доб}} * t_3}{q} * \mu, \text{ м}^2 \quad (2.37)$$

$q_{\text{сер}}$ – середнє навантаження на 1 м^2 , кг/м^2 (для, для дріжджів – 540, для цукру – 800, для маргарину – 400, для молока – 400, для соняшникової олії – 540) [9, 10].

$$F_{\text{ц}}^{\text{с}} = \frac{303,2 * 15}{800} * 1,5 = 8,5 \text{ м}^2$$

Розрахунок площі приміщення для зберігання олії:

$$F_{\text{о}} = \frac{G_{\text{доб}} * t_3}{q} * \mu, \text{ м}^2$$

$$F_{\text{о}}^{\text{с}} = \frac{153,2 * 15}{540} * 1,5 = 8,5 \text{ м}^2$$

Розрахунок площі холодильної камери для зберігання сировини:

1) дріжджів:

$$F_{\text{др}}^{\text{с}} = \frac{909,6 * 3}{540} = * 1,5 = 7,6 \text{ м}^2$$

2) маргарину:

$$F_{\text{м}}^{\text{с}} = \frac{303,2 * 5}{400} = * 1,5 = 5,7 \text{ м}^2$$

3) молока:

$$F_{\text{мол}}^{\text{с}} = \frac{766 * 2}{400} = * 1,5 = 5,7 \text{ м}^2$$

Таблиця 2.18 – Розрахунок площі складу тарного зберігання сировини

Вид сировини	Необхідний запас, т	Середнє навантаження	Площа для зберігання, м^2
Борошно пшеничне вищого сорту	45,5	-	-
Дріжджі хлібопекарські пресовані		0,54	$F = 0,9 \div 0,54 = 7,6 \text{ м}^2$
Цукор білий		0,8	$F = 4,5 \div 0,8 = 8,5 \text{ м}^2$
Маргарин столовий		0,4	$F = 1,5 \div 0,4 = 5,7 \text{ м}^2$
Молоко нативне		0,4	$F = 1,5 \div 0,4 = 5,7 \text{ м}^2$
Олія соняшникова		0,54	$F = 2,3 \div 0,54 = 8,5 \text{ м}^2$ (36 м^2)

2.5 Підбір та розрахунок технологічного обладнання

Розраховую кількість силосів в складі БЗБ:

$$N_c = \frac{G_6}{V_c} \quad (2.38)$$

де G_6 – необхідний запас борошна;

V_c – ємність одного силоса; ($V_c = 29000$);

$$N_c = \frac{106131,2}{29000} = 3,6 = 4 \text{ шт.}$$

Отже, використовую для зберігання борошна силоси марки ХЕ – 160А, в кількості 4.

Розраховую кількість борошняних ліній для просіювання борошна за формулою:

$$N_{б.л.} = \frac{G_6^{год}}{T * Q} \quad (2.39)$$

де $G_6^{год}$ – витрати борошна кожного виду за годину, т;

T – період роботи, год;

Q – продуктивність просіювача, кг/год.

Для розрахунку приймаю просіювач «ПБ – 1,5», його продуктивність згідно технологічних характеристик становить 1500 кг/год.

$$N_{б.л.} = \frac{15161,6}{23 * 1500} = 0,5 = 1 \text{ шт.}$$

Для просіювання борошна використовую 1 просіювач пірамідального типу з рухомими ситами марки «ПБ – 1,5»

Розрахунок кількості виробничих бункерів:

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

Потрібний об'єм виробничого бункера m^3 обчислюю за формулою:

$$N_{в.б} = \frac{G_6^{год} * t}{T * V} \quad (2.40)$$

де $G_6^{год}$ – витрати борошна для приготування напівфабрикату за годину, кг/м³;

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

$$N_{\text{в.б}} = \frac{(7659+7502,6)*4}{23*1000} = 2,6 = 3 \text{ шт.}$$

$$N_{\text{в}} = \frac{3}{1} = 3 \text{ шт.}$$

Використовую 3 виробничі бункери марки ХЕ – 63В ($V_6 = 1,0 \text{ м}^3$)

Розраховую об'єм ємності для зберігання солі за формулою:

$$V_{\text{с.р.}} = \frac{G_{\text{с}}*100*K*t_3}{C_{\text{с.р}} * \rho}, \text{ м}^3 \quad (2.41)$$

де $G_{\text{с}}$ – добові витрати солі, кг/доб;

t_3 – норма запасу, діб;

K – коефіцієнт збільшення об'єму рідини, внаслідок піноутворення ($K=1,2$);

ρ – густина ($\rho = 1200$), кг/м³;

$C_{\text{с.р.}}$ – концентрація сольового розчину, ($C_{\text{с.р.}} = 25 \%$).

$$V_{\text{с.р.}} = \frac{212*100*1,2*15}{25*1200} = 7,3 \text{ м}^2$$

Встановлюю установку «мокрого» зберігання солі Т1–ХСТ.

Розрахунок об'єму ємності для зберігання молока:

$$V_{\text{мол}} = \frac{1532*1,0*1,2}{1060} = 1,7 \text{ м}^2$$

Розрахунок обладнання для розробки тіста і зберігання виробів

Розрахунок обладнання для поділу тіста

Визначаю кількість заготовок за хвилину $N_{\text{д}}$, за формулою:

$$N_{\text{т/з}} = \frac{P_{\text{год}}}{g_{\text{в}}*60} \quad (2.42)$$

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

$g_{\text{в}}$ – маса виробу, кг.

Для паляниці «Короваївська»:

$$N_{\text{т/з}} = \frac{443,7}{0,8*60} = 10 \text{ шт/хв}$$

Для хліба «Макіївський»:

$$N_{\text{т/з}} = \frac{443}{1,0*60} = 7 \text{ шт/хв}$$

За формулою розраховую кількість тістоподільних машин, шт, для даних виробів:

$$N = \frac{N_d * K}{P} \quad (2.43)$$

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

P – продуктивність тістоподільника за хвилину ($n_d = 30$).

Для паляниці «Короваївська»:

$$N = \frac{10 * 1,04}{30} = 1 \text{ шт.}$$

Для хліба «Макіївський»:

$$N = \frac{7 * 1,04}{30} = 1 \text{ шт.}$$

Використовую тістоподільник марки А2 – ХТН з лопатевим нагнітачем тіста [11].

Розрахунок обладнання для остаточного вистоювання

Розрахунок вистійних шаф [11]:

Кількість кошиків в шафі розраховую за формулою:

$$N_{т/з} = \frac{P_{год} * t_{вис}}{60 * g} \quad (2.44)$$

де $t_{вис}$ – період вистоювання, хв;

n – кількість виробів на люльці, шт. ($n = 8$ шт.)

Кількість робочих кошиків:

$$N_{р.к} = \frac{N_{т/з}}{n_b} \quad (2.45)$$

n_b – кількість виробів на 1 кошиці, шт.

Для паляниці «Короваївська»:

$$N_{т/з} = \frac{443,7 * 40}{60 * 0,8} = 370 \text{ шт.}$$

$$N_{р.к} = \frac{370}{6} = 62 \text{ шт.}$$

Використовую вистійну шафу марки РМК з автоматизованою посадкою т/з на кошики вистійної шафи і под печі.

Для хліба «Макіївський»:

$$N_{т/з} = \frac{443 \cdot 60}{60 \cdot 1,0} = 443 \text{ шт.}$$

$$N_{р.к} = \frac{443}{8} = 55 \text{ шт.}$$

Використовую вистійну шафу марки Т1 – ХРЗ – 80 з автоматизованою посадкою т/з у шафу і на черень печі.

Розрахунок обладнання для зберігання виробів

Кількість контейнерів на годину для зберігання виробів:

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

$t_{зб}$ – термін зберігання, год.

$n_{л}$ – кількість лотків на контейнері ($n_{л} = 8$ шт.)

$n_{в}$ – кількість виробів на лотку, шт.

Для паляниці «Короваївська» контейнерів на годину потрібно:

$$N_{год} = \frac{443,7 \cdot 8}{16 \cdot 0,8 \cdot 8} = 34 \text{ шт.}$$

Для хліба «Макіївський» кількість контейнерів становитиме:

$$N_{год} = \frac{443 \cdot 8}{8 \cdot 1,0 \cdot 8} = 55 \text{ шт.}$$

В загальному, кількість контейнерів марки А2-ХМТ-25, що необхідні для зберігання паляниці «Короваївська» та хліба «Макіївський» становитиме:

$$N_{заг} = 34 + 55 = 89 \text{ шт.}$$

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

$t_{зб}$ – період зберігання, год.

$$S_{хл} = \frac{443 + 443,7 \cdot 8 \cdot 30}{1000} = 213 \text{ м}^2$$

Обраховую площу експедиції:

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

$$S_{експ} = 0,2 \times 213 = 42,6 = 43 \text{ м}^2$$

Таблиця 2.19 – Специфікація основного технологічного обладнання [14-15].

№ з/п	Найменування обладнання	Кількість	Технічна характеристика
1.	Приймальний щиток ХЩП - 2	1	-
2.	Борошнопровід	4	-
3.	Фільтр ХЕ-161	4	-
4.	Силос ХЕ-160А	4	Геометричний об'єм м ² d = 2652мм, h = 12180мм
5.	Тензометричний датчик	4	-
6.	Роторний живильник	4	-
7.	Бункер – розвантажувач	1	-
8.	Просіювач «Бурат ПБ - 1,5»	1	Продуктивність 1500кг/год 2900*856*1810
9.	Бункер над вагою	1	-
10.	Автовага АМП – 100	1	-
11.	Бункер під вагою	1	-
12.	Виробничий бункер ХЕ – 63В	3	Геометричний об'єм V = 1м ³
13.	Розхідні ємності	6	-
14.	Бак холодної води	1	-
15.	Бак гарячої води	1	-
16.	Дозувальна станція ВНДІХП-06	1	-
17.	Дозувальна станція ВНДІХП-05,	1	-
18.	Тістомісильна машина Х-26А	4	-
19.	Корито для бродіння опари	2	Об'єм V = 2,1 м ³ V = 1,8 м ³ .
20.	Шнековий дозатор опари	2	-
21.	Трубопровід подачі опари	2	-
22.	Тістоподільник А2-ХТН	2	Кількість заготовок за хвилину від 8 до 60 2700*915*115
23.	Стрічковий транспортер	2	-
24.	Тістоокруглювач Т1-ХТН	2	Продуктивність 20-63 кг/год 1070*1030*1040 мм
25.	Транспортер – подачі т/з	2	-
26.	Маятниковий посадчик	1	-

27	Вистійна шафа Т1-ХРЗ-80	1	Кількість робочих колисок 80 шт. 10550*1506*1960
28	Хлібопекарська піч БН-25	1	Площа поду 25 м ² 1495*341*335
29	Транспортер готових продуктів	1	-
30	Циркуляційний стіл	1	-

2.6 Технохімічний контроль виробництва продуктів запроєктованого асортименту

Технохімічний контроль у виробництві хлібобулочних виробів є важливою складовою забезпечення стабільної якості продукції, дотримання рецептури та технологічних режимів. Цей контроль охоплює всі етапи виробничого процесу – від приймання сировини до виходу готової продукції. Його мета – виявити відхилення в показниках якості сировини, напівфабрикатів і готових виробів, що дозволяє своєчасно коригувати технологічні параметри та запобігати випуску неякісної продукції [13].

На стадії підготовки до виробництва контролюється якість борошна пшеничного (вміст клейковини, зольність, кислотність, вологість), а також допоміжних компонентів – дріжджів, солі, цукру, води. У процесі замішування та бродіння тіста визначають його вологість, кислотність, консистенцію, тривалість ферментації, температуру та підйомну здатність. Під час випікання та після нього перевіряються вологість готового виробу, його кислотність, масова частка солі, форма, структура м'якушки та інші органолептичні характеристики.

Результати технохімічного контролю фіксуються у відповідній документації (журналах контролю), що дозволяє простежити динаміку якості та оперативно реагувати на зміни. Завдяки цьому виробництво пшеничних хлібобулочних виробів є більш ефективним, стабільним і здатним задовольнити високі вимоги споживача щодо смаку, свіжості та безпечності продукції [13].

Таблиця 2.20 – Метрологічне забезпечення виробництва хліба та хлібобулочних виробів [13].

Об'єкт контролю	Показники якості, що контролюються	Метод контролю	Періодичність контролю	Контролюючий
1	2	3	4	5
Підготовка сировини до виробництв: Борошно, дріжджі, сіль, цукор, маргарин, вода, мак	Колір, смак, сорт, запах, вологість наявність шкідливих м/о, зараженість шкідниками	Органолептично, лабораторне дослідження	Кожну партію	Технолог
Опара – тісто	Вологість, кислотність	Висушуванням, титруванням	Кожну порцію	Технолог
Бродіння опари - тіста	Тривалість бродіння	Годинником	Кожну порцію	Технолог
Розробка	Точність поділу	Зважуванням	Кожну порцію	Технолог
Остаточне вистоювання	Форма, колір, вологість	Вибірково	Один раз в зміну	Технолог
	Тривалість вистоювання	Годинником	Один раз в зміну	Технолог
Випікання	Тривалість випікання, готовність виробів	За допомогою реле часу, по температурі в центрі м'якушки	При випікання	Технолог
Хлібосховище	Температура та відносна вологість, стан лотків	Психрометром, візуально	Один раз в зміну	Технолог
Готові вироби	Зовнішній вигляд, маса готового виробу, вологість, кислотність	Органолептично, Висушуванням в СЕШ при $t\ 130^{\circ}\text{C}$, титруванням	Один раз в зміну	Технолог

3 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

3.1 Психологічні чинники небезпек

На харчових підприємствах, де дотримання санітарних норм, точність дій та оперативність є критично важливими, людський фактор відіграє особливу роль у забезпеченні безпеки. Психологічні чинники можуть як сприяти ефективній роботі, так і становити серйозну загрозу – призводити до порушень технологічного процесу, помилок, травм і навіть надзвичайних ситуацій. Розуміння цих чинників, а також створення умов для психологічного добробуту працівників – ключова передумова стабільного й безпечного функціонування підприємств харчової промисловості.

Основні психологічні чинники небезпек:

1. Стрес та емоційне вигорання

Стрес є однією з головних психологічних загроз на виробництві. У харчовій галузі працівники часто працюють у напружених умовах — при високих температурах, із шумом, постійною концентрацією уваги, монотонністю операцій. Це сприяє виникненню хронічного стресу, що знижує швидкість реакції, уважність і стійкість до впливу небезпечних факторів.

Емоційне вигорання виникає при тривалому перебуванні в стані психологічної напруги та неефективному розподілі навантаження. Воно може проявлятися у вигляді апатії, агресивності, байдужості до вимог безпеки, що прямо впливає на якість виконання технологічних процесів.

2. Втома та недосипання

Багато працівників харчових підприємств змушені працювати у змінному графіку або понаднормово. Такий режим веде до фізичної та психічної втоми. Знижуються когнітивні функції, порушується увага, підвищується ймовірність помилок і травматизму. Навіть незначне відхилення в рецептурі або температурному режимі, викликане неуважністю, може призвести до небезпечної продукції або зупинки лінії.

3. Монотонність праці

Часто робота на харчових підприємствах є одноманітною: повторювані дії, обмежене поле діяльності, механічна праця. Монотонність викликає зниження рівня активності мозку, послаблення уваги, автоматизм у виконанні дій, що створює ризик не помітити зміну в роботі обладнання чи інші ознаки небезпеки.

4. Психоемоційна напруга через організаційні чинники

Напружені відносини в колективі, конфлікти з керівництвом, нерівномірний розподіл завдань, відсутність справедливої оцінки праці – все це сприяє зростанню психологічного навантаження. Працівник у такому стані схильний до імпульсивних рішень, порушень інструкцій або навіть саботажу.

Вплив психологічних чинників на безпеку виробництва:

Психологічні чинники небезпеки тісно пов'язані з фізичними. Наприклад, працівник, що перебуває в стані стресу, може:

- помилково вимкнути (або не вимкнути) обладнання;
- порушити температурний режим обробки продукції;
- неправильно обробити сировину;
- забути про санітарну обробку рук або поверхонь.

Усе це прямо впливає на безпечність харчової продукції. Крім того, під впливом психологічних чинників можуть виникати виробничі конфлікти, що негативно позначаються на командній роботі та взаємодії працівників, необхідної для дотримання вимог HACCP та ISO 22000.

Профілактика психологічних чинників небезпеки

1. Раціональна організація праці: чергування фізичної та розумової активності; оптимізація змін та часу відпочинку; уникнення понаднормової роботи.

2. Створення сприятливого психологічного клімату: розвиток корпоративної культури; навчання керівного складу навичкам конструктивної взаємодії; організація психологічної підтримки працівників (внутрішній психолог або доступ до зовнішнього консультанта).

3. Навчання та тренінги: проведення тренінгів зі зниження стресу; інструктажі щодо впливу психологічних чинників на безпеку; регулярне оновлення знань із безпеки праці.

4. Контроль та діагностика стану працівників: щорічні психологічні обстеження; опитування щодо задоволеності умовами праці; контроль за проявами втоми, зниженням мотивації, агресії [16].

Психологічні чинники є вагомими джерелами небезпеки на харчових підприємствах. Вони впливають не лише на добробут працівників, а й на якість продукції, безперервність технологічного процесу, рівень виробничого травматизму. Своєчасне виявлення, профілактика та нейтралізація психологічних ризиків дозволяє створити стабільне, безпечне та продуктивне виробниче середовище. Впровадження систем підтримки психологічного здоров'я повинно стати невіддільною частиною системи охорони праці на харчових підприємствах [16].

3.2 Соціальне значення охорони праці

Охорона праці є невід'ємною складовою соціальної політики будь-якої держави та ключовим елементом забезпечення здоров'я і безпеки працівників на виробництві. Особливої актуальності ця проблема набуває на харчових підприємствах, де специфіка виробництва пов'язана з високим рівнем гігієнічних вимог, небезпечними технологічними процесами, підвищеними температурними режимами, вологою, парами, рухомими механізмами та хімічними речовинами. Саме тому охорона праці в харчовій промисловості має не лише виробниче, а й важливе соціальне значення.

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини в процесі трудової діяльності. Її соціальне значення полягає в тому, що вона безпосередньо впливає на якість життя працівника, його добробут, професійне довголіття та морально-психологічний клімат у колективі [17].

На харчових підприємствах, де працівники щоденно стикаються з фізичними, хімічними та біологічними ризиками, належна організація охорони праці сприяє формуванню безпечного і стабільного виробничого середовища.

Це, у свою чергу, дозволяє знизити кількість виробничих травм, професійних захворювань та підвищити загальну ефективність праці.

Соціальний клімат у колективі тісно пов'язаний із рівнем захищеності працівників. Там, де дотримуються правил техніки безпеки, де є доступ до засобів індивідуального захисту, забезпечено належну вентиляцію, освітлення, чистоту і порядок, працівники відчують турботу з боку керівництва. Це підвищує рівень лояльності до підприємства, зменшує плинність кадрів, формує почуття відповідальності та взаємоповаги.

У харчовій промисловості, яка безпосередньо впливає на здоров'я споживачів, належна охорона праці є також проявом поваги до спільноти загалом. Високий рівень безпеки для працівника часто йде поруч із високим рівнем гігієни виробництва, що має позитивний вплив на якість продукції та здоров'я населення.

Ігнорування вимог охорони праці на харчових підприємствах призводить не лише до людських втрат, а й до серйозних економічних збитків. Травмовані або хворі працівники потребують лікування, що тягне за собою витрати з боку підприємства й держави. Тимчасова втрата працездатності знижує продуктивність, порушує виробничий процес, може призвести до зниження обсягів випуску продукції та втрати прибутків.

Крім того, часті аварії або нещасні випадки на виробництві погіршують імідж підприємства, знижують його конкурентоспроможність та довіру споживачів. У соціальному аспекті це викликає занепокоєння серед працівників, породжує стрес, невпевненість у завтрашньому дні та соціальну напругу [17].

Держава виступає головним гарантом захисту прав працівників на безпечні умови праці. Через законодавчі акти, ДСТУ, накази Міністерства охорони здоров'я та Держпраці вона встановлює обов'язкові норми і правила, що мають забезпечити мінімальний прийнятний рівень безпеки.

Соціальне значення охорони праці також полягає у вихованні культури безпеки – як на рівні державної політики, так і в щоденній поведінці кожного працівника. Освітні програми, курси з охорони праці, тренінги з першої

допомоги, інструктажі та профілактичні заходи формують у людей відповідальне ставлення до власного здоров'я та здоров'я оточення.

Участь профспілок, громадських організацій, органів місцевого самоврядування у контролі за дотриманням норм безпеки є важливою складовою демократичного нагляду й підтримки робітничих прав [17].

Отже, охорона праці на харчових підприємствах – це не лише засіб попередження травматизму й професійних хвороб, а й важливий соціальний інструмент, що формує здорове, стабільне й справедливе виробниче середовище. Її роль охоплює як індивідуальний рівень (захист життя і здоров'я працівника), так і загальнодержавний (зміцнення соціальної безпеки, зниження витрат на лікування, підвищення якості продукції).

Тому інвестування в охорону праці – це інвестування в соціальну стабільність, економічну ефективність та людський капітал. У сучасному суспільстві, де пріоритетним є життя і гідність людини, охорона праці стає показником цивілізованості та соціальної відповідальності кожного підприємства.

ВИСНОВКИ

Проект технічного переоснащення цеху ТОВ «Прикарпат-Еко-Продукт» спрямований на модернізацію виробничих потужностей з метою розширення асортименту хлібних виробів із борошна пшеничного. Проведений аналіз довів доцільність впровадження сучасного енергоефективного обладнання, яке забезпечує стабільну якість продукції, оптимізацію технологічних процесів і зниження собівартості готових виробів.

Завдяки переоснащенню цеху підприємство зможе впровадити нові рецептури, задовольнити ширший спектр споживчих уподобань та підвищити конкурентоспроможність на регіональному ринку. Заплановані заходи дозволять суттєво покращити виробничу гнучкість, що є важливим чинником в умовах змін ринку і коливання попиту.

Таким чином, технічне переоснащення сприятиме не лише підвищенню ефективності виробництва, а й позитивно вплине на соціально-економічний розвиток громади.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ 46.004-99 Борошно пшеничне. Технічні умови. Чинний від 20- 07- 1999. К.: Галузевий стандарт України, 1999. 13 с.
2. ДСТУ 3583:2015. Сіль кухонна. Загальні технічні умови. К. Держспоживстандарт України, 2015. 18 с. (Національний стандарт України).
3. ДСТУ 4812:2007 Дріжджі хлібопекарські пресовані. Технічні умови. Чинний від 30-07-2007. К. Держспоживстандарт України, 2007. 13 с.
4. ДСТУ 4623:2006 Цукор білий. Технічні умови. К. Держспоживстандарт України, 2006. 20 с. (Український науково-дослідний інститут цукрової промисловості).
5. ДСТУ 4465:2005 Маргарин. Загальні технічні умови. К. Держспоживстандарт України, 2015. 18 с. (Український науково-дослідний інститут олії та жирів).
6. ДСТУ 4497:2005. Олія соняшникова. Технічні умови. Київ: Держстандарт України, 2005. 12 с.
7. ДСТУ 3662:2018. Молоко незбиране. Технічні умови. Київ: Мінекономрозвитку України, 2018. 15 с.
8. ГСТУ 15.8-00389676.009-2000. Хліб пшеничний. Технічні умови. Київ: Держспоживстандарт України, 2000. 15 с.
9. ДСТУ 7517:2014. Вироби хлібобулочні пшеничні. Технічні умови. Київ: Мінекономрозвитку України, 2014. 20 с
10. 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.
11. Дробот В. І. Технологічні розрахунки у хлібопекарському виробництві: Навчально-методичний посібник. / В. І. Дробот. Київ. Кондор, 2010. 440 с.
12. Дробот В. І. Довідник інженера-технолога хлібопекарного виробництва./ В. І. Дробот Київ: Урожай, 2019. 580 с

- 13.Дробот В. І. Технохімічний контроль сировини та хлібобулочних і макаронних виробів. / .В. І. Дробот. Київ. Кондор, 2015. 958 с.
- 14.Технологічне обладнання хлібопекарських і макаронних виробництв./ Лісовенко О. Київ. Наукова думка, 2010. 287 с.
- 15.Технологічне устаткування хлібопекарського, макаронного і кондитерського виробництв / В.Ф.Петько, О.І.Гапонюк, Є.В.Петько, А.В.Ульяницький; За ред. О.І.Гапонюка. Київ: ЦУЛ, 2017. 432 с.
- 16.Основи професійної безпеки та здоров'я людини : підручник / В. В. Березуцький [та ін.] ; під ред. проф. В. В. Березуцького. Харків : НТУ «ХП», 2018. 553 с.
- 17.Цивільна оборона: навч. посіб. Кулаков М.А., Ляпун В.О., та ін. Харків: НТУ «ХП», 2008. 312 с.