

Кваліфікаційна робота

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект хлібопекарського цеху з виробництва асортименту
хлібобулочних виробів підвищеної якості

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

(шифр і назва спеціальності)

Блажук І.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Криськова Л.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Науковий 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)

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.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 181 «Харчові технології»

(шифр і назва спеціальності)

студенту Блажук Іллі Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект хлібопекарського цеху з виробництва асортименту
хлібобулочних виробів підвищеної якості

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) Хліб «Деснянський»

2) Хліб «Закарпатський»

3) Батон «Студентський»

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)

Блажук І.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Криськова Л. П.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота на отримання ступеня «бакалавр» має тему «Проект хлібопекарського цеху з виробництва асортименту хлібобулочних виробів підвищеної якості».

Ця робота має традиційну структуру: вступ, три основні розділи та список інформаційних джерел. Пояснювальна записка складається з 67 сторінок, що містять 48 формул та 22 таблиці. Відповідно до вимог проекту, метою є організація виробництва 0,6 кг хліба «Деснянський», 1,0 кг хліба «Закарпатський» та 0,3 кг батона «Студентський».

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. Виокремлено 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	11
1.3 Обґрунтування асортименту продукції	12
1.4 Характеристика каналів реалізації продукції.....	14
РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	16
2.1 Вибір та обґрунтування технологічних процесів й режимів виробництва продуктів запроєктованого асортименту.....	16
2.1.1 Нормативні показники продуктів запроєктованого асортименту	16
2.1.2 Вибір та обґрунтування технологічних схем	17
2.1.3 Характеристика сировини та допоміжних матеріалів	18
2.1.4 Опис технологічного процесу продуктів запроєктованого асортименту.....	20
2.2 Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту.....	24
2.2.1 Таблиця вихідних даних для розрахунку запроєктованого асортименту	24
2.2.2 Підбір та розрахунок печей	26
2.2.3 Розрахунок пофазних рецептур	28
2.2.4 Розрахунок виходу виробу.....	34
2.2.5 Розрахунок виробничих рецептур та вибір технологічних параметрів.....	43
2.3 Розрахунок витрат і запасів сировини	48
2.4 Розрахунок площ основних та допоміжних приміщень	51
2.5 Підбір та розрахунок технологічного обладнання	53
2.6 Технохімічний контроль виробництва продуктів запроєктованого асортименту	56

	6
РОЗДІЛ 3 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ ..	59
3.1 Управління та нагляд за безпекою життєдіяльності в Україні.....	59
3.2 Методи боротьби з монотонністю праці.....	62
ВИСНОВКИ	65
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ.....	66

ВСТУП

Важливою частиною харчування та раціону населення є хліб та булочні вироби. Вже традиційно вони займають важливе місце в раціоні населення та є однією з основних груп продуктів харчування. Стабільний попит на дану продукцію зумовлює постійний розвиток хлібопекарської галузі, удосконалення технологій виробництва, оновлення обладнання та впровадження сучасних методів організації виробничих процесів. З огляду на постійно зростаючі вимоги споживачів до якості, асортименту та безпечності харчових продуктів особливого значення набуває проєктування ефективних виробничих підрозділів хлібопекарських підприємств.

Одним із перспективних напрямів розвитку галузі є виробництво хлібобулочних виробів з борошна вищого ґатунку, які відзначаються високими органолептичними показниками, привабливим зовнішнім виглядом та стабільною якістю. Такі вироби користуються підвищеним попитом серед споживачів, що зумовлює необхідність створення спеціалізованих цехів, оснащених сучасним технологічним обладнанням. Особливу роль у цьому процесі відіграють печі ротаційного типу, які забезпечують рівномірне пропікання виробів, високу продуктивність та раціональне використання енергоресурсів.

Розробка проєкту цеху з виробництва даних виробів є складним інженерно-технологічним завданням, яке потребує комплексного підходу. Воно включає вибір асортименту продукції, розрахунок виробничої потужності, підбір і компонування технологічного обладнання, розроблення технологічних схем, організацію виробничих потоків, а також забезпечення належних умов праці, санітарно-гігієнічних норм і вимог охорони праці. Важливим аспектом є також упровадження систем контролю якості та безпечності продукції на всіх етапах технологічного процесу.

Актуальність представленої кваліфікаційної роботи обумовлена потребою до модернізації та оптимізації хлібопекарських виробництв з урахуванням

сучасних технологічних рішень і вимог нормативної документації. Використання ротаційних печей у виробництві хлібобулочних виробів з борошна вищого ґатунку дозволяє підвищити якість готової продукції, скоротити виробничі втрати, збільшити робочу ефективність підприємства.

Метою кваліфікаційної роботи є розроблення проєкту цеху який відповідатиме сучасним вимогам технології, якості та організації виробництва. З огляду на це в роботі передбачається вирішення низки завдань, зокрема: аналіз сучасного стану та тенденцій розвитку хлібопекарської галузі; обґрунтування вибору асортименту продукції; розрахунок виробничої потужності цеху; підбір основного та допоміжного технологічного обладнання; розроблення технологічної схеми виробництва; організація технохімічного та метрологічного контролю; оцінка заходів та умов з охорони праці.

У ході виконання кваліфікаційної роботи використовуються нормативно-технічні документи, чинні стандарти, технологічні інструкції, довідкова та спеціальна література, а також сучасні методи інженерних розрахунків.

Практичне значення роботи полягає у можливості використання розробленого проєкту, як основи для створення або реконструкції виробничого цеху. Запропоновані технічні та технологічні рішення сприятимуть підвищенню ефективності діяльності підприємства та забезпеченню споживачів якісною хлібобулочною продукцією.

1 ТЕХНІКО – ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

1.1 Характеристика місця розташування підприємства

Підприємства хлібопекарської галузі переважно здійснюють виробництво хліба, батонів, булочних і здобних виробів. Їх основне призначення полягає у безперервному забезпеченні населення якісною хлібобулочною продукцією та досягненні економічної ефективності господарської діяльності.

Основними споживачами продукції є населення, підприємства роздрібної торгівлі, заклади ресторанного господарства, а також інші суб'єкти господарювання, які реалізують або використовують хлібобулочні вироби у своїй діяльності.

До виробничої програми підприємства входять різні види продукції, зокрема пшеничний хліб, батони, булочні та здобні вироби, що дає змогу задовольнити попит різних категорій споживачів.

Виробнича потужність характеризує максимально можливий обсяг випуску продукції за певний проміжок часу (добу, місяць або рік) за умови ефективного використання наявних виробничих ресурсів. Розрахункова потужність запроєктованого підприємства становить 5 т хлібобулочних виробів на добу, що відповідає категорії підприємств малої виробничої потужності.

Для виготовлення продукції використовують основну сировину, до якої належать пшеничне борошно різних сортів, хлібопекарські дріжджі, кухонна сіль, цукор, рослинна олія та маргарин. Постачання сировини здійснюється борошномельними підприємствами, сільськогосподарськими виробниками та іншими спеціалізованими постачальниками.

Технологічне оснащення підприємства включає сучасне обладнання, необхідне для виконання всіх стадій виробничого процесу: борошнопріснювачі, тістомісильні машини, тістодільники, тістоокруглювачі, шафи для вистоювання тістових заготовок, хлібопекарські печі та обладнання для пакування готової продукції.

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.

$$\mathcal{C}_m = \frac{\Pi}{H}$$

де Π – річна потреба хліба, кг;

$\mathcal{C}$ – чисельність міста, тис. чол;

H – 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

$$\Pi = 5\,139,8 * 300 = 1\,541\,940 \text{ кг}$$

$$\mathcal{C}_m = \frac{1\,541\,940}{101} = 15\,266 \text{ осіб}$$

Запроектований хлібопекарський цех доцільно розмістити в селищі Козова Тернопільської області. Населення Козови становить близько 17 тис. осіб, що забезпечує стабільний попит на хлібобулочні вироби та створює сприятливі умови для функціонування підприємства.

Козова є адміністративним центром Козівської територіальної громади Тернопільського району. Населений пункт має вигідне транспортно-географічне розташування, оскільки через нього проходять автомобільні дороги регіонального значення, що забезпечують зручне транспортне сполучення з Тернополем, Бережанами, Теремовлею та іншими населеними пунктами області. Це сприяє своєчасному постачанню сировини, а також ефективній реалізації готової продукції.

Місцевий ринок споживання формується як мешканцями Козови, так і населенням прилеглих сіл громади. Враховуючи те, що хліб і хлібобулочні вироби належать до продукції повсякденного попиту, створення нового хлібопекарського підприємства є економічно обґрунтованим і перспективним.

До основних переваг розміщення підприємства в Козові належать:

- наявність достатнього кадрового потенціалу;
- близькість сировинної бази, представленої борошномельними підприємствами та сільськогосподарськими виробниками Тернопільської області;
- розвинена транспортна інфраструктура, що забезпечує оперативне постачання сировини та збут готової продукції;
- можливість забезпечення свіжими хлібобулочними виробами не лише жителів Козови, а й навколишніх населених пунктів.

Таким чином, будівництво хлібопекарського цеху в селищі Козова є економічно доцільним. Реалізація проєкту сприятиме повнішому забезпеченню населення якісною продукцією, створенню нових робочих місць, розширенню місцевого виробництва та соціально-економічному розвитку громади.

1.2 Характеристика сировинної зони

Сировинна зона запроєктованого хлібопекарського цеху охоплює підприємства агропромислового комплексу та харчової промисловості Тернопільської області, які забезпечують виробництво необхідною основною і допоміжною сировиною. Розміщення підприємства в селищі Козова створює сприятливі умови для організації безперебійного постачання завдяки близькості до основних виробників сільськогосподарської продукції та розвиненій транспортній мережі регіону.

Головною сировиною для виробництва хлібобулочних виробів є пшеничне та житнє борошно, яке надходить із борошномельних підприємств Тернопільської області та сусідніх регіонів. Тернопільщина традиційно належить до провідних аграрних областей України, де значні площі зайняті посівами зернових культур, насамперед пшениці та жита. Це забезпечує стабільне функціонування борошномельної галузі та створює надійну сировинну базу для хлібопекарського виробництва.

Важливу роль у формуванні сировинної зони відіграють сільськогосподарські підприємства Козівської територіальної громади та прилеглих районів, які спеціалізуються на вирощуванні зернових культур. Зібране зерно надходить на місцеві та регіональні борошномельні підприємства, звідки готове борошно доставляється безпосередньо до виробництва.

Для забезпечення повного технологічного процесу підприємство також потребує допоміжної сировини: хлібопекарських дріжджів, кухонної солі, цукру, рослинної олії, маргарину, поліпшувачів та інших харчових інгредієнтів. Постачання цієї продукції здійснюється спеціалізованими виробниками та дистриб'юторами Тернопільської області, а також підприємствами інших регіонів України.

Ефективній організації постачання сприяє вигідне транспортне розташування Козови. Автомобільні дороги регіонального значення забезпечують швидке сполучення з Тернополем, Бережанами, Теребовлею та іншими населеними пунктами, що дає можливість своєчасно доставляти сировину, скорочувати логістичні витрати та підтримувати безперервність виробничого процесу.

Отже, сировинна зона запроєктованого хлібопекарського цеху в селищі Козова характеризується достатнім забезпеченням основною та допоміжною сировиною, близькістю до потужної аграрної бази Тернопільської області, розвиненою транспортною інфраструктурою та надійною логістикою. Сукупність цих факторів забезпечує стабільну роботу підприємства, ефективне використання виробничих ресурсів і своєчасне постачання якісної продукції споживачам.

1.3 Обґрунтування асортименту продукції

Формування виробничого асортименту є одним із найважливіших етапів проєктування хлібопекарського підприємства, оскільки від правильно

підбіраної номенклатури продукції залежать ефективність використання виробничих потужностей, раціональне завантаження технологічного обладнання, конкурентоспроможність підприємства та рівень задоволення потреб споживачів.

Для запроєктованого хлібопекарського цеху в селищі Козова асортимент сформовано з урахуванням особливостей місцевого ринку, чисельності населення громади та прилеглих населених пунктів, традицій споживання хлібобулочних виробів, купівельної спроможності населення, діяльності підприємств-конкурентів і прогнозованого попиту на продукцію.

У зв'язку з цим до виробничої програми запроєктованого цеху включено хліб «Деснянський», хліб «Закарпатський» і батон «Студентський».

Хліб «Деснянський» виготовляють із пшеничного борошна вищого сорту. Він має традиційний смак, приємний аромат, добре розвинену пористість і еластичну м'якушку. Завдяки високій якості пшеничного борошна виріб характеризується світлою м'якушкою, привабливим зовнішнім виглядом і високими споживчими властивостями. Хліб «Деснянський» є універсальним продуктом щоденного споживання та може бути затребуваним серед широкого кола покупців.

Включення цього виробу до асортименту забезпечує стабільний попит, оскільки пшеничний хліб традиційно займає значну частку в структурі споживання хлібобулочної продукції. Його можна використовувати як самостійний продукт, а також у поєднанні з першими й другими стравами, закусками та іншими харчовими продуктами.

Хліб «Закарпатський» дозволяє урізноманітнити асортимент підприємства та задовольнити попит на житньо-пшеничні сорти хліба. Завдяки щільнішій структурі м'якушки, вираженому смаку та аромату він добре поєднується з м'ясними, рибними, овочевими стравами й традиційною українською кухнею. Виробництво такого хліба розширює цільову аудиторію підприємства та підвищує його конкурентоспроможність на місцевому ринку.

Батон «Студентський» належить до поширених булочних виробів, які користуються стабільним попитом завдяки зручній формі, приємному смаку, м'якій структурі та доступній вартості. Він призначений для щоденного споживання та може використовуватися для приготування бутербродів, сніданків і швидких перекусів.

Назва та споживчі характеристики батона орієнтують його на широке коло покупців, зокрема студентів, учнів, працівників підприємств і молоді. Невелика маса виробу робить його зручним для реалізації в закладах торгівлі, громадського харчування, навчальних закладах і невеликих торговельних точках. Включення батона «Студентський» до виробничої програми дозволяє підвищити мобільність асортименту та забезпечити попит на порційні булочні вироби.

Отже, асортимент запроєктованого хлібопекарського цеху в селищі Козова є технологічно та економічно обґрунтованим. Включення хліба «Деснянський», хліба «Закарпатський» і батона «Студентський» дозволяє поєднати традиційні споживчі властивості продукції з різноманітністю рецептурного складу та харчової цінності. Такий підхід забезпечує ефективне використання виробничих ресурсів, стабільне постачання населення якісними хлібобулочними виробами, зміцнення ринкових позицій підприємства та створює передумови для подальшого розширення асортименту.

1.4 Характеристика каналів реалізації продукції

Організація ефективної системи реалізації продукції є одним із найважливіших чинників успішної діяльності хлібопекарського підприємства. Це пов'язано з тим, що хлібобулочні вироби належать до продуктів щоденного споживання та характеризуються обмеженим терміном зберігання. Саме тому система збуту повинна забезпечувати оперативну доставку продукції до місць реалізації та її постійну наявність для кінцевого споживача.

Для запроєктованого хлібопекарського цеху в селищі Козова основним напрямом реалізації продукції є співпраця із закладами роздрібної торгівлі. До них належать продуктові магазини, міні-маркети, супермаркети та торговельні павільйони, розташовані як у Козові, так і в прилеглих населених пунктах Тернопільського району. Укладання договорів із торговельними підприємствами забезпечує регулярний збут продукції, розширення ринку реалізації та стабільний рівень доходів.

Важливим каналом збуту є також постачання хлібобулочних виробів до закладів громадського харчування. До потенційних споживачів належать кафе, ресторани, їдальні, пекарні при торговельних комплексах, а також заклади освіти, які використовують хлібобулочні вироби для організації харчування. Співпраця з такими установами сприяє формуванню довгострокових договірних відносин і забезпечує стабільний попит на продукцію підприємства.

Перспективним напрямом реалізації є відкриття власної торговельної точки або фірмового магазину безпосередньо при підприємстві. Такий спосіб збуту дозволяє скоротити витрати на посередників, підтримувати постійний контроль за якістю продукції, оперативно реагувати на побажання покупців та формувати позитивний імідж виробника серед місцевого населення.

Окремим напрямом збутової діяльності може бути постачання продукції до соціальних установ Козівської громади, зокрема закладів дошкільної освіти, шкіл, медичних установ та інших бюджетних організацій. Реалізація продукції в цьому сегменті здійснюється переважно на підставі договорів або за результатами участі у публічних закупівлях.

Таким чином, поєднання кількох каналів реалізації продукції — через підприємства роздрібної торгівлі, заклади громадського харчування, власну торговельну мережу та соціальні установи — створює умови для стабільного збуту хлібобулочних виробів. Така система забезпечує ефективне використання виробничих потужностей, розширення ринку збуту, підвищення конкурентоспроможності підприємства та зміцнення його позицій на ринку Козівської громади й прилеглих територій.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

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

2.1.1 Нормативні показники продуктів запроєктованого асортименту

Хліб «Деснянський», хліб «Закарпатський» та батон «Студентський» належать до хлібобулочних виробів широкого споживання. Дані вироби виготовляються з пшеничного борошна із застосуванням різних способів приготування тіста, що дає змогу сформувати різноманітний асортимент продукції з відмінними смаковими, ароматичними та структурно-механічними властивостями.

Таблиця 2.1 – Нормативні показники асортименту

Показник	Хліб «Деснянський»	Хліб «Закарпатський»	Батон «Студентський»
Форма	Відповідає формі виробу, без деформацій	Відповідає формі виробу, без деформацій	Довгаста, правильна, без деформацій
Поверхня	Гладка, без підривів і тріщин	Гладка або з незначними тріщинами, без підгоріlostей	Гладка, з характерними косими надрізами
Колір скоринки	Від світло-коричневого до коричневого	Від коричневого до темно-коричневого	Від золотистого до світло-коричневого
Стан м'якушки	Добре пропечена, еластична, без грудочок і слідів непромісу	Добре пропечена, еластична, рівномірно пориста	Добре пропечена, м'яка, еластична
Пористість	Рівномірна, добре розвинена	Рівномірна, без пустот	Тонкостінна, рівномірна
Смак і запах	Власиві даному виду виробу, без сторонніх присмаків і запахів	Власиві житньо-пшеничному хлібу, без сторонніх запахів	Приємні, власиві батонним виробам

2.1.2 Вибір та обґрунтування технологічних схем

Підбір технологічних схем для виробництва було здійснено з урахуванням особливостей сировини, а також тенденцій у сучасному хлібопеченні [7].

Для даного асортименту передбачено використання пшеничного борошна вищого сорту, пшеничного борошна першого сорту та пшеничного борошна другого сорту.

Вибір технологічних схем виробництва здійснено з урахуванням рецептурних особливостей запроєктованого асортименту, фізико-хімічних властивостей сировини та сучасних вимог до технології виробництва хлібобулочних виробів. Запропоновані способи приготування тіста забезпечують отримання продукції високої якості, стабільність технологічного процесу та ефективне використання виробничого обладнання.

Для виготовлення хліба «Деснянський» обрано опарний спосіб приготування тіста на густій опарі. Цей метод є одним із найбільш поширених у виробництві пшеничних та житньо-пшеничних сортів хліба, оскільки забезпечує інтенсивний розвиток дріжджової та молочнокислої мікрофлори, покращує структурно-механічні властивості тіста та сприяє формуванню характерного смаку й аромату готового виробу. Вологість густої опари становить 45–48 %, що створює оптимальні умови для перебігу біохімічних процесів під час бродіння. Використання опарного способу дозволяє отримати хліб із добре розвиненою пористістю, еластичною м'якушкою та тривалим збереженням свіжості.

Для хліба «Закарпатський» також доцільно використовувати опарний спосіб приготування тіста. Особливістю цієї технології є попереднє приготування опари з частини борошна, води та дріжджів із подальшим замішуванням тіста після завершення процесу бродіння. Такий спосіб забезпечує стабільність технологічного процесу, покращує газоутримувальну здатність тіста, сприяє формуванню рівномірної пористої структури м'якушки

та підвищує органолептичні показники готового виробу. Крім того, опарний спосіб дозволяє ефективніше регулювати процес дозрівання тіста залежно від якості сировини.

Для виробництва батона «Студентський» обрано безопарний спосіб приготування тіста, який широко застосовується під час виготовлення пшеничних булочних виробів. За цією технологією всі компоненти рецептури дозуються одночасно та замішуються в одному циклі, що значно скорочує тривалість виробничого процесу і спрощує його організацію. Основними перевагами безопарного способу є економія виробничих площ і обладнання, зменшення трудомісткості процесу та можливість ефективної роботи за періодичного способу замішування тіста. Важливими умовами є точне дозування сировини, контроль температури тіста та дотримання встановленої тривалості бродіння, що забезпечує отримання виробів із рівномірною пористістю, добре розвиненим об'ємом та високими смаковими властивостями.

Таким чином, вибрані технологічні схеми повністю відповідають рецептурним особливостям хліба «Деснянський», хліба «Закарпатський» та батона «Студентський». Запропоновані технологічні рішення забезпечують раціональне використання виробничих ресурсів, стабільний перебіг технологічного процесу та отримання продукції, яка відповідає встановленим нормативним вимогам за органолептичними і фізико-хімічними показниками.

У цілому застосування опарного способу для виробництва хліба та безопарного способу для виготовлення батона є технологічно обґрунтованим рішенням. Воно дозволяє забезпечити високу якість готової продукції, підвищити ефективність виробництва та зміцнити конкурентні позиції підприємства на регіональному ринку хлібобулочних виробів [10].

2.1.3 Характеристика сировини та допоміжних матеріалів

Борошно. Борошно є основною сировиною у виробництві хлібобулочних виробів і значною мірою визначає якість готової продукції. Для виготовлення

хліба «Деснянський», хліба «Закарпатський» та батона «Студентський» використовують пшеничне борошно відповідного сорту, яке повинно відповідати вимогам чинних стандартів. Найважливішими показниками якості борошна є вміст і властивості клейковини, крупність помелу, вологість, кислотність та хлібопекарські властивості. Під час взаємодії білків гліадину та глютеніну з водою утворюється клейковинний каркас, який забезпечує еластичність тіста, його газотримувальну здатність і формування пористої структури м'якушки готових виробів.

Дріжджі. Хлібопекарські дріжджі є основним біологічним розпушувачем тіста. У виробництві застосовують переважно пресовані дріжджі, рідше — сухі або рідкі. У процесі спиртового бродіння дріжджові клітини зброджують цукри з утворенням вуглекислого газу та етилового спирту. Виділений вуглекислий газ забезпечує розпушення тіста, збільшення його об'єму та формування рівномірної пористості, а продукти бродіння беруть участь у створенні характерного смаку й аромату хлібобулочних виробів.

Кухонна сіль. Сіль виконує важливу технологічну функцію, впливаючи не лише на смакові властивості виробів, а й на перебіг біохімічних процесів під час бродіння. Вона регулює активність дріжджів, зміцнює структуру клейковини, підвищує газотримувальну здатність тіста та сприяє отриманню виробів правильної форми з рівномірною пористістю.

Цукор. Цукор застосовують для поліпшення смакових властивостей продукції, активізації процесу бродіння та формування забарвлення скоринки. Він є додатковим джерелом живлення для дріжджів, а під час випікання бере участь у реакціях карамелізації та меланоїдиноутворення, завдяки чому поверхня виробів набуває характерного золотисто-коричневого кольору.

Маргарин. Маргарин належить до жирових компонентів рецептури й використовується переважно під час виробництва батонів та здобних виробів. Його внесення покращує структурно-механічні властивості тіста, робить м'якушку більш ніжною та еластичною, підвищує свіжість готової продукції й

подовжує термін її зберігання. Жир також сприяє рівномірному розподілу газових бульбашок у тісті та покращує зовнішній вигляд виробів.

Молоко сухе незбиране. Воно сприяє підвищенню харчової цінності продукції за рахунок вмісту повноцінних молочних білків, лактози, мінеральних речовин і вітамінів. Додавання сухого молока забезпечує більш ніжну та еластичну структуру м'якушки, покращує смак і аромат виробів, сприяє утворенню рівномірної золотистої скоринки внаслідок реакцій меланоїдиноутворення та уповільнює процес черствіння хліба.

2.1.4 Опис технологічного процесу продуктів запроєктованого асортименту

Проєктом передбачено виробництво хліба «Деснянський» із застосуванням двофазного способу приготування тіста на густій опарі.

На першому етапі здійснюється приготування густої опари. Борошно з виробничого бункера (4) за допомогою дозатора борошна (5) подається до тістомісильної машини (21). Воду та дріжджову суспензію дозують через дозатор рідких компонентів (10), після чого виконують замішування опари. Замішену опару залишають для бродіння у кориті для бродіння (22). Готовність опари визначають за органолептичними показниками та значенням кислотності відповідно до встановленого технологічного режиму.

Під час приготування тіста до тістомісильної машини (21) подають необхідну кількість готової опари, а також решту борошна з виробничого бункера (4). За допомогою дозувальної станції (10) вносять сольовий і цукровий розчини, а сухе молоко додають вручну згідно з рецептурою. Після замішування тісто направляють на бродіння в корито (22). Ступінь його готовності контролюють за кислотністю та органолептичними характеристиками. Добре виброджене тісто має розвинену структуру, еластичну консистенцію та суху на дотик поверхню.

Після завершення бродіння тісто за допомогою діжеперекидача (25) подають до приймальної лійки тістоподільної машини (13). Маса тістових заготовок встановлюється з урахуванням нормативної маси готового виробу, а також втрат маси під час випікання та охолодження. Після поділу тістові заготовки надходять до тістоокруглювача (14), де набувають необхідної форми.

Округлені заготовки транспортером (15) переміщуються до вистоювальної шафи (23), де проходять остаточне вистоювання. Після завершення цього процесу заготовки подають до тунельної печі (24), де здійснюється випікання виробів за встановленими температурними режимами.

Готовий хліб після виходу з печі направляють на контейнери (19), де відбувається його охолодження до необхідної температури. Після охолодження вироби пакують за допомогою пакувальної машини (27) та укладають на контейнери (19) для подальшого транспортування і реалізації.

Проектом передбачено виробництво хліба «Закарпатський» із використанням двофазної технології приготування тіста на густій опарі.

Приготування опари здійснюється безперервним способом у тістомісильній машині (21). Рідкі компоненти рецептури подаються з дозувальної станції (10), а борошно надходить із виробничого бункера (4) та дозується за допомогою вбудованого дозувального пристрою тістомісильної машини. Після замішування опара самопливом переміщується до бродильного корита (22), де проходить процес ферментації. Вологість опари становить 48 %. Тривалість її бродіння складає 180–210 хвилин за температури 28–30 °С. Готовність опари контролюють за показником кислотності, який повинен знаходитися в межах 3,5–4,0 град.

Для замішування тіста готову опару транспортують і дозують за допомогою шнекового насоса (22). Процес приготування тіста також відбувається безперервно у тістомісильній машині (21). Рідкі інгредієнти подають із дозувальної станції (10), а борошно надходить із виробничого бункера (4) та дозується автоматично. В результаті замішування отримують тісто вологістю 45 %, яке надходить до корита (22) для бродіння. Тривалість

бродіння тіста становить близько 60 хвилин. Кислотність готового тіста повинна перебувати в межах 3,0–3,5 град.

Після завершення бродіння тісто самопливом подається до приймальної воронки тістоподільної машини (13), де його розділяють на шматки заданої маси. Сформовані тістові заготовки надходять до тістоокруглювача (14), де набувають правильної форми та необхідної структури поверхні.

Остаточне вистоювання заготовок здійснюється у вистоювальній шафі (23) протягом 40–60 хвилин. У процесі вистоювання підтримується температура повітря 35–37 °С та відносна вологість $75 \pm 10 \%$, що забезпечує оптимальні умови для розвитку дріжджової мікрофлори та формування структури виробу.

Після завершення вистоювання тістові заготовки автоматично подаються на под тунельної печі (24). Випікання хліба відбувається протягом 48 хвилин. Температура у першій зоні печі підтримується на рівні 220 °С, а у другій зоні – 270 °С, що забезпечує належне пропікання виробів та формування якісної скоринки.

Готовий хліб після виходу з печі надходить на циркуляційний стіл (20), звідки його вручну укладають на контейнери (19). На контейнерах вироби охолоджуються безпосередньо у виробничому приміщенні до досягнення необхідної температури. Після охолодження хліб пакують за допомогою пакувальної машини (27), а готову продукцію направляють до хлібосховища для подальшого зберігання та реалізації.

Проектом передбачено виробництво батона «Студентський» із застосуванням безопарного способу приготування тіста. Такий метод характеризується скороченою тривалістю технологічного процесу та забезпечує отримання виробів із добрими органолептичними показниками.

Приготування тіста здійснюється у тістомісильній машині (11), де замішування триває 7–8 хвилин. Борошно подається з виробничого бункера (4) та дозується дозатором борошна (5), а рідкі компоненти рецептури — сольовий розчин, цукровий розчин і попередньо розтоплений маргарин — надходять через дозувальну станцію (10). Після завершення замішування тісто

направляють у діжі (12), де воно проходить стадію бродіння протягом близько 60 хвилин. У процесі бродіння відбувається накопичення необхідної кислотності, збільшення об'єму тіста та формування характерного аромату.

Готове тісто за допомогою діжеперекидача (25) подається до приймальної воронки тістоподільної машини (13), де розділяється на шматки встановленої маси. Після поділу тістові заготовки надходять до тістоокруглювача (14), в якому їм надається округла форма та покращується структура поверхневого шару.

Далі заготовки транспортуються стрічковим конвеєром (15) до шафи попереднього вистоювання (16), де протягом 5–7 хвилин відбувається релаксація клейковинного каркасу та відновлення структури тіста після механічного оброблення.

Сформовані заготовки транспортером (15) подаються до шафи остаточного вистоювання (16). Під час вистоювання створюються оптимальні умови для розвитку дріжджової мікрофлори та формування пористої структури майбутнього виробу. Тривалість процесу становить близько 20 хвилин при температурі 35–45 °С та відносній вологості повітря 75–80 %. Наприкінці вистоювання об'єм тістових заготовок збільшується на 50–70 %.

Після завершення вистоювання заготовки подаються на под тунельної печі (24), де випікаються у зволоженому пекарному середовищі протягом 20 хвилин. Такий режим забезпечує належне формування скоринки, рівномірне пропікання виробів та отримання характерних споживчих властивостей батона.

Випечені батони за допомогою транспортера (15) надходять на циркуляційний стіл (20) для охолодження. Після охолодження продукцію укладають на контейнери (19). Частина готових виробів, що становить 50 % від загального обсягу виробництва, упаковується в термоусадкову полімерну плівку за допомогою пакувальної машини (27), а решта реалізується без пакування або в іншому виді пакувального матеріалу відповідно до вимог замовника.

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	Хліб «Деснянський»	Хліб «Закарпатський»	Батон «Студентський»
1	2	3	4	5
Стандарт на готові вироби: Показники якості виробів:		ДСТУ 7517:2014	ДСТУ 4583:2006	ДСТУ 4587:2023
Маса виробу, кг	$G_{\text{вир}}$	0,6	1,0	0,3
Вологість, % не більше	$W_{\text{в}}$	43	45	43
Кислотність, град, не більше	К	3,0	4,0	3,0
Пористість, % не менше	П	65	63	68
Розмір виробу, мм:				
Діаметр	d	-	-	-
Довжина	l	250	230	280
Ширина	b	130	230	100
Рецептура на 100 кг борошна, кг				
Борошно пшеничне вищого сорту	$G_{\text{б}}^{\text{в.с}}$	100	-	-
Борошно пшеничне першого сорту		-	-	100
Борошно пшеничне другого сорту		-	100	-
Дріжджі хлібопекарські пресовані	$G_{\text{др}}$	1,5	1,0	1,0
Сіль кухонна харчова	$G_{\text{с}}$	1,5	1,5	1,5
Цукор – пісок	$G_{\text{ц}}$	1,0	1,0	2,0
Маргарин столовий 82%	$G_{\text{м}}$	-	-	4,5
Молоко сухе знежирене	$G_{\text{м}}$	2,0		
Разом	-	106,0	103,5	109,0
Основні показники технологічних режимів:				
Вологість опари, %	$W_{\text{о}}$	47	28-29-	-

Продовження табл. 2.1

1	2	3	4	5
Вологість тіста, %	W_T	44	46	43,5
Плановий вихід, %	-	132	132	131,5
Тривалість бродіння опари, хв	T_o	180	210-20	30-40
Тривалість бродіння тіста, хв	T_T	60-120	60	60
Спосіб приготування	-	Густі опари	Густі опари	Безопарний
Тривалість вистоювання, хв	$T_{\text{вис}}$	30-50	40-60	20
Тривалість випікання, хв	$T_{\text{вип}}$	40-50	50	20
Концентрація розчину солі	26			
Концентрація розчину цукру	50			
Кратність розведення дріжджів	1:3			
Марка печі	РЗ-ХПУ-25			
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].

Розрахунок виробничої потужності печі для хліба «Деснянський»:

Розрахунок кількості виробів по ширині та довжині листа (розміри листів 12000×2100 мм).

Розрахунок кількості 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

$$N_{\text{д}}^{\text{л}} = \frac{12000 - 30}{130 + 30} = 74 \text{ шт}$$

Розрахунок кількості виробів по ширині листа за формулою:

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

де B' – ширина листа

$$n_{\text{ш}}^{\text{л}} = \frac{2100 - 30}{250 + 30} = 7 \text{ шт}$$

Розрахунок годинної продуктивності здійснюється за формулою:

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

де n – кількість листів на контейнері;

g – маса виробу, кг;

t – час випікання, хв.

$$P_{\text{год}} = \frac{(74 * 7) * 0,6 * 60}{40} = 466,2 \text{ кг/год}$$

Продуктивність за добу для хліба «Деснянський» 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.

$$P_{\text{доб}} = 466,2 \times 23 = 10722,6 \text{ кг/доб}$$

Розрахунок виробничої потужності печі для хліба «Закарпатський»:

Кількість виробів по довжині листа:

$$N_{\text{д}}^{\text{л}} = \frac{12000-30}{230+30} = 46 \text{ шт}$$

Кількість виробів по ширині листа:

$$n_{\text{ш}}^{\text{в}} = \frac{2100-30}{230+30} = 7 \text{ шт}$$

Годинна продуктивність становитиме:

$$P_{\text{год}} = \frac{(46*7)*1,0*60}{50} = 386,4 \text{ кг/год}$$

Продуктивність за добу для хліба «Закарпатський» буде:

$$P_{\text{доб}} = 386,4 \times 23 = 8887,2 \text{ кг/доб}$$

Розрахунок виробничої потужності печі для батону «Студентського»:

За довжиною листа кількість виробів буде:

$$N_{\text{д}}^{\text{л}} = \frac{12000-30}{100+30} = 92 \text{ шт}$$

За шириною листа кількість виробів складає:

$$n_{\text{ш}}^{\text{в}} = \frac{2100-30}{280+30} = 6 \text{ шт}$$

Для батону «Студентського» продуктивність за годину буде:

$$P_{\text{год}} = \frac{(92*6)*0,3*60}{20} = 496,8 \text{ кг/год}$$

За добу продуктивність для даного виробу становить:

$$P_{\text{доб}} = 496,8 \times 23 = 11426,4 \text{ кг/доб}$$

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	РЗ-ХПУ-25	Хліб «Деснянський»	466,2	18	10722,6
2	РЗ-ХПУ-25	Хліб «Закарпатський»	386,4	23	8887,2

Продовження табл. 2.3

1	2	3	4	5	6
3	P3-ХПУ-25	Батон «Студентський »	496,8	23	11426,4
Разом					31036,2

Будуємо графік роботи печі

№ печі	Марка печі	Години роботи					
		Перша зміна		Друга зміна		Третя зміна	
		7		15		23	
1	P3-ХПУ-25	ІІІІІІІІІІІІІІІІ	X	ІІІІІІІІІІІІІІІІ	X	ІІІІІІІІІІІІІІІІ	X
2	P3-ХПУ-25	ІІІІІІІІІІІІІІІІ	X	ІІІІІІІІІІІІІІІІ	X	ІІІІІІІІІІІІІІІІ	X
3	P3-ХПУ-25	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

Розрахунок пофазної рецептури для хліба «Деснянський»

Хліб «Деснянський» готується на густій опарі.

Вологість опари 47 %,

Концентрація розчину солі 26 %.

Масу тіста розраховується за формулою:

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

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

W_T – вологість тіста, %

$$G_{\text{т}} = \frac{90,29 \cdot 100}{100 - 44} = 161,23 \text{ кг}$$

Таблиця 2.4 – 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	1,5	75	25	0,38
Сіль кухонна харчова	1,5	-	-	1,5
Цукор білий	1,0	0,15	99,85	0,99
Молоко сухе знежирене	2,0	4,0	96	1,92
Разом				90,29

Необхідну сировину переводжу в розчини:

Сіль у розчин за формулою:

$$G_{\text{с.р}} = \frac{G_{\text{с}} \cdot 100}{C_{\text{с.р}}} \quad (2.6)$$

де $G_{\text{с.р}}$ – концентрація розчину, %

$$G_{\text{с.р}} = \frac{1,5 \cdot 100}{26} = 5,77 \text{ кг}$$

Маса води в сольовому розчині:

$$G_{\text{в}}^{\text{с.р}} = G_{\text{с.р}} - G_{\text{с}} \quad (2.7)$$

$$G_{\text{в}}^{\text{с.р}} = 5,77 - 1,5 = 4,27 \text{ кг}$$

Дріжджі в суспензію дріжджову:

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

де n – кількість розведень

$$G_{\text{др.с}} = 1,5 + 3 \times 1,5 = 6,0 \text{ кг}$$

Кількість води в суспензії дріжджів:

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

$$G_{\text{в}}^{\text{др.с}} = 6,0 - 1,5 = 4,5 \text{ кг}$$

Цукор розчиняю в розчин цукровий за формулою (2.6):

$$G_{\text{ц.р}} = \frac{1,0 \cdot 100}{50} = 2,0 \text{ кг}$$

Вага води в цукровому розчині (2.7):

$$G_{\text{Р}}^{\text{ц.р}} = 2,0 - 1,0 = 1,0 \text{ кг}$$

Кількість води на заміс тіста становить:

$$G_{\text{В}}^{\text{Т}} = G_{\text{Т}} - G_{\text{сир}} \quad (2.10)$$

$$G_{\text{В}}^{\text{Т}} = 161,23 - 106,0 = 55,23 \text{ кг}$$

Обчислюю масу води в тісті з урахуванням замін:

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

$$G_{\text{В}}^{\text{З}} = 55,23 - [4,27 + 4,5 + 1,0] = 45,46 \text{ кг}$$

Від загального борошна в тісті 50 % борошно, це борошно внесене в опару [7, 8].

Виходячи з маси сухих речовин розраховую масу опари.

Таблиця 2.5 – 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 в/с	55,0	14,5	85,5	47,03
Дріжджі х/п пресовані	1,5	75	25	0,38
Разом	56,5	-	-	47,41

Обчислюю вихід опари:

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

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

$W_{\text{О}}$ – вологість опари, % ($W_{\text{О}} = 48 \%$)

$$G_{\text{О}} = \frac{47,41 \cdot 100}{100 - 47} = 89,45 \text{ кг}$$

Масу води в опарі розраховую за формулою:

$$G_{\text{В}}^{\text{О}} = G_{\text{О}} - G_{\text{сир}} \quad (2.13)$$

$$G_{\text{В}}^{\text{О}} = 89,45 - 56,5 = 32,95 \text{ кг}$$

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

$$G_{\text{В}}^{\text{З.О}} = G_{\text{В}}^{\text{О}} - G_{\text{Р}}^{\text{др.с}} \quad (2.14)$$

$$G_{\text{В}}^{\text{З.О}} = 32,95 - 4,5 = 28,45 \text{ кг}$$

Проводжу розрахунок маси води, що вноситься при замісі тіста за формулою [8]:

$$G_{\text{В}}^{3.\text{T}} = G_{\text{В}} - G_{\text{В}}^{3.0} \quad (2.15)$$

$$G_{\text{В}}^{1.\text{T}} = 55,23 - [4,27 + 1,0 + 4,5 + 28,45] = 17,01 \text{ кг}$$

Таблиця 2.6 – Пофазна рецептура для виробництва хліба «Деснянський», кг, на 100 кг борошна

Сировина і напівфабрикати	Маса, кг	Опара	Тісто
Борошно пшеничне вищого сорту	100	55	45
Дріжджова суспензія	6,0	6,0	-
Сольовий розчин	5,77	-	5,77
Цукровий розчин	2,0	-	2,0
Молоко сухе знежирене	2,0	-	2,0
Опара	-	-	89,45
Вода	45,46	28,45	17,01
Разом	161,23	89,45	161,23

Розрахунок пофазної рецептури для хліба «Закарпатський»

Тісто для хліба «Закарпатського» готують на густій опарі.

Вологість опари 45 %. Масова частка борошна в опарі 50 %.

Таблиця 2.9 – Співвідношення сухих речовин та вологи в сировині тіста хліба «Закарпатський»:

Сировина	Маса, кг	Вологість, %	Частка с. р, %	Частка с. р, кг
1	2	3	4	5
Борошно пшеничне 2/с	100	14,5	85,5	85,5
Дріжджі х/п пресовані	1,0	75	25	0,25
Сіль кухонна харчова	1,5	-	-	1,5
Цукор білий	1,0	0,15	99,85	1,0
Разом				88,25

Масу тіста знаходжу за формулою (2.5):

$$G_{\text{T}} = \frac{88,25 \cdot 100}{100 - 46} = 163,43 \text{ кг}$$

Сіль у розчин за формулою (2.6):

$$G_{\text{с.р}} = \frac{1,5 \cdot 100}{26} = 5,77 \text{ кг}$$

Маса води в сольовому розчині (2.7):

$$G_{\text{р}}^{\text{с.р}} = 5,77 - 1,5 = 4,27 \text{ кг}$$

Дріжджі в суспензії дріжджову (2.8):

$$G_{\text{др.с}} = 1 + 2 \times 1 = 3 \text{ кг}$$

Кількість води в суспензії (2.9):

$$G_{\text{р}}^{\text{др.с}} = 3 - 1 = 2 \text{ кг}$$

Цукор розчиняю в розчин цукровий за формулою (2.6):

$$G_{\text{ц.р}} = \frac{1,0 \cdot 100}{50} = 2,0 \text{ кг}$$

Вага води в цукровому розчині (2.7):

$$G_{\text{р}}^{\text{ц.р}} = 2,0 - 1,0 = 1,0 \text{ кг}$$

Кількість води на заміс тіста становить (2.10):

$$G_{\text{в}}^{\text{т}} = 163,43 - 103,5 = 59,93 \text{ кг}$$

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

$$G_{\text{в}}^{\text{з}} = 59,93 - [4,27 + 2 + 1] = 51,66 \text{ кг}$$

Тісто для хліба «Закарпатський» готують на основі великої густої опари (ВГО). Маса борошна в опарі від загального борошна в тісті 45%.

Таблиця 2.10 – Співвідношення сухих речовин та вологи в сировині опари:

Сировина	Маса, кг	Вологість, %	Маса сухих речовин в %	Маса сухих речовин в кг
1	2	3	4	5
Борошно пшеничне 2/с	45	14,5	85,5	38,48
Дріжджі х/п пресовані	1,0	75	25	0,25
Разом	46	-	-	38,73

Обчислюю вихід опари (2.12):

$$G_{\text{о}} = \frac{38,73 \cdot 100}{100 - 45} = 70,42 \text{ кг}$$

Масу води в опарі розраховую за формулою:

$$G_{\text{в}}^{\text{о}} = 70,42 - 46 = 24,42 \text{ кг}$$

Маса води в опарі, за винятком тієї, що входить із суспензією дріжджовою становить (2.13):

$$G_{\text{в}}^{3,0} = 24,42 - 3 = 21,42 \text{ кг}$$

Проводжу розрахунок маси води, що вноситься при замісі тіста за формулою (2.14):

$$G_{\text{в}}^{3,т} = 59,93 - [4,27 + 2 + 1 + 21,42] = 30,24 \text{ кг}$$

Таблиця 2.11 – Пофазна рецептура для виробництва хліба «Закарпатський», кг, на 100 кг борошна

Сировина і напівфабрикати	Маса, кг	Опара	Тісто
1	2	3	4
Борошно пшеничне 2/с	100	45	55
Дріжджова суспензія	4,0	4	-
Сольовий розчин	5,77	-	5,77
Цукор білий	2,0	-	2,0
Опара	-	-	70,42
Вода	51,66	21,42	30,24
Разом	163,43	70,42	163,43

Розрахунок пофазної рецептури для батона «Студентський»
спосіб приготування тіста– безопарний

Таблиця 2.7 – 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	1,0	75	25	0,25
Сіль кухонна харчова	1,5	-	-	1,5
Цукор білий	2,0	0,15	99,85	1,99
Маргарин столовий	4,5	17	83	3,73
Разом				92,97

Масу тіста знаходжу за формулою (2.5):

$$G_{\text{т}} = \frac{92,97 \cdot 100}{100 - 43,5} = 164,55 \text{ кг}$$

Сировину переводжу в розчини:

Сіль у розчин за формулою (2.6):

$$G_{c.p} = \frac{1,5 \cdot 100}{25} = 5,77 \text{ кг}$$

Маса води в сольовому розчині (2.7):

$$G_R^{c.p} = 5,77 - 1,5 = 4,27 \text{ кг}$$

Дріжджі в суспензії дріжджову (2.8):

$$G_{др.с} = 1 + 3 \times 1 = 4 \text{ кг}$$

Кількість води в суспензії дріжджів (2.9):

$$G_R^{др.с} = 4 - 1 = 3 \text{ кг}$$

Цукор розчиняю в розчин цукровий за формулою (2.6):

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

Вага води в цукровому розчині (2.7):

$$G_R^{ц.p} = 4,0 - 2,0 = 2,0 \text{ кг}$$

Кількість води на заміс тіста становить (2.10):

$$G_B^T = 164,55 - 109,0 = 55,55 \text{ кг}$$

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

$$G_B^3 = 55,55 - [4,27 + 3 + 2] = 48,28 \text{ кг}$$

Таблиця 2.8 – Пофазна рецептура для виробництва батона «Студентський», кг, на 100 кг борошна

Сировина і напівфабрикати	Маса, кг	Тісто
Борошно пшеничне вищого сорту	100	100
Дріжджова суспензія	2,0	2,0
Сольовий розчин	5,77	5,77
Цукровий розчин	4,0	4,0
Маргарин	4,5	4,5
Вода	48,28	48,28
Разом	164,55	164,55

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 хліба «Деснянський»:

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

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;

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

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

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

Згідно формули визначаю середньозволожену вологість сировини:

$$W = \frac{G_6 \cdot W_6 + G_{др} \cdot W_{др} + G_c + G_{п} \cdot W + G_m \cdot W}{G_6 + G_{др} + G_c + G_{п} + G_m} \quad (2.17)$$

де $W_6 + W_d + W_{п} + W_{п}$ – вологість борошна, дріжджів, маргарину..., %

$$W = \frac{100 \cdot 14,5 + 1,5 \cdot 75 + 1,5 + 1,0 \cdot 0,15 + 4,0 \cdot 2,0}{106} = 14,82 \%$$

Обраховую масу тіста за формулою:

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

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

$$G_T = 106,0 \times \frac{100 - 14,83}{100 - 44} = 161,23 \text{ кг}$$

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

Визначаю втрати борошна в тісті до замішування тіста B_6 , кг:

$$B_6 = \frac{g_6 \cdot (100 - W_6)}{100 - W_T} \quad (2.19)$$

де g_6 – втрати борошна до замішування напівфабрикатів, % до маси борошна; $g_6 = 0,02-0,06 \%$ [8].

$$B_6 = \frac{0,04 \cdot (100 - 14,5)}{100 - 44} = 0,06 \%$$

Визначаю втрати борошна і напівфабрикатів від замішування до випікання, B_T .

$$B_T = \frac{g_T \cdot (100 - W_{\text{сер}})}{100 - W_T} \quad (2.20)$$

де g_T – втрати борошна до замішування напівфабрикатів, % до маси борошна; $g_T = 0,03-0,05$ % [8].

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

$$W_{\text{сер}} = \frac{W_T + W_6}{2} \quad (2.21)$$

$$W_{\text{сер}} = \frac{44 + 14,82}{2} = 29,41 \%$$

$$B_T = \frac{0,05 \cdot (100 - 29,41)}{100 - 44} = 0,06 \%$$

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

$$Z_{\text{обр}} = \frac{g_{\text{обр}} \cdot (W_T - W_6)}{100 - W_T} \quad (2.22)$$

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

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

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

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

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

$$Z_{\text{бр}} = \frac{0,95 \cdot 3,3 \cdot (106 - 0,53) \cdot (100 - 29,41)}{1,96 \cdot 100 \cdot (100 - 44)^2} = 3,80 \%$$

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

$$Z_{\text{уп}} = \frac{g_{\text{уп}} \cdot [G_T - (B_6 + B_T + Z_{\text{бр}} + Z_{\text{обр}})]}{100} \quad (2.24)$$

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

$$Z_{\text{уп}} = \frac{12 \cdot [161,23 - (0,06 + 0,06 + 3,80)]}{100} = 18,88 \%$$

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

$$Z_{\text{укл}} = \frac{g_{\text{укл}} \cdot [G_T - (B_6 + B_T + Z_{\text{бр}} + Z_{\text{обр}} + Z_{\text{уп}})]}{100} \quad (2.25)$$

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

$$Z_{\text{укл}} = \frac{0,6 * [161,23 - (0,06 + 0,06 + 3,80 + 18,88)]}{100} = 0,83 \%$$

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

$$Z_{\text{ус}} = \frac{g_{\text{ус}} * [G_{\text{т}} - (B_{\text{б}} + B_{\text{т}} + 3b_{\text{р}} + 3o_{\text{бр}} + 3y_{\text{п}} + 3y_{\text{укл}})]}{100} \quad (2.26)$$

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

$$Z_{\text{ус}} = \frac{3,5 * [161,23 - (0,06 + 0,06 + 3,80 + 18,88 + 0,83)]}{100} = 4,82 \%$$

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

$$B_{\text{шт}} = \frac{g_{\text{шт}} * [G_{\text{т}} - (B_{\text{б}} + B_{\text{т}} + 3b_{\text{р}} + 3o_{\text{бр}} + 3y_{\text{п}} + 3y_{\text{укл}} + 3y_{\text{ус}})]}{100} \quad (2.27)$$

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

$$B_{\text{шт}} = \frac{0,5 * [161,23 - (0,06 + 0,06 + 3,80 + 18,88 + 0,83 + 4,82)]}{100} = 0,66 \%$$

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

$$B_{\text{кр}} = \frac{g_{\text{кр}} * [G - (B_{\text{б}} + B_{\text{т}} + 3b_{\text{р}} + 3o_{\text{бр}} + 3y_{\text{п}} + 3y_{\text{укл}} + 3y_{\text{ус}} + B_{\text{шт}})]}{100} \quad (2.30)$$

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

$g_{\text{кр}} = 0,03 \%$

$$B_{\text{кр}} = \frac{0,03 * [161,23 - (0,06 + 0,06 + 3,80 + 18,88 + 0,83 + 4,82 + 0,66)]}{100} = 0,04\%$$

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

$$B_{\text{бр}} = \frac{g_{\text{бр}} * [G_{\text{т}} - (B_{\text{б}} + B_{\text{т}} + 3b_{\text{р}} + 3o_{\text{бр}} + 3y_{\text{п}} + 3y_{\text{укл}} + 3y_{\text{ус}} + B_{\text{шт}} + B_{\text{кр}})]}{100} \quad (2.31)$$

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

$g_{\text{бр}} = 0,02 \%$

$$B_{\text{бр}} = \frac{0,02 * [161,23 - (0,06 + 0,06 + 3,80 + 18,88 + 0,83 + 4,82 + 0,66 + 0,04)]}{100} = 0,03\%$$

Таким чином, для хліба «Деснянський» передбачений вихід становитиме:

$$V_{\text{х}} = 161,23 - (0,06 + 0,06 + 3,80 + 18,88 + 0,83 + 4,82 + 0,66 + 0,04 + 0,03) \\ = 132,05 \%$$

Розрахунковий вихід становить 132,05 %, плановий становить 132,0 %.

Таблиця 2.12 – Зведена таблиця розрахунку виходу хліба «Деснянський»

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 %	161,23	-	-
Втрати борошна до приготування тіста за умови безтарного зберігання	g_b , % до маси борошна	0,04	B_b	0,06
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 рідких заквасках	$g_{сух}$ % до СР тіста	3,3	$З_{бр}$	3,80
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	$З_{уп}$	18,88
Витрати під час укладання гарячого хліба	$g_{укл}$, % до маси гарячого хліба	0,6	$З_{укл}$	0,83
Витрати від усихання хліба	$g_{ус}$, % до маси гарячого хліба	3,5	$З_{ус}$	4,82
Втрати за рахунок неточної маси виробів	$g_{шт}$, % до маси гарячих виробів	0,5	$B_{шт}$	0,66
Втрати з крихтами і ломом	$g_{кр}$, % до маси борошна	0,03	$B_{кр}$	0,04
Втрати від перероблення браку	$g_{бр}$, % до маси борошна	0,02	$B_{бр}$	0,03
Всього втрат і витрат у розмірності виходу тіста	-	-	-	29,71

Проводжу розрахунок фактичного виходу хліба «Закарпатський»:

Кількість вологи в сировині тіста визначаю за формулою (2.17):

$$W_{сир} = \frac{100 \cdot 14,5 + 1,0 \cdot 75 + 1,5 + 1,0 \cdot 0,15}{103,5} = 14,73 \%$$

Масу тіста визначаю за формулою (2.18):

$$C_T = \frac{103,5 \cdot (100 - 14,73)}{100 - 46} = 163,43 \text{ кг}$$

Обчислюю втрати борошна в тісті до замішування тіста B_6 , кг за формулою (2.19):

$$B_6 = \frac{0,03 \cdot (100 - 14,5)}{100 - 46} = 0,05\%$$

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

$$W_{\text{сер}} = \frac{46 + 14,73}{2} = 30,37\%$$

$$B_T = \frac{0,04 \cdot (100 - 30,37)}{100 - 46} = 0,05\%$$

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

$$Z_{\text{обр}} = \frac{1 \cdot (46 - 14,5)}{100 - 46} = 0,58\%$$

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

$$Z_{\text{бр}} = \frac{0,95 \cdot 2,5 \cdot (103,5 - 0,58) \cdot (100 - 30,37)}{1,96 \cdot 100 \cdot (100 - 46)^2} = 2,98\%$$

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

$$Z_{\text{уп}} = \frac{12 \cdot [163,43 - (0,05 + 0,05 + 0,58 + 2,98)]}{100} = 19,17\%$$

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

$$Z_{\text{укл}} = \frac{0,8 \cdot [163,43 - (0,05 + 0,05 + 0,58 + 2,98 + 19,17)]}{100} = 1,12\%$$

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

$$Z_{\text{ус}} = \frac{4,0 \cdot [163,43 - (0,05 + 0,05 + 0,58 + 2,98 + 19,17 + 1,12)]}{100} = 5,58\%$$

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

$$B_{\text{шт}} = \frac{0,5 \cdot [163,43 - (0,05 + 0,05 + 0,58 + 2,98 + 19,17 + 1,12 + 5,58)]}{100} = 0,67\%$$

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

$$B_{\text{кр}} = \frac{0,03 \cdot [163,43 - (0,05 + 0,05 + 0,58 + 2,98 + 19,17 + 1,12 + 5,58 + 0,67)]}{100} = 0,04\%$$

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

$$B_{бр} = \frac{0,02 * [163,43 - (0,05 + 0,05 + 0,58 + 2,98 + 19,17 + 1,12 + 5,58 + 0,67 + 0,04)]}{100} = 0,03\%$$

Таким чином, для хліба «Закарпатський» передбачений вихід становитиме:

$$B_x = 163,43 - (0,05 + 0,05 + 0,58 + 2,98 + 19,17 + 1,12 + 5,58 + 0,67 + 0,04 + 0,03) = 133,16 \%$$

Розрахунковий вихід становить 133,16 %, плановий становить 132,0 %.

Таблиця 2.13 – Зведена таблиця розрахунку виходу хліба «Закарпатський»

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 %	163,43	-	-
Втрати борошна до приготування тіста за умови безтарного зберігання	g_b , % до маси борошна	0,03	B_b	0,05
Втрати борошна і тіста у разі приготування в тістовому агрегаті	g_T , % до маси тіста	0,04	B_T	0,05
Витрати сухих речовин на бродіння за умови приготування тіста на рідких заквасках	$g_{сух}$ % до СР тіста	2,5	$З_{бр}$	2,98
Витрати борошна під час оброблення тіста	$g_{обр}$, % до маси борошна	1	$З_{обр}$	0,58
Витрати на упікання	$g_{уп}$, % до маси тіста	12	$З_{уп}$	19,17
Витрати під час укладання гарячого хліба	$g_{укл}$, % до маси гарячого хліба	0,8	$З_{укл}$	1,12
Витрати від усихання хліба	$g_{ус}$, % до маси гарячого хліба	4	$З_{ус}$	5,58
Втрати за рахунок неточної маси виробів	$g_{шт}$, % до маси гарячих виробів	0,5	$B_{шт}$	0,67
Втрати з крихтами і ломом	$g_{кр}$, % до маси борошна	0,03	$B_{кр}$	0,04
Втрати від перероблення браку	$g_{бр}$, % до маси борошна	0,02	$B_{бр}$	0,03
Всього втрат і витрат у розмірності виходу тіста	-	-	-	30,27

Обчислюю фактичний вихід виробу для батону «Студентський»:

Частку вологи в сировині знаходжу за формулою (2.17):

$$W_{\text{сир}} = \frac{100 \cdot 14,5 + 1,0 \cdot 75 + 1,5 + 2,0 \cdot 0,15 + 4,5 \cdot 17}{109} = 14,71 \%$$

Знаходжу масу тіста за формулою (2.18):

$$C_{\text{т}} = \frac{109 \cdot (100 - 14,71)}{100 - 43,5} = 164,55 \text{ кг}$$

Визначаю за формулою (2.19) втрати борошна і напівфабрикатів від замішування тіста $B_{\text{б}}$, кг:

$$B_{\text{б}} = \frac{0,06 \cdot (100 - 14,5)}{100 - 43,5} = 0,09 \%$$

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

$$W_{\text{сер}} = \frac{43,5 + 14,71}{2} = 29,11 \%$$

$$B_{\text{т}} = \frac{0,05 \cdot (100 - 29,11)}{100 - 43,5} = 0,06 \%$$

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

$$З_{\text{обр}} = \frac{1 \cdot (43,5 - 14,5)}{100 - 43,5} = 0,513 \%$$

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

$$З_{\text{бр}} = \frac{0,95 \cdot 3,1 \cdot (109,0 - 0,513) \cdot (100 - 14,71)}{1,96 \cdot 100 \cdot (100 - 43,5)^2} = 4,36 \%$$

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

$$З_{\text{уп}} = \frac{10 \cdot [164,55 - (0,09 + 0,06 + 0,513 + 4,36)]}{100} = 15,95 \%$$

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

$$З_{\text{укл}} = \frac{0,6 \cdot [164,55 - (0,09 + 0,06 + 0,513 + 4,36 + 15,95)]}{100} = 0,86 \%$$

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

$$З_{\text{ус}} = \frac{4,0 \cdot [164,55 - (0,09 + 0,06 + 0,513 + 4,36 + 15,95 + 0,86)]}{100} = 5,71 \%$$

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

$$B_{шт} = \frac{0,5 * [164,55 - (0,09 + 0,06 + 0,513 + 4,36 + 15,95 + 0,86 + 5,71)]}{100} = 0,69 \%$$

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

$$B_{кр} = \frac{0,03 * [164,55 - (0,09 + 0,06 + 0,513 + 4,36 + 15,95 + 0,86 + 5,71 + 0,69)]}{100} = 0,04\%$$

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

$$B_{бр} = \frac{0,02 * [164,55 - (0,09 + 0,06 + 0,513 + 4,36 + 15,95 + 0,86 + 5,71 + 0,69 + 0,04)]}{100} = 0,03\%$$

Таблиця 2.14 – Зведена таблиця розрахунку виходу батону «Студентський»

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 , %	164,55	-	-
Втрати борошна до приготування тіста за умови безтарного зберігання	g_b , % до маси борошна	0,06	B_b	0,09
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 рідких заквасках	$g_{сух}$, % до СР тіста	3,1	$З_{бр}$	4,36
Витрати борошна під час оброблення тіста	$g_{обр}$, % до маси борошна	1	$З_{обр}$	0,513
Витрати на упікання	$g_{уп}$, % до маси тіста	10	$З_{уп}$	15,95
Витрати під час укладання гарячого хліба	$g_{укл}$, % до маси гарячого хліба	0,6	$З_{укл}$	0,86
Витрати від усихання хліба	$g_{ус}$, % до маси гарячого хліба	4,0	$З_{ус}$	5,71
Втрати за рахунок неточної маси виробів	$g_{шт}$, % до маси гарячих виробів	0,5	$B_{шт}$	0,69
Втрати з крихтами і ломом	$g_{кр}$, % до маси борошна	0,03	$B_{кр}$	0,04
Втрати від перероблення браку	$g_{бр}$, % до маси борошна	0,02	$B_{бр}$	0,03
Всього втрат і витрат у розмірності виходу тіста	-	-	-	28,303

Передбачений вихід для батону «Студентський» становитиме (2.16):

$$B_x = 164,55 - [0,09 + 0,06 + 0,513 + 4,36 + 15,95 + 0,86 + 5,71 + 0,69 + 0,04 + 0,03] = 136,25 \%$$

Розрахунковий вихід становить 136,25 %, плановий становить 136,5 %.

2.2.5 Розрахунок виробничих рецептур і підбір технологічних параметрів

Для хліба «Деснянський» заміс напівфабрикатів буде проведено періодичним способом [7].

Перш за все обраховую масу борошна, що максимально може бути завантажено у діжу G_d^b , кг, за формулою [8]:

$$G_d^b = \frac{V_d \cdot q}{100}, \quad (2.28)$$

де V_d – об'єм діжі, дм^3 ;

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

$$G_d^b = \frac{300 \cdot 30}{100} = 90 \text{ кг/год}$$

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

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

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

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

$$G_{\text{год}} = \frac{466,2 \cdot 100}{132} = 353,18 \text{ кг/год}$$

$$D_{\text{год}} = \frac{G_{\text{год}}^b}{G_d^b} \quad (2.30)$$

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

$$D_{\text{год}} = \frac{353,18}{90} \approx 3,92 = 4 \text{ шт}$$

Приймаємо 4 діжі.

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

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

$$r = \frac{60}{4} = 15 \text{ хв}$$

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

$$t_d^T = 8 + 60 + 10 + 210 + 5 = 293 \text{ хв}$$

Необхідну кількість діж для приготування напівфабрикатів визначаю за формулою:

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

$$D_T = \frac{293}{15} \approx 19,53 = 20 \text{ шт}$$

Отже на технологічний процес потрібно дві тістомісильні машини та 20 діж.

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

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

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

$$t_B^O = 30 + \frac{55 * 1,257 * (26 - 20)}{17,01 * 4,19} + 1 = 36,82 \text{ °C}$$

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

$$t_B^T = t_T + \frac{G_6^T * C_6 * (t_T - t_6)}{G_B * C_B} + \frac{G_o * C_o * (t_T - t_o)}{G_B^o * C_B} \quad (2.35)$$

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

$$C_{H/\Phi} = \frac{G_6^o * C_6 + G_B^o * C_B}{G_o} \quad (2.36)$$

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

$$C_{H/\Phi} = \frac{55 * 1,257 + 17,01 * 4,19}{90} = 1,56 \text{ кДж/кг} \times \text{К}$$

$$t_B^T = 31 + \frac{50 * 1,257 * (31 - 20)}{17,01 * 4,19} + \frac{90 * 1,56 * (31 - 26)}{28,45 * 4,19} = 46,59 \text{ °C}$$

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:

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

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

$G_{\text{уп}}$ – упікання, %

$G_{\text{ус}}$ – усихання, %

$$n_{\text{шм}}^T = \frac{0,6 * 100 * 100}{(100 - 18,88) * (100 - 4,82)} = 0,78 \text{ кг}$$

Таблиця 2.15 – Технологічний режим приготування хліба «Деснянський»

Параметри процесів	Одиниці виміру	Опара	Тісто
Початкова температура	°C	30	30
Кінцева кислотність	град	2,5	3,0
Вологість	%	47	44
Тривалість бродіння	хв	180	60
Маса шматків тіста	кг	-	0,78
Тривалість вистоювання	хв	-	45
Температура у вистійній шафі	°C	-	35
Відносна вологість у вистійній шафі	%	-	75
Тривалість випікання	хв	-	40
Температура пекарної камери	°C	-	180-200

Для замісу тіста для хліба «Закарпатський» обрано опарний безперервний спосіб замісу тіста.

Згідно до формули (2.28) обраховую максимальну масу борошна, що може бути завантажена у діжу $G_{\text{д}}^{\text{д}}$, кг:

$$G_{\text{д}}^{\text{б}} = \frac{300 \cdot 30}{100} = 90 \text{ кг/год}$$

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

$$G_{\text{год}} = \frac{386,4 \cdot 100}{132} = 292,73 \text{ кг/год}$$

$$D_{\text{год}} = \frac{292,73}{90} \approx 3,25 = 4 \text{ шт}$$

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

$$r = \frac{60}{4} = 15 \text{ хв}$$

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

$$t_{\text{д}}^{\text{т}} = 8 + 70 + 10 + 210 + 5 = 303 \text{ хв}$$

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

$$D_{\text{т}} = \frac{303}{15} \approx 20,2 = 21 \text{ шт}$$

Для забезпечення технологічного процесу потрібно 1 тістомісильна машина марки та 20 діж.

Температуру води для замішування напівфабрикату $t_{\text{в}}^{\text{о}}$ °С, обчислюю за формулою (2.34):

$$t_{\text{в}}^{\text{о}} = 28 + \frac{45 \cdot 1,257 \cdot (28 - 20)}{21,42 \cdot 4,19} + 1 = 34,04 \text{ °С}$$

Обчислюю температуру води на замішування тіста, $t_{\text{в}}^{\text{т}}$, °С (2.35):

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

$$C_{\text{н/ф}} = \frac{45 \cdot 1,257 + 21,42 \cdot 4,19}{90} = 1,63 \text{ кДж/кг*К}$$

$$t_{\text{в}}^{\text{т}} = 30 + \frac{30 \cdot 1,257 \cdot (30 - 20)}{30,24 \cdot 4,19} + \frac{90 \cdot 1,97 \cdot (30 - 28)}{21,42 \cdot 4,19} = 36,93 \text{ °С}$$

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

$$n_{\text{шм}}^{\text{т}} = \frac{1,0 * 100 * 100}{(100 - 19,17) * (100 - 5,58)} = 1,31 \text{ кг}$$

Таблиця 2.16 – Технологічний режим приготування хліба «Закарпатський»

Параметри процесів	Одиниці виміру	Опара	Тісто
Початкова температура	°C	28-29	29-30
Кінцева кислотність	град	4,5-5,0	4,0
Вологість	%	45-48	46
Тривалість бродіння	хв	210-240	60-90
Маса шматків тіста	кг		1,31
Тривалість вистоювання	хв		35-45
Температура у вистійній шафі	°C		35-37
Відносна вологість у вистійній шафі	%		75-80
Тривалість випікання	хв		47-52
Температура пекарної камери	°C		160-210

Батон «Студентський» замішують у машинах періодичної дії, у діжах.

Розраховую масу борошна, що максимально може бути завантажено у діжу $G_{\text{д}}^{\text{б}}$, кг, за формулою (2.28):

$$G_{\text{д}}^{\text{б}} = \frac{300 * 30}{100} = 90 \text{ кг/год}$$

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

$$G_{\text{год}} = \frac{496,8 * 100}{136,5} = 363,96 \text{ кг/год}$$

$$D_{\text{год}} = \frac{363,96}{90} \approx 4,04 = 4 \text{ шт}$$

Необхідно 4 діжі.

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

$$\tau = \frac{60}{4} = 15 \text{ хв}$$

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

Зайнятість діж $t_{\text{д}}$ хв, обчислюють за формулою (2.32):

$$t_{\text{д}}^{\text{т}} = 8 + 90 + 5 = 103 \text{ хв}$$

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

$$D_{\text{т}} = \frac{103}{15} = 7 \text{ шт}$$

Отже на технологічний процес потрібно одна тістомісильна машина та 7 діж.

Температуру води для замішування напівфабрикату $t_{\text{в}}^{\circ}$ °C, обчислюю за формулою (2.34):

$$t_{\text{в}}^{\circ} = 28 + \frac{100 \cdot 1,257 \cdot (28 - 20)}{48,28 \cdot 4,19} + 1 = 33,97 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

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

$$n_{\text{шм}}^{\text{т}} = \frac{0,3 \cdot 100 \cdot 100}{(100 - 15,95) \cdot (100 - 5,71)} = 0,38 \text{ кг}$$

Таблиця 2.17 – Технологічний режим приготування батону «Студентський»

Параметри процесів	Одиниці виміру	Тісто
1	2	4
Початкова температура	°C	29-31
Кінцева кислотність	град	3,0-3,5
Вологість	%	44,0
Тривалість бродіння	хв	30-42
Маса шматків тіста	кг	0,38
Тривалість вистоювання	хв	50
Температура у вистійній шафі	°C	35-40
Відносна вологість у вистійній шафі	%	70
Тривалість випікання	хв	20
Температура пекарної камери	°C	240-250

2.3 Розрахунок витрат і запасів сировини

Проводжу розрахунок витрат сировини для хліба «Деснянський»:

Здійснюю розрахунок добової потреби борошна:

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

$$G_6^{\text{доб}} = 353,18 \times 23 = 8\,123,14 \text{ кг/доб}$$

Розраховую добову витрату дріжджів за формулою:

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

$$G_{\text{др}}^{\text{доб}} = \frac{8123,14 * 1,5}{100} = 121,85 \text{ кг/доб}$$

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:

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

$$G_c^T = \frac{1,5 * 100}{(100 - 0,25) * \frac{100 - 0,85}{100} - 0,6 * 0,85} = 1,52 \text{ кг}$$

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

$$G_c^{\text{доб}} = \frac{8123,14 * 1,52}{100} = 123,47 \text{ кг/доб}$$

Розрахунок потреби цукру на добу:

$$G_{\text{ц}}^{\text{доб}} = \frac{8123,14 * 1,0}{100} = 81,23 \text{ кг/доб}$$

Розраховую добову потребу молока сухого незбираного за формулою (2.39):

$$G_m^{\text{доб}} = \frac{8123,14 * 2,0}{100} = 162,46 \text{ кг/доб}$$

Обраховую добові витрати сировини для хліба «Закарпатського»:

За формулою (2.38) добова потреба борошна дорівнює:

$$G_6^{\text{доб}} = 292,73 \times 23 = 6\,732,79 \text{ кг/доб}$$

Знаходжу добову витрату дріжджів за формулою (2.39):

$$G_{\text{др}}^{\text{доб}} = \frac{6732,79 * 1,0}{100} = 67,33 \text{ кг/доб}$$

Потреби на добу солі, кг (2.41):

$$G_c^{\text{доб}} = \frac{6732,79 * 1,52}{100} = 102,34 \text{ кг/доб}$$

Роблю розрахунок потреби цукру на добу:

$$G_{\text{ц}}^{\text{доб}} = \frac{6732,79 * 1,0}{100} = 67,33 \text{ кг/доб}$$

Розраховую витрати сировини, що потрібна для виробництва батону «Студентський»:

За формулою (2.38) добова потреба борошна дорівнює:

$$G_{\text{б}}^{\text{доб}} = 363,96 \times 23 = 8\,371,08 \text{ кг/доб}$$

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

$$G_{\text{др}}^{\text{доб}} = \frac{8371,08 * 1,0}{100} = 83,71 \text{ кг/доб}$$

Солі на добу згідно формули (2.41) потрібно:

$$G_{\text{с}}^{\text{доб}} = \frac{8371,08 * 1,52}{100} = 127,24 \text{ кг/доб}$$

Проводжу розрахунок добової потреби цукру:

$$G_{\text{ц}}^{\text{доб}} = \frac{8371,08 * 2,0}{100} = 167,42 \text{ кг/доб}$$

Таблиця 2.18 – Добові витрати сировини

Сировина	Хліб «Деснянський»	Хліб «Закарпатський»	Батон «Студентський»	Разом
Борошно пшеничне вищого сорту	8123,14	-	-	8123,14
Борошно пшеничне першого сорту	-	-	8371,08	8371,08
Борошно пшеничне другого сорту	-	6732,79	-	6732,79
Дріжджі х/п пресовані	121,85	67,33	83,71	272,89
Сіль кухонна харчова	123,47	102,34	127,24	353,05
Цукор білий	81,23	67,33	167,42	315,98
Молоко сухе незбиране	162,46	-	-	162,46
Маргарин	-	-	376,70	376,70

Розраховую добову потребу маргарину за формулою (2.39):

$$G_{\text{м}}^{\text{доб}} = \frac{8371,08 * 4,5}{100} = 376,70 \text{ кг/доб}$$

2.4 Розрахунок площ основних та допоміжних приміщень

Таблиця 2.19 – Складський запас сировини

Найменування сировини	Добові витрати	Спосіб зберігання	Запас, діб	Необхідний запас сировини
1	2	3	4	5
Борошно пшеничне	23227,01	В мішках	7	162589,07
Дріжджі хлібопекарські пресовані	272,89	В ящиках на полицях	3	818,67
Сіль кухонна харчова	353,05	В мішках	15	5295,75
Цукор білий	315,98	В мішках	15	4739,7
Молоко сухе незбиране	162,46	В ящиках на полицях	15	2436,9
Маргарин	376,70	В ящиках на полицях	5	1883,5

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, м^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 ($\mu = 1,25$)

$$F = \frac{162589,07 * (1,25 * 1,0)}{50 * 24} * 1,25 = 211,70 \text{ м}^2$$

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 молока сухого незбираного – 500) [8].

Площа складу для солі:

$$F_c^c = \frac{5295,75}{800} = 6,62 \text{ м}^2$$

Площа для цукру – піску:

$$F_{\text{ц}}^c = \frac{4739,7}{800} = 5,92 \text{ м}^2$$

Для маргарину столового:

$$F_m^c = \frac{1883,5}{400} = 4,71 \text{ м}^2$$

Для молока сухого незбираного:

$$F_{\text{п}}^c = \frac{2436,9}{500} = 4,87 \text{ м}^2$$

Розраховую необхідну площу холодильної камери для зберігання дріжджів:

$$F_{\text{др}}^c = \frac{818,67}{540} = 1,52 \text{ м}^2$$

Таблиця 2.20 – Розрахунок площі складу тарного зберігання сировини

Вид сировини	Необхідний запас, т	Середнє навантаження	Площа для зберігання, м^2
1	2	3	4
Борошно пшеничне	162,5	-	$F = 211,70$
Дріжджі хлібопекарські пресовані	0,81	0,54	$F = 0,81 \div 0,54 = 1,52$
Сіль кухонна харчова	5,3	0,8	$F = 5,3 \div 0,8 = 6,62$
Цукор пісок	4,73	0,8	$F = 4,73 \div 0,8 = 5,92$
Молоко сухе незбиране	2,43	0,5	$F = 2,43 \div 0,54 = 4,87$
Маргарин	1,88	0,54	$F = 1,88 \div 0,54 = 4,71$
Разом	-	-	235,34

Таким чином площа складу для тарного зберігання сировини становитиме

$$F_{\text{заг}} = 211,70 + 1,52 + 6,62 + 5,92 + 4,87 + 4,71 = 235,34 \text{ м}^2$$

Конструктивно приймаємо площу складу 235,34 м².

2.5 Підбір та розрахунок технологічного обладнання

Кількість силосів для зберігання борошна N, шт, розраховуються за формулою:

$$N = \frac{G_{\text{б год}} * 7}{V_{\text{с}}} \quad (2.44)$$

де $V_{\text{с}}$ – ємкість одного силосу, кг.

Пшеничне борошно вищого сорту

$$N = 8123,14 \times 7 / 30000 = 1,89, \text{ приймаємо } 1$$

Пшеничне борошно 1 сорту

$$N = 8371,08 \times 7 / 30000 = 1,95, \text{ приймаємо } 1$$

Пшеничне борошно 2 сорту

$$N = 6732,79 \times 7 / 30000 = 2,96, \text{ приймаємо } 1$$

Приймається 3 силоси для зберігання пшеничного борошна

Розрахунок силосно – просіювального відділення

Обраховую кількість борошняних ліній за формулою [8]:

$$N_{\text{б.л}} = \frac{G_{\text{б}}^{\text{год}}}{Q_{\text{б.л}}^{\text{год}}} \quad (2.44)$$

де $G_{\text{б}}^{\text{год}}$ - витрати борошна за годину;

$Q_{\text{б.л}}^{\text{год}}$ – годинна продуктивність борошняної лінії кг/год (приймають на 5 – 10% меншою за продуктивність просіювача).

Приймаю для розрахунку просіювач», продуктивність становить 150 кг/год [16].

$$N_{\text{б.л}} = \frac{90 + 90 + 90}{0,15 * 90\%} = 2 \text{ шт}$$

До встановлення приймаю дві просіювальні лінії.

Обрахунок обладнання для розробки напівфабрикатів.

Тістоподільник

Обчислюю кількість тістових заготовок за хвилину N_d , відповідно до формули:

$$N_d = \frac{P_{\text{год}}}{g \cdot 60} \quad (2.45)$$

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

g_v – маса виробу, кг.

Для хліба «Деснянський»:

$$N_d = \frac{466,2}{0,6 \cdot 60} = 1,3 \text{ шт/хв}$$

Для хліба «Закарпатський»:

$$N_d = \frac{386,4}{1,0 \cdot 60} = 0,7 \text{ шт/хв}$$

Для батону «Студентський»:

$$N_d = \frac{496,8}{0,3 \cdot 60} = 2,8 \text{ шт/хв}$$

Для поділу виробів приймаю до встановлення тістоподільник (від 600 шт/год).

Тістоокруглювач та тістозакатувальна машина не розраховується, а приймається згідно практичних рекомендацій.

Визначаю площу хлібосховища для виробів за формулою:

Необхідна кількість контейнерів на термін зберігання:

$$N_v = \frac{P_{\text{год}} \cdot t_{\text{зб}}}{n_v \cdot g_v \cdot N_d} \quad (2.46)$$

де g_v – маса виробу, кг;

n – кількість виробів на лотку, шт;

N_d – кількість лотків на контейнері

Для хліба «Деснянський»:

$$N_v = \frac{466,2 \cdot 2}{18 \cdot 0,6 \cdot 18} \approx 4,7 = 4 \text{ шт}$$

Для хліба «Закарпатський»:

$$N_v = \frac{386,4 \cdot 2}{18 \cdot 1,0 \cdot 18} \approx 2,38 = 2 \text{ шт}$$

Для батону «Студентський»:

$$N_{\text{в}} = \frac{496,8 \cdot 2}{18 \cdot 0,3 \cdot 18} \approx 10,2 = 10 \text{ шт}$$

Всього контейнерів на термін зберігання – 16 шт.

Таблиця 2.21 – Специфікація основного технологічного обладнання [12-16]

№ п/п	Найменування	Кількість	Марка	Довжина, мм	Ширина, мм	Висота, мм	Примітки
1	Приймальний лоток борошна	1	Ц10-28	700	570	650	
2	Силос для зберігання борошна	3	ХЕ-160А	2652	2652	12180	
3	Бункер	1	А1-ХБУ-26	4000	3220	4850	
4	Виробничий бункер	3	ХЕ-112	1500	1700	2841	
5	Дозатор борошна	5	Ш2-ХДА	1540	870	1930	
6	Перемикач	1	КСД2-203	3100	2500	2700	
7	Просіювач	1	ПМП-800	1138	740	1960	
8	Проміжний бункер	1	А2-ХП	1982	668	410	
9	Автоматичні ваги	1	РПЦІЗМ	1216	1050	1870	
10	Дозувальна станція	5	Ш2-ХДМ	985	920	1640	
11	Тістомісильна машина	3	SOTTORIVA SPA	1300	1200	940	
12	Діжі	1	DUAL	1082	1082	888	
13	Тістоподільна машина	3	А2-ХТН	2770	915	1500	
14	Тістоокруглювач	3	Т1-ХТН	1060	1035	1030	
15	Транспортер стрічковий	3	А2-ЖИ-1	3200	560	690	
16	Вистоювальна шафа	1	ШТР-18	1700	1000	2000	
17	Піч тунельна	1	Р3-ХПУ-25	15230	3500	2730	
18	Діжеперекидач	2	А2-ХП2Д-2	1700	1500	2870	
19	Контейнери	30	А2-ХВЛ	836	980	1785	
20	Циркуляційний стіл	2	А2-ХСО	3400	1400	860	
26	Хліборізка	1	BSMO13	700	730	1100	
27	Пакувальна машина	1	BG-250BSF	3761	670	1412	

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

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

$t_{зб}$ – період зберігання, год.

$$S_{хл} = \frac{(466,2 + 386,4 + 496,8) * 8 * 30}{1000} = 323,86 \text{ м}^2$$

Розраховую площу експедиції:

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

$$S_{експ} = 0,2 \times 323,86 = 64,77 \text{ м}^2$$

2.6 Технохімічний контроль виробництва продуктів запроєктованого асортименту

Технохімічний контроль є невід'ємною складовою технологічного процесу виробництва хлібобулочних виробів і спрямований на забезпечення стабільної якості, безпечності та відповідності продукції вимогам чинних нормативних документів. Його основною метою є своєчасне виявлення відхилень від установлених технологічних параметрів, запобігання виникненню браку та забезпечення випуску продукції, яка відповідає вимогам державних стандартів і очікуванням споживачів.

Основними нормативними документами, відповідно до яких здійснюється контроль, є ДСТУ, технічні умови на продукцію, технологічні інструкції підприємства, вимоги системи НАССР, Закону України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів», а також внутрішні виробничі регламенти підприємства.

Під час приймання сировини проводять перевірку супровідної документації, відповідності сировини нормативним вимогам, її органолептичних, фізико-хімічних та, за необхідності, мікробіологічних показників. Особливу увагу приділяють якості борошна, яке визначає перебіг технологічного процесу та якість готових виробів. Контролюють вологість, кількість і якість сирої клейковини, кислотність, число падіння, зараженість шкідниками, запах, колір та відсутність сторонніх домішок.

При підготовці сировини здійснюють контроль температури води, концентрації сольового та цукрового розчинів, якості дріжджової суспензії,

правильності дозування всіх компонентів відповідно до затверджених рецептур. Дозування проводять автоматичними дозаторами, а правильність їх роботи періодично перевіряють контрольними зважуваннями.

На стадії приготування тіста контролюють точність дозування рецептурних компонентів, температуру тіста, його вологість, кислотність, тривалість замішування та структурно-механічні властивості. Для хліба «Деснянський» та батона «Студентський», які виготовляються безопарним способом, особливе значення має контроль температури тіста (28–30 °C) і тривалості бродіння. Для хліба «Закарпатський», що виготовляється на густій опарі, додатково контролюють температуру, вологість, кислотність і тривалість бродіння опари, а також її готовність до замішування тіста.

Особлива увага приділяється дотриманню санітарно-гігієнічного режиму виробництва. Регулярно контролюють чистоту виробничих приміщень, обладнання, інвентарю, якість миття та дезінфекції, стан систем водопостачання, вентиляції, а також виконання персоналом вимог особистої гігієни.

Контроль технологічного процесу здійснюють виробнича лабораторія, майстер зміни, технолог та оператори виробничих дільниць відповідно до їх функціональних обов'язків. Результати контролю заносять до виробничих журналів, що забезпечує можливість простежуваності виробництва та аналізу причин можливих відхилень.

Ефективна організація технохімічного контролю дозволяє підтримувати стабільність технологічного процесу, своєчасно коригувати режими виробництва, мінімізувати виробничі втрати та гарантувати випуск безпечної, якісної і конкурентоспроможної продукції. Для запроєктованого асортименту — хліба «Деснянський», хліба «Закарпатський» та батона «Студентський» — система технохімічного контролю є важливим елементом забезпечення відповідності виробів нормативним вимогам, стабільності їх споживчих властивостей та високої якості протягом усього терміну реалізації.

Таблиця 2.22 – Метрологічне забезпечення якості продукції на підприємстві [9]

Об'єкт контролю	Контрольований показник	Засіб вимірювання	Межі вимірювання	Періодичність контролю
Борошно	Вологість	Вологомір лабораторний	0–50 %	Кожна партія
Борошно	Температура	Термометр цифровий	–10...+100 °С	Кожна партія
Борошно	Маса	Ваги лабораторні	0–5 кг	Кожна партія
Вода	Температура	Термометр цифровий	0–100 °С	Перед замішуванням
Сольовий цукровий розчин	Концентрація	Ареометр	Згідно шкали	Один раз за зміну
Дріжджова суспензія	Температура	Термометр цифровий	0–100 °С	Кожне приготування
Тісто	Температура	Термометр щуповий	0–100 °С	Кожна діжа
Тісто	Вологість	Вологомір	20–60 %	Один раз за зміну
Тісто	Кислотність	Лабораторний титрувальний комплект	0–20 град	Кожна партія
Тістові заготовки	Маса	Ваги настільні	0–15 кг	Постійно
Камера вистоювання	Температура	Термометр	0–100 °С	Кожні 2 години
Камера вистоювання	Відносна вологість	Психрометр (гігрометр)	20–100 %	Кожні 2 години
Пекарна камера	Температура	Термометр (термопара)	0–350 °С	Постійно
Готові вироби	Маса	Ваги електронні	0–15 кг	Вибірково кожна партія
Хліб «Деснянський», хліб «Закарпатський», батон «Студентський»	Вологість	Сушильна шафа, лабораторні ваги	Згідно ДСТУ	Кожна партія
Готові вироби	Кислотність	Титрувальний комплект	0–20 град	Кожна партія
Готові вироби	Пористість	Прилад Журавльова	0–100 %	Кожна партія
Готові вироби	Органолептичні показники (форма, колір, смак, запах, стан м'якушки)	Органолептична оцінка	Відповідність нормативній документації	Кожна партія

З БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

3.1 Управління та нагляд за безпекою життєдіяльності в Україні

Безпека життєдіяльності є одним із пріоритетних напрямів державної політики України, спрямованим на створення безпечних умов праці, навчання, побуту та навколишнього середовища. Система управління безпекою життєдіяльності являє собою сукупність законодавчих, організаційних, соціально-економічних, технічних, санітарно-гігієнічних та профілактичних заходів, спрямованих на запобігання виникненню небезпечних ситуацій, збереження життя і здоров'я населення, а також мінімізацію наслідків надзвичайних ситуацій.

Основу державного управління у сфері безпеки життєдіяльності становлять положення Конституції України, Кодексу цивільного захисту України, Закону України «Про охорону праці», Закону України «Про охорону здоров'я», Закону України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» та інших нормативно-правових актів. Вони визначають права і обов'язки державних органів, роботодавців і громадян щодо забезпечення належного рівня безпеки в усіх сферах життєдіяльності.

Державне управління у сфері безпеки життєдіяльності здійснюється Кабінетом Міністрів України, який забезпечує реалізацію державної політики, розробляє нормативно-правові акти, координує діяльність центральних органів виконавчої влади та організовує виконання державних програм із питань охорони праці, цивільного захисту, пожежної, техногенної та екологічної безпеки.

Важливу роль у забезпеченні безпеки життєдіяльності відіграють центральні органи виконавчої влади, кожен із яких виконує визначені законодавством функції. Провідне місце займає Державна служба України з надзвичайних ситуацій, яка забезпечує реалізацію державної політики у сфері

цивільного захисту, пожежної та техногенної безпеки, організовує ліквідацію наслідків надзвичайних ситуацій, проводить профілактичну роботу щодо запобігання аваріям, пожежам і катастрофам, а також здійснює контроль за виконанням вимог законодавства у сфері цивільного захисту.

Значні повноваження у сфері державного нагляду за безпечними умовами праці покладено на Державну службу України з питань праці. Основними напрямками її діяльності є контроль за дотриманням вимог законодавства про охорону праці, безпечну експлуатацію обладнання, організацію навчання працівників, проведення інструктажів, забезпечення працівників засобами індивідуального захисту, а також розслідування нещасних випадків і професійних захворювань.

Контроль за дотриманням санітарно-гігієнічних вимог здійснюють органи, що реалізують державну політику у сфері громадського здоров'я та безпечності харчових продуктів. Їх діяльність спрямована на запобігання виникненню інфекційних захворювань, контроль факторів виробничого середовища, забезпечення санітарного благополуччя населення, а також нагляд за якістю та безпечністю харчової продукції.

Важливе місце у системі державного управління належить органам місцевого самоврядування та місцевим державним адміністраціям. Вони забезпечують реалізацію державної політики на регіональному рівні, організовують заходи цивільного захисту населення, створюють місцеві комісії з питань техногенно-екологічної безпеки та надзвичайних ситуацій, координують діяльність аварійно-рятувальних служб і здійснюють інформаційне забезпечення населення щодо можливих небезпек.

На кожному підприємстві незалежно від форми власності роботодавець зобов'язаний створити систему управління охороною праці, яка забезпечує планування, організацію, контроль і постійне вдосконалення заходів із безпеки праці. До її складу входять служба охорони праці або відповідальна особа, система навчання та перевірки знань працівників, оцінювання професійних ризиків, проведення інструктажів, медичних оглядів, забезпечення працівників

засобами індивідуального та колективного захисту, а також здійснення внутрішнього контролю за станом виробничої безпеки.

Державний нагляд у сфері безпеки життєдіяльності реалізується шляхом проведення планових і позапланових перевірок, аналізу причин виробничого травматизму, контролю за виконанням нормативних вимог та застосування заходів адміністративного впливу у випадку виявлення порушень. Основною метою такого нагляду є не лише виявлення недоліків, а й запобігання виникненню аварій, професійних захворювань, нещасних випадків та інших небезпечних подій.

В умовах сучасного розвитку виробництва особливого значення набуває ризик-орієнтований підхід до управління безпекою. Його сутність полягає у своєчасному виявленні небезпечних факторів, оцінюванні рівня професійних ризиків, розробленні комплексу профілактичних заходів та постійному моніторингу ефективності функціонування системи безпеки. Такий підхід відповідає міжнародним принципам управління професійними ризиками та сприяє підвищенню ефективності системи охорони праці.

Важливим напрямом державної політики є гармонізація національного законодавства із законодавством Європейського Союзу. Упровадження сучасних стандартів управління безпекою праці, зокрема системи управління відповідно до міжнародного стандарту ISO 45001, дозволяє підприємствам удосконалювати організацію безпечних умов праці, підвищувати рівень виробничої культури, зменшувати кількість професійних ризиків та забезпечувати стабільний розвиток виробництва.

Отже, система управління та державного нагляду за безпекою життєдіяльності в Україні є багаторівневою структурою, яка охоплює діяльність органів державної влади, місцевого самоврядування, роботодавців і працівників. Її ефективне функціонування забезпечує належний рівень захисту життя і здоров'я населення, сприяє зниженню виробничого травматизму, попередженню надзвичайних ситуацій та створенню безпечних умов праці відповідно до сучасних національних і міжнародних вимог.

3.2 Методи боротьби з монотонністю праці

Монотонність праці є одним із несприятливих психофізіологічних факторів виробничого середовища, що виникає внаслідок тривалого виконання однотипних, повторюваних операцій з незначною зміною трудових дій. Такий характер роботи призводить до зниження функціональної активності центральної нервової системи, погіршення концентрації уваги, підвищення втомлюваності працівників, зростання ймовірності виробничих помилок і травматизму. Особливо актуальною проблема монотонності є для підприємств харчової промисловості, де значна частина технологічних процесів характеризується циклічністю та повторюваністю виробничих операцій.

Для запобігання негативному впливу монотонної праці застосовується комплекс організаційних, технічних, психофізіологічних і санітарно-гігієнічних заходів, спрямованих на підтримання високої працездатності персоналу, збереження його здоров'я та підвищення ефективності виробничої діяльності.

Одним із найефективніших методів є раціональна організація режимів праці та відпочинку. Встановлення оптимальної тривалості робочих змін, регламентованих перерв та їх рівномірний розподіл протягом робочого дня сприяють відновленню працездатності працівників, зменшенню нервово-емоційного напруження та профілактиці перевтоми. Під час короткочасних перерв рекомендується виконувати виробничу гімнастику, вправи для очей, розминку м'язів шиї, плечового пояса та спини.

Важливим заходом є чергування виробничих операцій (ротація персоналу). Періодична зміна видів діяльності дозволяє знизити одноманітність праці, рівномірно розподілити фізичне та психічне навантаження між різними групами м'язів, підтримувати увагу працівників і підвищувати їх професійну мотивацію. Ротація особливо ефективна на потокових виробництвах, де працівники можуть виконувати декілька суміжних операцій.

Суттєве значення має механізація та автоматизація виробничих процесів. Використання сучасного технологічного обладнання дає можливість зменшити

кількість одноманітних ручних операцій, скоротити фізичне навантаження на працівників, підвищити продуктивність праці та знизити ризик виникнення професійної втоми. Автоматизація також забезпечує стабільність технологічних процесів і покращує якість готової продукції.

Ефективним методом боротьби з монотонністю є раціональна організація робочого місця відповідно до ергономічних вимог. Правильне розташування обладнання, інструментів і матеріалів дозволяє мінімізувати зайві рухи працівника, забезпечує зручність виконання виробничих операцій, зменшує фізичне навантаження та підвищує комфортність праці.

Важливу роль відіграє створення сприятливого виробничого середовища. Оптимальні параметри мікроклімату, достатнє природне й штучне освітлення, належна вентиляція, допустимий рівень шуму та вібрації позитивно впливають на функціональний стан організму працівників, сприяють підтриманню високої працездатності та знижують негативний вплив монотонності.

Одним із сучасних напрямів профілактики монотонності є використання функціонального музичного супроводу. Легка фоновіа музика помірної гучності здатна покращувати емоційний стан працівників, підтримувати оптимальний рівень уваги та позитивно впливати на продуктивність праці. Використання музичного супроводу повинно відповідати вимогам охорони праці та не перешкоджати сприйняттю попереджувальних сигналів і роботі технологічного обладнання.

Важливим фактором є підвищення професійної кваліфікації працівників та їх залучення до різноманітних виробничих завдань. Розширення професійних компетентностей дозволяє ефективніше застосовувати ротацію персоналу, сприяє професійному розвитку працівників і підвищує рівень їхньої зацікавленості у виконанні виробничих функцій.

Позитивний вплив на зменшення монотонності має створення сприятливого психологічного клімату в колективі. Доброзичливі взаємовідносини між працівниками, підтримка з боку керівництва, справедливий розподіл обов'язків, система матеріального та морального

стимулювання сприяють підвищенню мотивації, покращенню емоційного стану персоналу та зниженню психоемоційного напруження.

На підприємствах харчової промисловості доцільно також застосовувати ризик-орієнтований підхід до оцінювання психофізіологічних навантажень. Регулярний моніторинг умов праці, аналіз причин виробничої втоми, проведення анкетувань працівників і своєчасне впровадження профілактичних заходів дозволяють підтримувати високий рівень працездатності персоналу та забезпечувати безпечне виконання виробничих процесів.

Таким чином, ефективна боротьба з монотонністю праці базується на комплексному застосуванні організаційних, технічних, ергономічних, санітарно-гігієнічних та психофізіологічних заходів. Їх реалізація сприяє підвищенню продуктивності праці, покращенню самопочуття працівників, зниженню рівня виробничого травматизму та професійної втоми, а також забезпечує безпечне та ефективне функціонування сучасних підприємств.

ВИСНОВКИ

У процесі виконання кваліфікаційної роботи бакалавра на тему «Проект хлібопекарського цеху з виробництва асортименту хлібобулочних виробів підвищеної якості» було розроблено проєкт сучасного хлібопекарського підприємства малої виробничої потужності, діяльність якого спрямована на забезпечення населення якісною та конкурентоспроможною продукцією.

У роботі проведено аналіз доцільності розміщення підприємства в селищі Козова Тернопільської області, досліджено особливості сировинної бази, охарактеризовано канали реалізації готової продукції та обґрунтовано виробничий асортимент. До виробничої програми включено хліб «Деснянський», хліб «Закарпатський» та батон «Студентський», які користуються стабільним попитом серед споживачів і відповідають сучасним вимогам щодо якості та безпечності харчових продуктів.

У результаті проєктування виконано необхідні технологічні розрахунки, обґрунтовано вибір технологічних схем виробництва, підібрано сучасне технологічне обладнання, визначено потребу в основній і допоміжній сировині, а також розраховано виробничі потужності підприємства. Особливу увагу приділено питанням організації технохімічного та метрологічного контролю, що забезпечує стабільність технологічного процесу та відповідність готової продукції вимогам чинної нормативної документації.

Отримані результати підтверджують технологічну, економічну та організаційну доцільність реалізації запропонованого проєкту. Запроєктований хлібопекарський цех здатний забезпечити стабільний випуск якісних хлібобулочних виробів підвищеної якості, ефективно використовувати виробничі ресурси, задовольняти потреби населення та зміцнювати конкурентні позиції підприємства на регіональному ринку хлібобулочної продукції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Антонюк С. С. Енергозбереження та автоматизація в харчовій промисловості. Тернопіль : ТНТУ, 2019.
2. Гусак В. П. Технологічне обладнання хлібопекарських підприємств. Київ : УДУХТ, 2017.
3. Козова [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%B0> (дата звернення 17.03.2026)
4. РЗ-ХПУ-25 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://altuntop.com.ua/ru/catalog/bakery-ovens/podovyye-pechi?gad_source=1&gad_campaignid=24057218140&gbraid=0AAAABA4Q6Xf4iCEeO97QsD-PeE96p4hI9&gclid=EAIaIQobChMIItluNqarmlQMVC1qRBR3V0CMzEAAYASAAEgIjhPD_BwE (дата звернення 19.03.2026)
5. ДСТУ 46.075:2003. Борошно пшеничне. Технічні умови.
6. ДСТУ 4583:2006. Хлібобулочні вироби. Загальні технічні умови.
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. Основи професійної безпеки та здоров'я людини : підручник / В. В. Березуцький та ін. ; за ред. В. В. Березуцького. Харків : НТУ «ХП», 2018. 553 с.
18. Технохімічний контроль виробництва харчової промисловості : курс лекцій / Л. О. Стріха. – Миколаїв : МНАУ, 2022. – 70 с.
19. Безпека життєдіяльності та охорона праці : підручник / В. В. Сокурєнко, О. М. Бандурка, С. М. Бортник та ін. ; за заг. ред. В. В. Сокурєнка ; Харків. нац. ун-т внутр. справ. – Харків : ХНУВС, 2021. – 308с.
20. Цивільна оборона : навч. посіб. / М. А. Кулаков та ін. Харків : НТУ «ХП», 2008. 312 с.