

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: **Проект цеху з виробництва хліба з дієтичними властивостями**

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

(шифр і назва спеціальності)

	<u>Вівчар П.В.</u> (підпис)	<u>Вівчар П.В.</u> (прізвище та ініціали)
Керівник	<u>Бейко Л. А.</u> (підпис)	<u>Бейко Л. А.</u> (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	<u>Дацишин К.Є.</u> (підпис)	<u>Дацишин К.Є.</u> (прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри	<u>Кухтин М.Д.</u> (підпис)	<u>Кухтин М.Д.</u> (прізвище та ініціали)
Рецензент	<u>Величко А.В.</u> (підпис)	<u>Величко А.В.</u> (прізвище та ініціали)

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

Факультет _____ інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)
Кафедра _____ харчової біотехнології і хімії
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

(підпис) _____ (прізвище та ініціали)
« _____ » _____ 2026 р.

З А В Д А Н Н Я НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня _____ Бакалавр
(назва освітнього ступеня)
за спеціальністю _____ 181 «Харчові технології»
(шифр і назва спеціальності)
студентці _____ Вівчару Павлу Васильовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проєкт цеху з виробництва хліба з дієтичними властивостями

Керівник роботи _____ Бейко Людмила Анатолівна, к.т.н. доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «20» січня 2026 року №4/9-19

2. Термін подання студентом завершеної роботи 12.06.2025 р.

3. Вихідні дані до роботи Асортимент;

1)Хліб білково-пшеничний, формовий, масою 0,4 кг;

2)Хліб безбілковий безсольовий, формовий, масою 0,2 кг;

3)Хліб житній діабетичний, формовий, масою 0,4 кг.

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

Техніко-економічне обґрунтування проєкту. Технологічна частина (вибір та обґрунтування технологічних процесів і режимів виробництва продуктів; технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту; розрахунок і витрат 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)

Апаратурно-технологічні схеми виробництва – 2 л. А1

План цеху – 1 л. А1

Поздовжні розрізи – 1 л. А1

Поперечний розріз – 1 л. А1

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Технологічна частина	Бейко Л.А., доц. каф. ХБ		
Техніко-економічне обґрунтування	Бейко Л.А., доц. каф. ХБ		
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці			

7. Дата видачі завдання 11.05.2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	11.05.26 р.	
2	Техніко-економічне обґрунтування	12.05 – 14.05.2026 р.	
3	Технологічна частина	15.05-02.06.2026р.	
	Вибір та обґрунтування технологічних процесів та режимів виробництва	15.05. – 17.05.2026 р.	
	Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту	18.05 – 27.05.2026 р.	
	Технохімічний контроль виробництва продуктів запроєктованого асортименту	28.05 – 29.05.2026 р.	
	Розрахунок витрат і запасів сировини. Розрахунок площ виробничих приміщень	30.05.2026 р.	
	Підбір і розрахунок технологічного обладнання	31.05 - 02.06.2026 р.	
4	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	3.06 – 04.06.2026 р.	
5	Викреслювання аркушів графічної частини	05.06. – 10.06.2026 р.	
6	Висновки. Список використаних інформаційних джерел	11.06.2026 р.	
7	Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки.	11.06.2026 р.	
8	Подача роботи для перевірки на плагіат	до 11.06.2026 р.	
9	Викреслювання аркушів графічної частини	12.06.2026р.	

Студентка

(підпис)

Вівчар П.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Бейко Л.А.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота на тему «Проект цеху з виробництва хліба з дієтичними властивостями» складається зі вступу, трьох розділів, висновків та списку використаних літературних джерел. Загальний обсяг роботи становить 67 сторінок, на яких представлено 25 таблиці та використано 45 формул.

Поставлене завдання передбачає проєктування цеху з виробництва трьох видів хлібобулочних виробів для спеціального дієтичного споживання: хліба білково-пшеничного формового масою 0,4 кг, хліба безбілкового безсольового масою 0,2 кг та хліба житнього діабетичного масою 0,4 кг.

У першому розділі наведено техніко-економічне обґрунтування проєкту: визначено доцільність будівництва цеху та обґрунтовано його потужність на основі розрахунку чисельності населення обслуговуваного регіону, проаналізовано сировинну зону, обґрунтовано асортимент продукції як незаповнену ринкову нішу та визначено канали реалізації. За результатами SWOT-аналізу підтверджено сприятливу ринкову позицію підприємства.

У другому розділі - технологічній частині - обґрунтовано та описано технологічні схеми виробництва трьох виробничих ліній відповідно до ДСТУ-П 4588:2006 та Технологічних інструкцій УКРХЛІБПРОМ. Виконано технологічні розрахунки: складено пофазні та виробничі рецептури на 100 кг борошна, розраховано продуктивність печей, вихід виробів, добові витрати сировини, площі складських приміщень, холодильних камер та складу готової продукції.

У третьому розділі розглянуто питання безпеки життєдіяльності та охорони праці: проаналізовано вплив діяльності підприємства на довкілля, наведено заходи долікарської допомоги при харчових отруєннях та протипожежні заходи у технологічному процесі виробництва.

ЗМІСТ

	ст.
ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	8
1.1 Техніко-економічна характеристика підприємства.....	8
1.2 Обґрунтування асортименту продукції	11
1.3 Характеристика сировинної зони	12
1.4 Характеристика каналів реалізації продукції.....	13
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	14
2.1 Вибір та обґрунтування технологічних процесів й режимів виробництва продуктів запроєктованого асортименту.....	14
2.1.1 Нормативні показники продуктів запроєктованого асортименту ..	16
2.1.2 Вибір та обґрунтування технологічних схем	18
2.1.3 Характеристика сировини та допоміжних матеріалів	19
2.1.4 Опис технологічного процесу продуктів запроєктованого асортименту.....	21
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	29
2.2.4 Розрахунок виходу виробу.....	32
2.2.5 Розрахунок виробничих рецептур та вибір технологічних параметрів.....	37
2.3 Розрахунок витрат і запасів сировини	42
2.4 Розрахунок площ основних та допоміжних приміщень	46
2.5 Підбір та розрахунок технологічного обладнання	48
2.6 Технохімічний контроль виробництва продуктів запроєктованого асортименту	53
РОЗДІЛ 3. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	56
3.1 Надзвичайні ситуації екологічного характеру	56

3.2 Контроль за станом охорони праці та безпеки життєдіяльності	58
ВИСНОВКИ	63
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	65

ВСТУП

Одним із пріоритетних завдань сучасної харчової промисловості є забезпечення населення спеціалізованими продуктами для осіб з особливими дієтичними потребами. Хлібобулочні вироби для спеціального дієтичного споживання - безбілкові, безсольові та з пониженим глікемічним індексом - є незамінними для пацієнтів з хронічними захворюваннями нирок, серцево-судинними патологіями та цукровим діабетом. За даними МОЗ України, кількість офіційно зареєстрованих хворих на цукровий діабет перевищує 500 тис. осіб, а реальна поширеність захворювання є значно вищою [10]. Для цієї категорії споживачів спеціалізований хліб є не довільним вибором раціону, а медичною необхідністю, що формує стабільний попит незалежно від кон'юнктури ринку.

В умовах воєнного стану попит на вироби дієтичного призначення виявився стійкішим до кризових чинників, ніж попит на масові сорти хліба, оскільки споживачі з хронічними захворюваннями не мають альтернативи такій продукції. Тернопільська область, попри розвинену борошномельну базу, не має спеціалізованих виробників дієтичного хліба. Пропоную використати даний проєкт для виробничої бази ПП «Вівчар П.В.». Приміське розташування с. Великі Гаї за 8 км від м. Тернополя та наявна виробнича база ПП «Вівчар П.В.» створюють сприятливі передумови для організації тут такого виробництва.

Метою кваліфікаційної роботи є розроблення проєкту цеху з виробництва хліба з дієтичними властивостями.

Для досягнення поставленої мети вирішено такі завдання:

- здійснити техніко-економічне обґрунтування та охарактеризувати місце розташування підприємства, сировинну зону й канали реалізації продукції;
- обґрунтувати асортимент із трьох видів виробів для спеціального дієтичного споживання за ДСТУ-П 4588:2006 [11];
- розробити технологічні схеми та описати технологічний процес виробництва відповідно до ТІ УКРХЛІБПРОМ [6];
- виконати технологічні розрахунки: рецептури, вихід виробів, витрати і запаси сировини, підбір печей та площі приміщень;

підібрати та розрахувати технологічне обладнання трьох виробничих ліній;
розробити систему технохімічного контролю та заходи з безпеки життєдіяльності й охорони праці.

Для проєктування я приймаю виробничий цех хлібобулочних виробів для спеціального дієтичного споживання у складі ПП «Вівчар П.В.». Предметом проєктування є технологічні схеми, розрахунки та організаційно-технічні рішення, що забезпечують виробництво хліба білково-пшеничного, хліба безбілкового безсольового та хліба житнього діабетичного відповідно до чинних нормативних документів.

Практичне значення роботи полягає у тому, що розроблені технологічні схеми, розрахункова документація та специфікація обладнання є готовими до практичного застосування і можуть бути використані як основа для реалізації будівництва цеху та забезпечення населення Тернопільського регіону продукцією спеціального дієтичного призначення [8, 11].

1 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

1.1 Техніко -економічна характеристика підприємства

Хлібопекарська галузь традиційно посідає вагоме місце у харчовій промисловості України. В Україні раціональна норма споживання хліба становить 101 кг на одну особу на рік, що закладено у показники продовольчого споживання населення [1]. Для обґрунтування потужності проєктованого цеху визначаємо річний обсяг виробництва продукції за методикою технологічного проєктування хлібопекарських підприємств [2].

У рамках кваліфікаційної роботи передбачається проєктування цеху з виготовлення дієтичного хліба на базі ПП «Вівчар П.В.» у с. Великі Гаї Тернопільського району Тернопільської області. Проєктований цех призначений для виробництва хлібобулочних виробів для спеціального дієтичного споживання.

Місцем розташування підприємства обрано с. Великі Гаї, яке є адміністративним центром Великогаївської сільської територіальної громади. Громада розташована у безпосередній близькості до м. Тернополя, що є важливою перевагою для підприємства хлібопекарської галузі. Близькість до обласного центру забезпечує доступ до широкого ринку збуту, медичних закладів, аптечних мереж, закладів громадського харчування та роздрібної торгівлі.

Великогаївська територіальна громада має вигідне географічне положення, розвинене транспортне сполучення та зручний доступ до основних автомобільних шляхів Тернопільського району. Це дає змогу забезпечити своєчасне постачання сировини та швидке транспортування готової продукції до споживачів. Для хлібопекарського підприємства цей чинник є особливо важливим, оскільки хлібобулочні вироби мають обмежений термін реалізації та повинні надходити до споживача у свіжому вигляді.

Проєктований цех передбачається розмістити в одноповерховій виробничій будівлі із сіткою колон 6×6 м. Площа виробничого цеху становить 840 м². Техніко-економічне обґрунтування проєкту передбачає оцінку ринкової доцільності створення цеху, аналіз сильних і слабких сторін підприємства, можливостей

розвитку та потенційних загроз. Для цього виконуємо SWOT-аналіз проєктованого цеху.

Таблиця 1.1 – SWOT-аналіз проєктованого підприємства

Сильні сторони	Слабкі сторони
Спеціалізація на виробництві хліба для дієтичного споживання; Вигідне розташування поблизу м. Тернополя; Наявність трьох окремих технологічних ліній; Можливість швидкої доставки продукції у межах Тернопільського району; Соціальна значущість продукції для споживачів з особливими харчовими потребами.	Вузька цільова аудиторія споживачів; Вища собівартість спеціалізованих виробів порівняно з масовими сортами хліба; Потреба у суворому контролі якості та санітарно-гігієнічного стану; Обмежений термін реалізації готової продукції; Залежність від стабільності постачання спеціалізованої сировини;
Можливості	Загрози
Зростання попиту на продукцію здорового та спеціального харчування; Співпраця з аптечними мережами, медичними закладами та магазинами здорового харчування; Розширення асортименту дієтичних і функціональних хлібобулочних виробів; Постачання продукції у Великогаївську громаду, м. Тернопіль та прилеглі населені пункти; Формування партнерської мережі з лікувально-профілактичними установами;	Загрози Коливання цін на борошно, крохмаль, дріжджі, енергоносії та іншу сировину; Посилення конкуренції з боку великих хлібопекарських підприємств; Зниження купівельної спроможності населення; Перебої з електропостачанням в умовах воєнного стану; Посилення нормативних вимог до виробництва продукції спеціального дієтичного споживання;

За результатами SWOT-аналізу можна зробити висновок, що проєктований цех має сприятливі передумови для розвитку. Основними перевагами підприємства є вигідне розташування поблизу м. Тернополя, спеціалізація на дієтичному асортименті, можливість швидкого збуту продукції та соціальна значущість виробів. До основних ризиків належать залежність від вартості сировини й енергоносіїв, обмежений термін реалізації продукції та необхідність постійного контролю якості.

Підприємство працює у дві зміни, 5 днів на тиждень. Кількість робочих днів за рік приймаємо 260, відповідно кількість змін за рік становить 520. Добова потужність цеху - 2400 кг/добу, отже продуктивність за одну зміну становить 1200кг.

Річний обсяг виробництва продукції визначаємо за формулою [2]:

$$П = П_{зм} \times K_{зм} \quad (1.1)$$

де $П$ – річний обсяг виробництва продукції, кг/рік;

$П_{зм}$ – кількість готової продукції за одну зміну, кг;

$K_{зм}$ – кількість робочих змін за рік.

$$П = 1200 \times 520 = 624000 \text{ кг/рік.}$$

Отже, річний обсяг виробництва дієтичного хліба становить 624000 кг.

Чисельність населення, яку може забезпечити продукцією проєктований цех, визначаємо за формулою [2]:

$$Ч_{м} = \frac{П}{М} \quad (1.2)$$

де $Ч_{м}$ – чисельність населення, яку може забезпечити підприємство, осіб;

$П$ – річний обсяг виробництва продукції, кг/рік;

$Н$ – раціональна норма споживання хліба на одну особу за рік, кг.

$$Ч_{м} = \frac{624000}{101} = 6178 \text{ особа.}$$

Отриманий результат свідчить, що за нормативним рівнем споживання проєктований цех може забезпечити хлібобулочною продукцією близько 6178 особи. Оскільки підприємство спеціалізується на виробництві дієтичного хліба, його продукція не обмежується лише населенням с. Великі Гаї. Основними споживачами будуть мешканці Великогаївської громади, м. Тернополя та прилеглих населених пунктів, які потребують спеціального дієтичного харчування.

З урахуванням аналізу місця розташування можна стверджувати, що с. Великі Гаї є доцільним місцем для проєктування цеху з виробництва дієтичного хліба. Територія має вигідне приміське положення, транспортну доступність, близькість до ринку збуту та можливість налагодження співпраці з торговельними, аптечними й медичними закладами Тернопільського району.

Будівництво цеху з виробництва хліба з дієтичними властивостями сприятиме забезпеченню населення якісною спеціалізованою продукцією, створенню додаткових робочих місць, розвитку малого підприємництва та підвищенню продовольчої забезпеченості регіону. Крім того, виробництво дієтичного хліба має важливе соціальне значення, оскільки така продукція

призначена для людей, які потребують особливого харчування за медичними показаннями.

Отже, розміщення ПП «Вівчар П.В.» у с. Великі Гаї Тернопільського району є обґрунтованим з технологічної, економічної та соціальної точок зору. Обрана площа цеху 840 м² забезпечує можливість раціонального планування виробничих зон, розміщення трьох технологічних ліній, допоміжного обладнання, складування сировини та організації руху готової продукції. Проектований цех має перспективи стабільної роботи за рахунок орієнтації на спеціалізований дієтичний асортимент і близькості до основного ринку збуту - Тернопільської агломерації.

1.2 Обґрунтування асортименту продукції

Вибір асортименту підприємства базується на аналізі незадоволеного попиту в сегменті хліба з дієтичними властивостями. За даними аналітичних досліджень ринку, частка спеціалізованих дієтичних виробів у загальному виробництві хлібобулочної продукції в Україні не перевищує 0,15 % [9].

Відсутність спеціалізованих виробників дієтичного хліба у Тернопільському регіоні формує природні конкурентні переваги для нового підприємства. Обраний напрям виробництва є актуальним, оскільки більшість хлібопекарських підприємств регіону орієнтована переважно на традиційний асортимент, тоді як продукція для спеціального дієтичного споживання представлена обмежено.

Цільову аудиторію підприємства складають три групи споживачів з медичними показаннями. Перша група - особи з патологіями нирок та порушенням білкового обміну, для яких призначений хліб білково-пшеничний. Друга група - пацієнти з хронічною нирковою недостатністю та серцево-судинними захворюваннями, яким необхідне безсольове харчування; для цієї категорії споживачів передбачено хліб безбілковий безсольовий. Третя група - хворі на цукровий діабет, для яких доцільним є виробництво хліба житнього діабетичного. За даними Міністерства охорони здоров'я України, кількість

офіційно зареєстрованих хворих на цукровий діабет перевищує 500 тис. осіб, а реальна поширеність захворювання, на думку фахівців, є вищою у 2–3 рази [10].

Запроєктований асортимент включає три найменування хлібобулочних виробів для спеціального дієтичного споживання відповідно до чинного стандарту [11]:

хліб білково-пшеничний формовий, масою 0,4 кг;

хліб безбілковий безсольовий формовий, масою 0,2 кг;

хліб житній діабетичний формовий, масою 0,4 кг.

Отже, вибір асортименту продукції є обґрунтованим, оскільки він враховує потреби споживачів з особливими харчовими вимогами, відповідає напряду проєктованого виробництва та дає можливість підприємству зайняти спеціалізовану нішу на ринку хлібобулочних виробів Тернопільського регіону.

1.3 Характеристика сировинної зони

Тернопільська область входить до провідних зернових регіонів України з щорічним збором зернових культур понад 3,5 млн тонн, що забезпечує розвинену базу для місцевої борошномельної промисловості. Це є суттєвою перевагою для розміщення хлібопекарського підприємства у даному регіоні [3].

Основним постачальником борошна пшеничного вищого сорту та борошна житнього оббивного визначено ТОВ «Терноцвіт» - переробне підприємство з понад 15-річним досвідом, розташоване приблизно за 10 км від Тернополя. Підприємство має власний елеватор місткістю близько 1500 т та здійснює закупівлю зерна у господарств Тернопільської, Хмельницької та Вінницької областей. Альтернативним джерелом постачання борошна є ПрАТ «Рівне Борошно» - один з найбільших постачальників борошна у Західному регіоні України [3]. Якість борошна повинна відповідати вимогам чинних стандартів [4].

Крохмаль кукурудзяний і пшеничний, клейковина пшенична волога, сорбіт харчовий та інші спеціалізовані інгредієнти постачаються від дистриб'юторів харчової сировини м. Тернополя. Пресовані хлібопекарські дріжджі закупаються у регіональних дилерів компаній Lesaffre Ukraine або Lallemand та

повинні відповідати вимогам стандарту [5]. Відповідно до технологічних інструкцій УКРХЛІБПРОМ, дріжджі зберігають за температури 0...+4 °С не більше 3 діб та перед використанням розводять у теплій воді (28–32 °С) у співвідношенні 1:3–1:4 [6].

Усі поставки сировини здійснюються закритим автотранспортом відповідно до санітарних вимог [7]. Кожна партія сировини супроводжується якісним посвідченням та протоколом акредитованої лабораторії відповідно до вимог системи управління безпечністю харчових продуктів НАССР [8].

1.4 Характеристика каналів реалізації продукції

Канали реалізації продукції для хлібопекарського цеху є ключовим аспектом, що впливає на ефективність бізнесу та доступність продукції для споживачів. Вибір каналів реалізації визначається як характеристиками продукції, так і потребами цільової аудиторії.

Власні магазини та кіоски. Відкриття власного магазину або кіоска безпосередньо на території цеху або в центрі населеного пункту дає змогу продавати свіжу продукцію без посередників та підтримувати прямий контакт зі споживачем.

Магазини здорового харчування. Оскільки цех виробляє спеціалізовані дієтичні види хліба, такі магазини є доцільними партнерами, адже їхні клієнти орієнтовані на здорове та спеціальне харчування.

Лікувально-профілактичні та аптечні заклади. Постачання дієтичного хліба до медичних установ, санаторіїв та аптечних мереж забезпечує цільовий контакт із споживачами, яким продукція рекомендована за медичними показаннями.

Заклади ресторанного господарства. Кафе, їдальні та ресторани можуть бути зацікавлені у закупівлі спеціальних видів хліба для дієтичного меню, що дає змогу збільшити обсяг реалізації.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

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

Вибір технологічних процесів виробництва хлібобулочних виробів спеціального дієтичного призначення здійснювався з урахуванням особливостей рецептурного складу, фізико-хімічних властивостей сировини, вимог до якості готової продукції, а також необхідності забезпечення стабільності технологічного процесу та високої продуктивності підприємства. При розробленні технологічних схем враховували сучасні досягнення хлібопекарської галузі, чинні нормативні документи та особливості виробництва дієтичних хлібобулочних виробів.

До асортименту запроєктованого цеху входять хліб білково-пшеничний формовий масою 0,4 кг, хліб безбілковий безсольовий масою 0,2 кг та хліб житній діабетичний масою 0,4 кг. Кожний із виробів має специфічний склад рецептури, що зумовлює застосування різних технологічних режимів приготування тіста, його дозрівання, формування та випікання.

Для виробництва хліба білково-пшеничного формового доцільно застосовувати безопарний спосіб приготування тіста. Цей спосіб характеризується простотою організації технологічного процесу, скороченням тривалості виробничого циклу, зменшенням кількості технологічного обладнання та економним використанням виробничих площ. Всі рецептурні компоненти одночасно завантажують у тістомісильну машину, після чого здійснюють замішування до отримання однорідної еластичної маси. Початкова температура тіста повинна становити 28–30 °С. Тривалість замішування залежить від типу обладнання та інтенсивності оброблення і, як правило, становить 8–10 хвилин.

Після замішування тісто залишають для бродіння у діжі протягом 60–90 хвилин при температурі 28–30 °С. За цей час відбувається накопичення вуглекислого газу, формування структури клейковинного каркаса та розвиток смакових і ароматичних властивостей майбутнього виробу. Після завершення

бродіння тісто ділять на заготовки встановленої маси, формують, укладають у хлібні форми та направляють на остаточне вистоювання.

Остаточне вистоювання проводять у шафі при температурі 35–38 °С та відносній вологості повітря 75–85 %. Його тривалість становить 45–60 хвилин залежно від активності дріжджів та властивостей тіста. Випікання здійснюють у хлібопекарській печі при температурі 210–230 °С протягом 28–35 хвилин. Після випікання хліб охолоджують до температури навколишнього середовища, після чого направляють на пакування.

Для виробництва хліба безбілкового безсольового використовують безопарний спосіб приготування тіста з урахуванням відсутності у рецептурі традиційних білкових компонентів та кухонної солі. Оскільки таке тісто характеризується нижчою газоутримувальною здатністю та меншою механічною міцністю, особливу увагу приділяють точності дозування компонентів, інтенсивності замішування та підтриманню оптимальної вологості тіста.

Замішування проводять до отримання пластичної рівномірної маси протягом 10–12 хвилин. Температура тіста після замішування повинна становити 28–30 °С. Бродіння триває 40–60 хвилин, після чого тісто направляють на поділ, округлення або формування заготовок відповідно до виду виробу. Остаточне вистоювання здійснюють при температурі 35–37 °С і відносній вологості 75–80 % протягом 35–45 хвилин. Випікання проводять при температурі 200–220 °С протягом 20–25 хвилин, що забезпечує формування рівномірно пропеченої м'якушки та тонкої скоринки.

Хліб житній діабетичний доцільно виготовляти двофазним способом із використанням густої житньої закваски. Застосування закваски є необхідним, оскільки житнє борошно містить значну кількість активних амілолітичних ферментів і недостатню кількість клейковинних білків, що потребує підвищення кислотності тіста для стабілізації його структури. Крім того, закваска сприяє формуванню характерного смаку, аромату, поліпшенню пористості, збільшенню терміну зберігання виробів та уповільненню розвитку картопляної хвороби хліба.

На першій стадії готують густу закваску шляхом змішування житнього борошна, води та заквасочної культури. Закваску залишають для дозрівання при

температурі 28–30 °С протягом 3,5–4,5 годин до досягнення необхідної кислотності. Після дозрівання закваску використовують для замішування тіста із внесенням решти компонентів рецептури.

Замішування тіста триває 8–10 хвилин, після чого його залишають для бродіння на 40–60 хвилин. Після дозрівання тісто подають на поділ, формування та остаточне вистоювання. Вистоювання проводять при температурі 35–38 °С та відносній вологості 75–85 % протягом 45–60 хвилин. Випікання здійснюють при температурі 220–240 °С протягом 35–45 хвилин. Після завершення випікання готові вироби охолоджують, контролюють їх якість, пакують та направляють на зберігання або реалізацію.

Обрані технологічні процеси забезпечують раціональне використання сировини, стабільність перебігу виробництва, високу якість готових виробів та відповідність їх органолептичних, фізико-хімічних і мікробіологічних показників вимогам нормативної документації. Застосування безопарного способу для пшеничних виробів дозволяє скоротити тривалість технологічного циклу та знизити виробничі витрати, тоді як використання густої житньої закваски під час виробництва житнього діабетичного хліба забезпечує необхідну кислотність тіста, покращує структуру м'якушки, смак, аромат і підвищує стійкість готової продукції під час зберігання.

2.1.1 Нормативні показники продуктів запроєктованого асортименту

Запроєктований асортимент включає три види хлібобулочних виробів для спеціального дієтичного споживання: хліб білково-пшеничний формовий масою 0,4 кг, хліб безбілковий безсольовий формовий масою 0,2 кг та хліб житній діабетичний формовий масою 0,4 кг. Вироби повинні відповідати вимогам чинного стандарту [11], технологічним інструкціям УКРХЛІБПРОМ та нормативним документам щодо якості, безпечності, пакування, маркування, транспортування і зберігання хлібобулочних виробів [6].

Нормативні показники продуктів - це сукупність органолептичних, фізико-хімічних і мікробіологічних характеристик, за якими визначають відповідність

готового виробу вимогам стандарту та технологічної інструкції. До основних показників якості належать форма виробу, стан поверхні, колір скоринки, стан м'якушки, смак, запах, маса виробу, вологість, кислотність і пористість.

Органолептичні показники готових виробів повинні бути характерними для відповідного виду хліба. Форма виробів має бути правильною, без значних деформацій; поверхня - без великих тріщин і підривів; колір скоринки - рівномірний, властивий конкретному виробу; м'якушка - пропечена, не липка, без слідів непромісу; смак і запах - властиві даному виду хліба, без сторонніх присмаків і запахів.

Для хліба білково-пшеничного формового маса одного виробу становить 0,4 кг. Вологість м'якушки повинна бути не більше 50 %, кислотність - не більше 3,0 град, пористість - не менше 60 %. Особливу увагу під час контролю якості цього виробу приділяють рівномірності структури м'якушки, пружності виробу та відсутності пустот, що можуть виникати при неправильному обминанні тіста [11].

Для хліба безбілкового безсольового формового маса одного виробу становить 0,2 кг. Вологість м'якушки повинна бути не більше 54 %, кислотність - не більше 2,0 град, пористість - не менше 50 %. Додатковою обов'язковою вимогою для цього виробу є відсутність кухонної солі у готовому продукті, оскільки він призначений для споживачів, яким рекомендовано безсольове харчування [11].

Для хліба житнього діабетичного формового маса одного виробу становить 0,4 кг. Вологість м'якушки повинна бути не більше 52 %, кислотність - не більше 12,0 град, пористість - не менше 48 %. Для цього виробу важливими є дотримання режиму приготування закваски, контроль кислотності напівфабрикатів та забезпечення рівномірної структури м'якушки [11].

Мікробіологічні показники готових виробів повинні відповідати санітарно-гігієнічним вимогам до харчових продуктів. Не допускається наявність сторонніх домішок, ознак мікробіологічного псування, плісняви, затхлого запаху чи непритаманного присмаку. Контроль нормативних показників здійснюють під час приймання сировини, ведення технологічного процесу та оцінювання якості готової продукції [6].

2.1.2 Вибір та обґрунтування технологічних схем

Вибір технологічних схем для запроєктованого асортименту здійснюється з урахуванням рецептурного складу виробів, дієтичного призначення продукції, способу приготування тіста, режимів бродіння, вистоювання і випікання, а також необхідності розділення технологічних потоків. Основною метою проектування є організація спеціалізованого цеху з виробництва дієтичного хліба, тому технологічні схеми повинні забезпечувати стабільну якість виробів і запобігати перехресному забрудненню сировини та напівфабрикатів [6].

У проєктованому цеху передбачено три технологічні лінії. Перша лінія призначена для виробництва хліба білково-пшеничного формового. Друга лінія використовується для виробництва хліба безбілкового безсольового формового. Третя лінія призначена для виробництва хліба житнього діабетичного формового. Усі лінії мають спільну підготовчу зону для приймання, зберігання, просіювання та дозування сировини, але основні операції виробництва виконуються окремо.

Підготовча зона включає приймальний лоток борошна ХШП (л.1–3, позн.1), силоси для безтарного зберігання борошна ХЕ-160А (л.1–3, позн.2), просіювач ПВГ-600М (л.1–3, позн.4), автоматичні ваги КСД2-203 (л.1–3, позн.6) та дозувальну станцію Ш2-ХДМ (л.1–3, позн.7), що забезпечують приймання, зберігання та підготовку борошна до виробництва.

Для хліба білково-пшеничного формового обрано безопарний спосіб приготування тіста. Такий спосіб є доцільним, оскільки рецептура виробу передбачає використання пшеничного борошна та пшеничної клейковини, а технологічний процес потребує рівномірного змішування всіх компонентів і контролю температури тіста. Замішування тіста здійснюється у тістомісильній машині А2-ХТЗБ (л.1, позн.13), після чого тісто бродить, формується, розстоюється, випікається та охолоджується [6].

Для хліба безбілкового безсольового формового обрано безопарний прискорений спосіб приготування тіста. Це пояснюється особливістю рецептури, у якій основну частку становить крохмаль, а кухонна сіль повністю відсутня.

Через відсутність повноцінного клейковинного каркасу важливим є правильне внесення желуючих і розпушувальних компонентів, швидке замішування у тістомісильній машині А2-ХТМ (л.2, позн.20) та чітке дотримання режимів розстоювання і випікання [6].

Для хліба житнього діабетичного формового обрано спосіб приготування тіста на густій заквасці. Використання закваски є доцільним для житніх виробів, оскільки забезпечує накопичення необхідної кислотності, покращує смак і аромат хліба, сприяє формуванню структури м'якушки та підвищує якість готового виробу. Тісто готують у тістомісильній машині А2-ХТЗБ (л.3, позн.13), а закваску у заварювальній машині ХЗ-2М-300 (л.3, позн.22) [6].

Обрані технологічні схеми відповідають запроєктованому асортименту та дозволяють організувати виробництво у межах цеху площею 840 м². Таке планування дає змогу розмістити обладнання трьох виробничих ліній, забезпечити послідовний рух сировини, напівфабрикатів і готової продукції, також створити належні умови для технохімічного контролю на основних стадіях виробництва.

2.1.3 Характеристика сировини та допоміжних матеріалів

Сировина та допоміжні матеріали, що використовуються для виробництва хлібобулочних виробів для спеціального дієтичного споживання, повинні відповідати вимогам чинних нормативних документів, технологічних інструкцій УКРХЛІБПРОМ і санітарно-гігієнічним вимогам до харчової сировини. Кожна партія сировини, яка надходить на підприємство, повинна супроводжуватися документами, що підтверджують її якість і безпечність [6, 7].

Борошно пшеничне вищого сорту використовується для виробництва хліба білково-пшеничного формового. Воно повинно відповідати вимогам чинного стандарту, мати властивий колір, запах і смак, не містити сторонніх домішок та ознак псування [4]. Борошно зберігається безтарно у силосах ХЕ-160А (л.1, позн.2), а перед використанням просіюється на просіювачі ПВГ-600М (л.1, позн.4)

і пропускається через магнітні уловлювачі для видалення металоманітних домішок.

Борошно житнє оббивне застосовується у виробництві хліба безбілкового безсольового та хліба житнього діабетичного. Житнє борошно має підвищену ферментативну активність і кислотність порівняно з пшеничним, тому під час його використання важливо контролювати якість сировини, вологість, кислотність і умови зберігання [4]. Перед подачею у виробництво житнє борошно просіюють на просіювачі ПВГ-600М (л.2–3, позн.4) і пропускають через магнітні установки.

Клейковина пшенична волога є основним компонентом рецептури хліба білково-пшеничного. Вона забезпечує формування білкового каркасу тіста та впливає на структуру готового виробу. Клейковину відмивають заздалегідь, зберігають у холодній воді до моменту використання і вносять у тісто разом з іншими компонентами рецептури.

Крохмаль кукурудзяний сухий є основною сировиною для виробництва хліба безбілкового безсольового. Він повинен відповідати вимогам стандарту, бути сухим, сипким, без стороннього запаху та присмаку [12]. Перед використанням крохмаль просіюють, зважують і подають на замішування тіста. Особливістю цієї сировини є відсутність клейковини, тому для формування структури тіста використовують додаткові компоненти.

Дріжджі хлібопекарські пресовані використовуються на всіх трьох виробничих лініях для розпушення тіста. Перед внесенням у тісто їх розводять у теплій воді та готують дріжджову суспензію. Дріжджі повинні мати властивий запах, щільну консистенцію, рівномірний колір і відповідати вимогам нормативної документації [5].

Сіль кухонна використовується тільки у тих рецептурах, де вона передбачена технологічною інструкцією, і повинна відповідати вимогам чинного стандарту [13]. Для хліба безбілкового безсольового сіль не застосовується, тому на цій лінії необхідно забезпечити окреме маркування інвентарю та виключити потрапляння солі у сировину або напівфабрикати.

До допоміжної сировини належать цукор [14], олія соняшникова рафінована [15], патока, натрій двовуглекислий, пектин харчовий, пшеничні висівки та вода питна [16]. Олія покращує структуру м'якушки і використовується також для змащування форм. Натрій двовуглекислий застосовується як хімічний розпушувач у виробництві хліба безбілкового безсольового. Пектин сприяє формуванню зв'язаної структури тіста за відсутності клейковинного каркасу. Висівки пшеничні використовуються у виробництві хліба житнього діабетичного як джерело харчових волокон.

Вода питна застосовується для замішування тіста, приготування дріжджової суспензії, розчинів і напівфабрикатів. Вона повинна бути прозорою, без стороннього запаху та присмаку, відповідати санітарно-гігієнічним вимогам за фізико-хімічними і мікробіологічними показниками [16]. Температура води підбирається залежно від заданої температури тіста або закваски.

2.1.4 Опис технологічного процесу продуктів запроєктованого асортименту

Технологічний процес виробництва хлібобулочних виробів для спеціального дієтичного споживання включає послідовні стадії: приймання і підготовку сировини, дозування компонентів, замішування тіста або приготування закваски, бродіння, поділ або укладання тістових заготовок у форми, розстоювання, випікання, охолодження, пакування та передавання готової продукції до хлібосховища. Параметри технологічного процесу встановлюють відповідно до технологічних інструкцій на кожен вид виробу [6].

Виробництво хліба білково-пшеничного формового починається з підготовки пшеничного борошна, клейковини, дріжджової суспензії, розчину солі та іншої сировини. Борошно подається із силосу ХЕ-160А (л.1, позн.2), просіюється на просіювачі ПВГ-600М (л.1, позн.4) і пропускається через магнітні установки. Клейковину відмивають за 8–10 год до початку виробництва і зберігають у холодній воді до використання. Дріжджі та сіль попередньо розчиняють у воді.

Тісто для хліба білково-пшеничного готують безопарним способом у тістомісильній машині А2-ХТЗБ (л.1, позн.13). Під час замішування клейковину змішують з усією сировиною за рецептурою. Тривалість замішування становить 10–12 хв, температура тіста повинна бути в межах 24–26 °С. Бродіння тіста триває 3–4 год. У процесі бродіння здійснюють обминання для рівномірного розподілу дріжджів і видалення надлишкового вуглекислого газу.

Після бродіння тісто формують на столі, змоченому водою, укладають у форми Л7 і направляють на розстоювання. Розстоювання проводять у вистоювальній шафі Т1-ХРЗ-80 (л.1, позн.16) протягом 40–60 хв за температури 35–40 °С та відносної вологості 75–85 %. Перед посадкою в піч тістові заготовки наколюють. Випікання здійснюють у печі А2-ХПК-25 (л.1, позн.17) за температури 230–235 °С протягом 40–45 хв. Після випікання вироби охолоджують та укладають у контейнери А2-ХВЛ (л.1, позн.19) за допомогою укладача А2-ХМХ-1 (л.1, позн.18) [6].

Виробництво хліба безбілкового безсольового формового здійснюється безопарним прискореним способом. Основною сировиною є кукурудзяний крохмаль, до якого додають житнє оббивне борошно та допоміжні компоненти згідно з рецептурою. Сіль у рецептурі повністю відсутня. Крохмаль і борошно просіюють на просіювачі ПВГ-600М (л.2, позн.4), соду харчову розчиняють у мінімальній кількості води, а пектин вносять у сухому вигляді у суміш з борошном.

Заміс тіста для хліба безбілкового безсольового здійснюють у тістомісильній машині А2-ХТМ (л.2, позн.20) протягом 7–9 хв. Початкова температура тіста становить 26–27 °С, вологість тіста - близько 49–50 %. Бродіння триває 50–60 хв. Готовність тіста визначають за кислотністю та органолептичними ознаками. Поділ тіста і укладання заготовок у форми Л11 здійснюють з урахуванням маси тістової заготовки 225 г.

Розстоювання тістових заготовок хліба безбілкового безсольового проводять у вистоювальній шафі Т1-ХРЗ-80 (л.2, позн.16) протягом 30–40 хв за температури 35–38 °С та відносної вологості 80–85 %. Випікання здійснюють у печі А2-ХПК-25 (л.2, позн.17) за температури 200–220 °С протягом 35–40 хв.

Після випікання готові вироби охолоджують, укладають у тару та передають до хлібосховища. На цій лінії особливо важливо дотримуватися маркування інвентарю та обладнання, щоб запобігти потраплянню солі у продукт [6].

Виробництво хліба житнього діабетичного формового здійснюється на густій заквасці. Для приготування закваски у заварювальну машину ХЗ-2М-300 (л.3, позн.22) вносять 25 кг закваски попереднього приготування (на поновлення), 15,2 кг житнього оббивного борошна, 9,8 кг води та розведені у воді пресовані дріжджі. Усе ретельно перемішують і замішують закваску. Замішану закваску ставлять на бродіння за температури 28–30 °С протягом 180–240 хв. Готовність закваски визначають за кислотністю 9–12 град і органолептичними показниками. Готову закваску ділять на порції: частину залишають для поновлення наступного циклу, а решту направляють на приготування тіста.

Тісто для хліба житнього діабетичного замішують у тістомісильній машині А2-ХТЗБ (л.3, позн.13). До діжі вносять готову закваску, воду, пшеничні висівки, дріжджову суспензію та іншу сировину згідно з рецептурою, після чого додають житнє оббивне борошно (74,8 кг із загальних 90 кг, оскільки 15,2 кг борошна вже внесено із закваскою) і замішують тісто до однорідної маси. Тривалість замішування становить 12–15 хв, температура тіста - 28–30 °С. Бродіння тіста триває 90–120 хв.

Тістові заготовки для хліба житнього діабетичного укладають у форми Л11 без округлення, оскільки житнє тісто має підвищену липкість і пластичність. Маса тістової заготовки становить 466 г. Розстоювання проводять у вистоювальній шафі Т1-ХРЗ-80 (л.3, позн.16) протягом 50–70 хв за температури 35–40 °С та відносної вологості 80–85 %. Випікання здійснюють у печі А2-ХПК-25 (л.3, позн.17) за температури 200–240 °С протягом 55–60 хв. Після випікання вироби охолоджують, укладають у тару та передають до хлібосховища [6].

2.2 Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту

2.2.1 Таблиця вихідних даних для розрахунку запроєктованого асортименту

Технологічні розрахунки для трьох виробничих ліній проєктованого цеху виконано за методикою технологічних розрахунків хлібопекарського виробництва [2]. Вихідні дані базуються на технологічних параметрах ТІ УКРХЛІБПРОМ та нормативних показниках чинного стандарту на вироби для спеціального дієтичного споживання [6, 11]. Режим роботи підприємства - двозмінний, 5 днів на тиждень, тривалість ефективної роботи лінії за добу - 16 год. Вихідні дані для проведення розрахунків наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Вихідні дані для технологічних розрахунків [2, 6, 11]

Показники і параметри, одиниці виміру	Умовні позн.	Значення показників і параметрів		
		Хліб білково-пшеничний	Хліб безбілковий безсольовий	Хліб житній діабетичний
1	2	3	4	5
Стандарт на готові вироби та показники якості		ТІУ 3036/3:2007	ТІУ 3036/1:2007	ТІУ 3036/6:2007
Показники якості виробів:				
Маса виробу, кг	Гвир	0,40	0,20	0,40
Вологість м'якушки, %, не більше	Wв	50	54	52
Кислотність, град, не більше	К	3,0	2,0	12,0
Пористість, %, не менше	П	60	50	48
Спосіб приготування тіста	–	безопарний	безопарний прискорений	опарний (закваска)
Рецептура на 100 кг борошна, кг				
Борошно пшеничне вищого сорту	Гб.пш	25,0	–	–
Борошно житнє оббивне	Гб.ж	–	7,6	90,0
Крохмаль кукурудзяний сухий	Гкр	–	91,4	–
Клейковина пшенична сира	Гкл	75,0	–	–
Висівки пшеничні	Гвис	–	–	10,0
Закваска густа житня	Гзак	–	–	50,0
Дріжджі хлібопекарські пресовані	Гдр	3,0	1,0	0,5

Показники і параметри, одиниці виміру	Умовні позн.	Значення показників і параметрів		
		Хліб білково-пшеничний	Хліб безбілковий безсольовий	Хліб житній діабетичний
Сіль кухонна харчова	Gc	0,75	—	—
Цукор-пісок	Gц	—	3,0	—
Олія соняшникова рафінована	Go	3,0	1,0	—
Сода харчова / патока / пектин	—	—	16,0 / 1,3 / 3,8	—
Основні показники технологічних режимів				
Вологість тіста, %	W _T	49,0	49,5	51,0
Тривалість бродіння тіста, хв	T _T	180–240	50–60	90–120
Тривалість вистоювання, хв	T _{вис}	40–60	30–40	50–70
Тривалість випікання, хв	T _{вип}	40–45	35–40	55–60
Температура випікання, °C	t _{вип}	230–235	200–220	200–240
Концентрація розчину солі, %	C _{с.р}	25	—	—
Марка печі	—	A2-ХПК-25	A2-ХПК-25	A2-ХПК-25
Технологічні витрати і затрати				
Втрати борошна до замішування, % до маси борошна	g _б	0,02–0,06	0,02–0,06	0,02–0,06

Втрати борошна від замішування до випікання, %	g _T	0,03–0,05	0,03–0,05	0,03–0,05
Втрати сухих речовин на бродіння, % до СР тіста	C _{сух}	1,5	1,5	2,0
Втрати борошна під час оброблення, % до маси тіста	g _{обр}	0,6–1,0	0,6–1,0	0,6–1,0
Втрати на упікання, % до маси тіста	g _{уп}	11,0	9,0	11,0
Втрати під час укладання, % до маси гарячого хліба	g _{укл}	0,5–0,8	0,5–0,8	0,5–0,8
Втрати від усихання, % до маси гарячого хліба	g _{ус}	3,0	2,5	3,5
Масова частка крихт і лому, % до маси борошна	g _{кр}	0,03	0,03	0,03
Втрати за рахунок неточності маси виробів, %	g _{шт}	0,04–0,05	0,04–0,05	0,04–0,05
Втрати від перероблення хліба, % до маси борошна	g _{бр}	0,02	0,02	0,02

Концентрація розчину солі 25 % застосовується лише для хліба білково-пшеничного, оскільки сіль входить до рецептури тільки цього виробу. Для хліба безбілкового безсольового сіль повністю відсутня згідно з технологічною

інструкцією [6]. Дріжджі пресовані для всіх трьох ліній розводять водою у співвідношенні 1:3 перед внесенням у тісто. Наведені у таблиці 2.1 вихідні дані використовуються для подальших технологічних розрахунків: продуктивності печей, пофазних і виробничих рецептур, виходу виробів та витрат сировини.

2.2.2 Підбір та розрахунок печей

Для організації виробництва запроєктованого асортименту обрано хлібопекарську піч марки А2-ХПК-25 (л.1–3, позн.17) з розмірами поду 12000×2100 мм. Усі три види виробів випікаються у формах, тому продуктивність печі визначають за кількістю форм, що розміщуються на поду, та тривалістю випікання. Вихідні дані для розрахунку виробничої продуктивності печей наведено в таблиці 2.2 [2].

Таблиця 2.2 – Вихідні дані для розрахунку виробничої продуктивності печей

Виріб	Маса виробу, кг	Кількість виробів на поду		Тривалість випікання, хв
		По ширині	По довжині	
Хліб білково-пшеничний	0,40	9	13	43
Хліб безбілковий безсольовий	0,20	13	17	38
Хліб житній діабетичний	0,40	13	13	58

Для хліба білково-пшеничного виробничу продуктивність печі за годину $P_{\text{год}}$ розраховую за формулою (2.1) [2]:

$$P_{\text{год}} = \frac{N \times n \times g \times 60}{t} \quad (2.1)$$

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

n – кількість форм, укладених по ширині поду печі, шт.;

g – маса виробу, кг;

t – час на випікання виробу, хв.

Потрібну кількість форм, укладених по довжині поду печі, визначаю за формулою (2.2) [2]:

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

де L – довжина поду печі, мм;

l – довжина форми, мм;

a – відстань між укладеними формами, мм ($a = 30$ мм).

$$N = \frac{12000 - 30}{460 + 30} = 24 \text{ шт.}$$

Кількість форм, укладених по ширині поду печі, визначаю за формулою (2.3) [2]:

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

де B – ширина поду печі, мм;

b – ширина форми, мм.

$$n = \frac{2100 - 30}{110 + 30} = 14 \text{ шт.}$$

Продуктивність печі по хлібу білково-пшеничному за годину:

$$P_{\text{год}} = \frac{24 \times 14 \times 0,40 \times 60}{43} = 56,5 \text{ кг/год.}$$

Продуктивність печі по хлібу білково-пшеничному за добу визначаю за формулою (2.4) [2]:

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

де $T_{\text{печі}}$ – час роботи печі за добу, год; $T_{\text{печі}} = 16$ год при двозмінній роботі.

$$P_{\text{доб}} = \frac{56,5}{16} = 904,0 \text{ кг/добу.}$$

Визначаю продуктивність печі по хлібу безбілковому безсольовому. Кількість форм, укладених по довжині поду печі, за формулою (2.2):

$$N = \frac{12000 - 30}{250 + 30} = 42 \text{ шт.}$$

Кількість форм, укладених по ширині поду печі, за формулою (2.3):

$$n = \frac{2100 - 30}{120 + 30} = 13 \text{ шт.}$$

Продуктивність печі по хлібу безбілковому безсольовому за годину за формулою (2.1):

$$P_{\text{год}} = \frac{42 \times 13 \times 0,20 \times 60}{38} = 46,5 \text{ кг/год.}$$

Добова продуктивність по хлібу безбілковому безсольовому за формулою (2.4):

$$P_{\text{доб}} = 46,5 \times 16 = 744,0 \text{ кг/добу.}$$

Визначаю продуктивність печі по хлібу житньому діабетичному. Кількість форм, укладених по довжині поду печі, за формулою (2.2):

$$N = \frac{12000 - 30}{250 + 30} = 42 \text{ шт.}$$

Кількість форм, укладених по ширині поду печі, за формулою (2.3):

$$n = \frac{2100 - 30}{120 + 30} = 13 \text{ шт.}$$

Продуктивність печі по хлібу житньому діабетичному за годину за формулою (2.1):

$$P_{\text{год}} = \frac{42 \times 13 \times 0,40 \times 60}{58} = 46,6 \text{ кг/год.}$$

Добова продуктивність по хлібу житньому діабетичному за формулою (2.4):

$$P_{\text{доб}} = 46,6 \times 16 = 745,6 \text{ кг/добу.}$$

Зведену виробничу продуктивність цеху наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Виробнича продуктивність цеху

№ з/п	Марка печі	Асортимент виробів	Продуктивність за годину, кг/год	Тривалість роботи печі за добу, год	Продуктивність за добу, кг
1	A2-ХПК-25	Хліб білково-пшеничний	56,5	16	904,0
2	A2-ХПК-25	Хліб безбілковий безсольовий	46,5	16	744,0
3	A2-ХПК-25	Хліб житній діабетичний	46,6	16	745,6
Всього:					2 393,6

Загальна виробнича продуктивність цеху становить 2393,6 кг/добу, що відповідає запроєктованій потужності підприємства.

Графік роботи печей за двозмінного режиму роботи цеху наведено на рисунку 2.1.

№ печі	Марка печі	Перша зміна (7:00–15:00)	Друга зміна (15:00–23:00)
1	A2-ХПК-25	■■■■■■■■■■	X ■■■■■■■■■■
2	A2-ХПК-25	■■■■■■■■■■	X ■■■■■■■■■■
3	A2-ХПК-25	■■■■■■■■■■	X ■■■■■■■■■■

Рисунок 2.1 – Графік роботи печей

Умовні позначення:

III – робота печі;

X – профілактичне обслуговування.

2.2.3 Розрахунок пофазних рецептур

Проводжу розрахунок пофазної рецептури для хліба білково-пшеничного формового [2]. Тісто готується безопарним способом. Вологість тіста становить 49,0 %. Масу сухих речовин у тісті наведено в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Маса сухих речовин у тісті для хліба білково-пшеничного

Сировина	Маса, кг	Вологість, %	Маса с.р., %	Маса с.р., кг
Борошно пшеничне вищого сорту	25,0	14,5	85,5	21,38
Клейковина пшенична сира	75,0	65,0	35,0	26,25
Дріжджі хлібопекарські пресовані	3,0	75,0	25,0	0,75
Сіль кухонна харчова	0,75	–	–	0,75
Разом	103,75	–	–	49,13

Масу сухих речовин у сировині обчислюю множенням маси сировини на вміст сухих речовин:

борошно пшеничне вищого сорту:

$$\frac{25,0 \times 85,5}{100} = 21,38 \text{ кг}$$

клейковина пшенична сира:

$$\frac{75,0 \times 35,0}{100} = 26,25 \text{ кг}$$

дріжджі хлібопекарські пресовані

$$\frac{3,0 \times 25,0}{100} = 0,75 \text{ кг}$$

Вихід тіста G_T обчислюю за формулою (2.5) [2]:

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

де $G_{c.p}$ – маса сухих речовин у тісті, кг; W_T – вологість тіста,

$$G_T = \frac{49,13 \times 100}{100 - 49} = 96,33 \text{ кг.} \quad (2.5)$$

Кількість води G_B на заміс тіста визначаю за формулою (2.6) [2]:

$$G_B = G_T - G_{\text{сир}} \quad (2.6)$$

де $G_{\text{сир}}$ – маса сировини, кг.

$$G_B = 96,33 - 103,75 = -7,42 \text{ кг.}$$

Від’ємне значення свідчить, що вода на заміс не додається - потребу тіста у вологості повністю забезпечує клейковина пшенична сира ($W = 65 \%$).

Сіль переводжу в розчин солі за формулою (2.7) [2]:

$$G_{\text{р.с}} = \frac{G_c \times 100}{C_{\text{с.р}}} \quad (2.7)$$

де $C_{\text{с.р}}$ – концентрація солі у розчині (25 %).

$$G_{\text{р.с}} = \frac{0,75 \times 100}{25} = 3,0 \text{ кг.}$$

Кількість води у розчині солі за формулою (2.8) [2]:

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

$$G_{\text{в.р.с}} = 3,0 - 0,75 = 2,25 \text{ кг.}$$

Дріжджі переводжу у дріжджову суспензію (співвідношення 1:3) за формулою (2.9) [2]:

$$G_{\text{др.с}} = G_{\text{др}} + G_{\text{др}} \times n \quad (2.9)$$

де n – кількість розведень ($n = 3$).

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

Кількість води у дріжджовій суспензії за формулою (2.10) [2]:

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

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

Проводжу розрахунок пофазної рецептури для хліба безбілкового безсольового [2]. Тісто готується безопарним прискореним способом. Вологість тіста - 49,5 %. Масу сухих речовин у тісті наведено в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Маса сухих речовин у тісті для хліба безбілкового безсольового

Сировина	Маса, кг	Вологість, %	Маса с.р., %	Маса с.р., кг
Крохмаль кукурудзяний сухий	91,4	13,0	87,0	79,52
Борошно житнє оббивне	7,6	14,5	85,5	6,50
Дріжджі хлібопекарські пресовані	1,0	75,0	25,0	0,25
Цукор-пісок	3,0	0,15	99,85	3,00
Олія соняшникова рафінована	1,0	–	–	1,00

Натрій двовуглекислий (сода харчова)	16,0	–	–	16,00
Патока крохмальна	1,3	21,0	79,0	1,03
Пектин харчовий	3,8	–	–	3,80
Разом	125,1	–	–	111,10

Вихід тіста за формулою (2.5),

$$W_T = W_B + 1 = 48,5 + 1 = 49,5 \%$$

$$G_T = \frac{111,10 \times 100}{100 - 49,5} = 219,8 \text{ кг.}$$

Кількість води на заміс тіста за формулою (2.6):

$$G_B = 219,8 - 125,1 = 94,7 \text{ кг.}$$

Дріжджі переводжу у дріжджову суспензію за формулою (2.9), співвідношення 1:3:

$$G_{\text{др.с}} = 1,0 + 1,0 \times 3 = 4,0 \text{ кг.}$$

Кількість води у дріжджовій суспензії за формулою (2.10):

$$G_{\text{в,др.с}} = 4,0 - 1,0 = 3,0 \text{ кг.} \quad (2.10)$$

Сіль у рецептурі відсутня, тому розчин солі не готується.

Проводжу розрахунок пофазної рецептури для хліба житнього діабетичного [2]. Тісто готується опарним способом на густій заквасці. Спершу розраховую саму закваску, а потім тісто, замішане на готовій заквасці.

Густа житня закваска має вологість 48 %. Її готують із житнього оббивного борошна, частини закваски попереднього приготування (на поновлення - 50 %) та води. Масу сухих речовин у заквасці наведено в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Маса сухих речовин у заквасці для хліба житнього діабетичного

Сировина	Маса, кг	Вологість, %	Маса с.р., %	Маса с.р., кг
Борошно житнє оббивне	15,2	14,5	85,5	13,00
Закваска стара (на поновлення)	25,0	48,0	52,0	13,00
Вода	9,8	100,0	–	–
Разом	50,0	–	–	26,00

Вихід закваски $G_{\text{зак}}$ обчислюю за формулою (2.5):

$$G_{\text{зак}} = \frac{G_{\text{с.р}} \times 100}{100 - W_{\text{зак}}}$$

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

$W_{\text{зак}}$ – вологість закваски 48 %

$$G_{\text{зак}} = \frac{26,00 \times 100}{100 - 48} = 50,0 \text{ кг.}$$

Кількість води в закваску визначаю як різницю між масою закваски і масою борошна та закваски на поновлення:

$$G_{\text{в.зак}} = 50,0 - 15,2 - 25,0 = 9,8 \text{ кг.}$$

Далі розраховую тісто, замішане на готовій заквасці. Вологість тіста - 51,0 %.

Масу сухих речовин у тісті наведено в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Маса сухих речовин у тісті для хліба житнього діабетичного

Сировина	Маса, кг	Вологість, %	Маса с.р., %	Маса с.р., кг
Борошно житнє оббивне	90,0	14,5	85,5	76,95
Висівки пшеничні	10,0	14,0	86,0	8,60
Закваска густа житня	50,0	48,0	52,0	26,00
Дріжджі хлібопекарські пресовані	0,5	75,0	25,0	0,13
Разом	150,5	–	–	111,68

Розрахунок виходу тіста, кількості води та дріжджової суспензії для хліба житнього діабетичного виконують аналогічно за формулами (2.5), (2.6), (2.9) і (2.10) з урахуванням маси сухих речовин 111,68 кг та вологості тіста 51,0 %. При замішуванні тіста враховують, що 15,2 кг житнього борошна вже внесено із закваскою, тому безпосередньо в тісто додають 74,8 кг борошна.

2.2.4 Розрахунок виходу виробу

Для розрахунку виходу виробів слід урахувати технологічні витрати та затрати на їх виробництво [2]. Передбачений вихід виробу V_x визначаю за формулою (2.11) [2]:

$$V_x = G_T - (B_6 + B_T + Z_{6p} + Z_{обp} + Z_{уп} + Z_{укл} + Z_{ус} + B_{кр} + B_{шт} + B_{6p}) \quad (2.11)$$

Розрахунок виходу хліба білково-пшеничного. Маса тіста $G_T = 96,3$ кг; вологість тіста $W_T = 49$ %; середньозважена вологість сировини $W_{cp} = 52,65$ %.

Втрати борошна до початку замішування B_6 визначаю за формулою (2.12) [2]:

$$B_6 = \frac{g_6 \times (100 - W_6)}{100 - W_T} \quad (2.12)$$

де $g_6 = 0,06$ % – втрати борошна до замішування;

$W_6 = 14,5\%$ – вологість борошна.

$$B_6 = \frac{0,06 \times (100 - 14,5)}{(100 - 49)} = 0,101\%.$$

Вологість відходів W'_c визначаю за формулою (2.13) [2]:

$$W'_c = \frac{G_T \times W_T + 100W_6}{G_T + 100} \quad (2.13)$$

$$W'_c = \frac{96,3 \times 49 + 100 \times 14,5}{96,3 + 100} = 31,42\%.$$

Втрати борошна і напівфабрикатів B_T за формулою (2.14) [2]:

$$B_T = \frac{g_T \times (100 - W'_c)}{100 - W_T}, \quad (2.14)$$

$$B_T = \frac{0,05 \times (100 - 31,42)}{100 - 49} = 0,067\%.$$

Затрати на бродіння напівфабрикатів $З_{бр}$ за формулою (2.15) [2]:

$$З_{бр} = \frac{C_{сyx} \times 0,96 \times (G_{сир} - g_{обр}) \times (100 - W_{cp})}{1,96 \times 100 \times (100 - W_T)}, \quad (2.15)$$

$$З_{бр} = \frac{3,3 \times 0,96 \times (103,75 - 1) \times (100 - 52,65)}{1,96 \times 100 \times (100 - 49)} = 1,542\%.$$

Затрати на оброблення тіста $З_{обр}$ за формулою (2.16) [2]:

$$З_{обр} = \frac{g_{обр} \times (W_T - W_6)}{100 - W_T} \quad (2.16)$$

$$З_{обр} = \frac{1,0 \times (49 - 14,5)}{100 - 49} = 0,676\%.$$

Затрати у процесі упікання $З_{уп}$ за формулою (2.17) [2]:

$$З_{уп} = \frac{g_{уп} \times G_T - (B_6 + B_T + З_{бр} + З_{обр})}{100} \quad (2.17)$$

$$З_{уп} = \frac{11,0 \times 93,914}{100} = 10,331\%.$$

Затрати під час укладання $З_{укл}$ за формулою (2.18) [2]:

$$З_{укл} = \frac{g_{укл} \times G_T - (B_6 + B_T + З_{бр} + З_{обр} + З_{уп})}{100} \quad (2.18)$$

$$З_{укл} = \frac{0,8 \times 83,583}{100} = 0,669\%.$$

Затрати у процесі усихання $З_{ус}$ за формулою (2.19) [2]:

$$З_{ус} = \frac{g_{ус} \times G_T - (B_6 + B_T + З_{бр} + З_{обр} + З_{уп} + З_{укл})}{100} \quad (2.19)$$

$$З_{ус} = \frac{3,0 \times 82,914}{100} = 2,487\%.$$

Втрати через неточність маси $V_{шт}$ за формулою (2.20) [2]:

$$V_{шт} = \frac{g_{шт} \times G_T - (B_б + B_T + 3_{бр} + 3_{обр} + 3_{уп} + 3_{укл} + 3_{ус})}{100} \quad (2.20)$$

$$V_{шт} = \frac{0,05 \times 80,427}{100} = 0,040 \%$$

Втрати від крихт і лому $V_{кр}$ за формулою (2.21)

$$V_{кр} = \frac{g_{кр} \times G_T - (B_б + B_T + 3_{бр} + 3_{обр} + 3_{уп} + 3_{укл} + 3_{ус} + V_{шт})}{100} \quad (2.21)$$

$$V_{кр} = \frac{0,03 \times 80,387}{100} = 0,024 \%$$

Втрати від переробки браку $V_{бр}$ за формулою (2.22) [2]:

$$V_{бр} = \frac{0,02 \times 80,363}{100} = 0,016 \%. \quad (2.22)$$

Передбачений вихід хліба білково-пшеничного за формулою (2.11):

$$V_x = 96,3 - (0,101 + 0,067 + 1,542 + 0,676 + 10,331 + 0,669 + 2,487 + 0,040 + 0,024 + 0,016) = 80,35 \%$$

Таблиця 2.8 – Зведена таблиця розрахунку виходу хліба білково-пшеничного

Види втрат і витрат при заданих технологічних умовах	Вихідні дані для розрахунку виходу хліба		Витрати і втрати у перерахунку до тіста	
	Позначення	Величина	Позначення	Величина
Вихід тіста	$G_T, \%$	96,3	—	—
Втрати борошна до приготування тіста	$g_б, \%$	0,06	$B_б$	0,101
Втрати борошна і тіста	$g_T, \%$	0,05	B_T	0,067
Витрати сухих речовин на бродіння	$g_{сх}, \%$	3,3	$3_{бр}$	1,542
Витрати борошна під час оброблення тіста	$g_{обр}, \%$	1,0	$3_{обр}$	0,676
Витрати на упікання	$g_{уп}, \%$	11,0	$3_{уп}$	10,331
Витрати під час укладання гарячого хліба	$g_{укл}, \%$	0,8	$3_{укл}$	0,669
Витрати від усихання хліба	$g_{ус}, \%$	3,0	$3_{ус}$	2,487
Втрати з крихтами і ломом	$g_{кр}, \%$	0,03	$V_{кр}$	0,024
Втрати за рахунок неточної маси	$g_{шт}, \%$	0,05	$V_{шт}$	0,040
Втрати від перероблення браку	$g_{бр}, \%$	0,02	$V_{бр}$	0,016
Всього втрат і витрат	—	—	—	15,953

Розрахунок виходу хліба безбілкового безсольового.

Маса тіста $G_T = 219,8$ кг;

вологість тіста $W_T = 49,5 \%$;

середньозважена вологість сировини $W_{cp} = 11,2 \%$. Складові втрат і затрат визначають за формулами (2.12)–(2.22) аналогічно до попереднього виробу.

Передбачений вихід хліба безбілкового безсольового за формулою (2.11):

$$B_x = 219,8 - (0,102 + 0,061 + 3,527 + 0,693 + 19,388 + 1,568 + 4,862 + 0,095 + 0,057 + 0,038) = 189,41 \%. \quad (2.11)$$

Таблиця 2.9 – Зведена таблиця розрахунку виходу хліба безбілкового безсольового

Види втрат і витрат при заданих технологічних умовах	Вихідні дані для розрахунку виходу хліба		Витрати і втрати у перерахунку до тіста	
	Позначення	Величина	Позначення	Величина
Вихід тіста	$G_T, \%$	219,8	–	–
Втрати борошна до приготування тіста	$g_b, \%$	0,06	B_b	0,102
Втрати борошна і тіста	$g_t, \%$	0,05	B_t	0,061
Витрати сухих речовин на бродіння	$g_{сух}, \%$	3,3	$З_{бр}$	3,527
Витрати борошна під час оброблення тіста	$g_{обр}, \%$	1,0	$З_{обр}$	0,693
Витрати на упікання	$g_{уп}, \%$	9,0	$З_{уп}$	19,388
Витрати під час укладання гарячого хліба	$g_{укл}, \%$	0,8	$З_{укл}$	1,568
Витрати від усихання хліба	$g_{ус}, \%$	2,5	$З_{ус}$	4,862
Втрати з крихтами і ломом	$g_{кр}, \%$	0,03	$B_{кр}$	0,057
Втрати за рахунок неточної маси	$g_{шт}, \%$	0,05	$B_{шт}$	0,095
Втрати від перероблення браку	$g_{бр}, \%$	0,02	$B_{бр}$	0,038
Всього втрат і витрат	–	–	–	30,390

Розрахунок виходу хліба житнього діабетичного. Маса тіста $G_T = 228,0$ кг; вологість тіста $W_T = 51 \%$; середньозважена вологість сировини $W_{cp} = 25,8 \%$. Складові втрат і затрат визначають за формулами (2.12)–(2.22):

$$B_b = \frac{0,06 \times (100 - 14,5)}{100 - 51} = 0,105 \%$$

$$W'_c = \frac{(228,0 \times 51 + 100 \times 14,5)}{228,0 + 100} = 39,87 \%;$$

$$B_T = \frac{0,05 \times (100 - 39,87)}{100 - 51} = 0,061 \%;$$

$$З_{бр} = \frac{3,3 \times 0,96 \times (150,5 - 1) \times (100 - 25,8)}{1,96 \times 100 \times (100 - 51)} = 3,659 \%;$$

$$З_{обр} = \frac{1,96 \times 100 \times (100 - 51)}{100 - 51} = 0,745 \%;$$

$$З_{уп} = \frac{11,0 \times 223,430}{100} = 24,577 \%;$$

$$З_{укл} = \frac{0,8 \times 198,853}{100} = 1,591 \%;$$

$$З_{ус} = \frac{3,5 \times 197,262}{100} = 6,904 \%;$$

$$В_{шт} = \frac{0,05 \times 190,358}{100} = 0,095 \%;$$

$$В_{кр} = \frac{0,03 \times 190,262}{100} = 0,057 \%;$$

$$В_{бр} = \frac{0,02 \times 190,205}{100} = 0,038 \%$$

Передбачений вихід хліба житнього діабетичного за формулою (2.11):

$$В_x = 228,0 - (0,105 + 0,061 + 3,659 + 0,745 + 24,577 + 1,591 + 6,904 + 0,095 + 0,057 + 0,038) = 190,17 \%$$

Таблиця 2.10 – Зведена таблиця розрахунку виходу хліба житнього діабетичного

Види втрат і витрат при заданих технологічних умовах	Вихідні дані для розрахунку виходу хліба		Витрати і втрати у перерахунку до тіста	
	Позначення	Величина	Позначення	Величина
Вихід тіста	G _т , %	228,0	—	—
Втрати борошна до приготування тіста	g _б , %	0,06	В _б	0,105
Втрати борошна і тіста	g _т , %	0,05	В _т	0,061
Витрати сухих речовин на бродіння	g _{сух} , %	3,3	З _{бр}	3,659
Витрати борошна під час оброблення тіста	g _{обр} , %	1,0	З _{обр}	0,745
Витрати на упікання	g _{уп} , %	11,0	З _{уп}	24,577
Витрати під час укладання гарячого хліба	g _{укл} , %	0,8	З _{укл}	1,591
Витрати від усихання хліба	g _{ус} , %	3,5	З _{ус}	6,904
Втрати з крихтами і ломом	g _{кр} , %	0,03	В _{кр}	0,057
Втрати за рахунок неточної маси	g _{шт} , %	0,05	В _{шт}	0,095
Втрати від перероблення браку	g _{бр} , %	0,02	В _{бр}	0,038
Всього втрат і витрат	—	—	—	37,833

Отже, передбачений вихід становить: для хліба білково-пшеничного – 80,35 %, для хліба безбілкового безсольового – 189,41 %, для хліба житнього

діабетичного – 190,17 %. Розраховані значення виходу використовуються для подальшого визначення витрат і запасів сировини.

2.2.5 Розрахунок виробничих рецептур та вибір технологічних параметрів

Проводжу розрахунок виробничих рецептур для приготування трьох видів дієтичного хліба [2]. Напівфабрикати для приготування тіста замішуються порційно у діжах тістомісильних машин. Обчислюю коефіцієнт перерахунку К пофазної рецептури на виробничу за формулою (2.23) [2]:

$$K = \frac{G_{\text{бд}}}{100}, \quad (2.23)$$

де $G_{\text{бд}}$ - найбільша допустима кількість борошна, яку можна завантажити в діжу, кг.

Найбільшу допустиму кількість борошна обчислюю за формулою (2.24) [2]:

$$G_{\text{бд}} = \frac{q \times V_{\text{д}}}{100}, \quad (2.24)$$

де q – кількість борошна на 100 дм³ геометричного об'єму діжі, кг ($q = 39$ кг);

$V_{\text{д}}$ – геометричний об'єм діжі, дм³.

Хліб білково-пшеничний (тістомісильна машина А2-ХТЗБ(л.1, позн.13), діжа (л.1, позн.21) $V_{\text{д}} = 330$ дм³). Найбільша допустима кількість борошна:

$$G_{\text{бд}} = \frac{39 \times 330}{100} = 128,7 \text{ кг.}$$

$$K = \frac{128,7}{100} = 1,287 \quad (2.23)$$

Перемноживши масу кожного компонента пофазної рецептури на коефіцієнт К, отримую виробничу рецептуру, наведену у таблиці 2.10.

Таблиця 2.11 – Виробнича рецептура приготування тіста для хліба білково-пшеничного, кг

Сировина і напівфабрикати	Витрати відповідно до пофазної рецептури	Коефіцієнт перерахунку	Витрати на 1 заміс
Борошно пшеничне вищого сорту	25,0	1,287	32,17
Клейковина пшенична сира	75,0	1,287	96,52
Дріжджова суспензія	12,0	1,287	15,44
Розчин солі	3,0	1,287	3,86
Вода (додатково не вноситься)	–	1,287	–
Разом	115,0	–	148,0

Обчислюю технологічні параметри приготування хліба білково-пшеничного. Температуру води для замішування тіста визначаю за формулою (2.25) [2]:

$$t_{\text{BT}} = \frac{t_{\text{T}} + G_{\text{б}} \times C_{\text{б}} \times (t_{\text{T}} - t_{\text{б}})}{(G_{\text{в}} \times C_{\text{в}}) + k}, \quad (2.25)$$

де t_{T} – температура тіста, °C ($t_{\text{T}} = 25$ °C);

$t_{\text{б}}$ – температура борошна, °C ($t_{\text{б}} = 20$ °C);

$C_{\text{б}}$, $C_{\text{в}}$ – теплоємність борошна і води, кДж/(кг·К)

($C_{\text{б}} = 1,8$; $C_{\text{в}} = 4,2$); k – поправка ($k = 1$).

$$t_{\text{BT}} = \frac{25 + 32,17 \times 1,8 \times (25 - 20)}{(15,44 \times 4,2) + 1} = 30,5 \text{ °C}.$$

Масу шматків тіста визначаю з урахуванням затрат на упікання та усихання за формулою (2.26) [2]:

$$n_{\text{шмт}} = \frac{G_{\text{хл}} \times 100 \times 100}{(100 - G_{\text{уп}}) \times (100 - G_{\text{ус}})} \quad (2.26)$$

де $G_{\text{хл}}$ – маса готового виробу, кг; $G_{\text{уп}}$ – затрати на упікання, %; $G_{\text{ус}}$ – затрати на усихання, %.

$$n_{\text{шмт}} = \frac{0,4 \times 100 \times 100}{(100 - 11) \times (100 - 3,0)} = 0,463 \text{ кг}.$$

Таблиця 2.12 – Технологічний режим приготування хліба білково-пшеничного

Параметри процесів	Одиниці виміру	Тісто
Початкова температура	°C	24–26
Кінцева кислотність	град	2,5–3,0
Вологість	%	49,0
Тривалість бродіння	хв	180–240
Маса шматків тіста	кг	0,463
Тривалість вистоювання	хв	40–60
Температура у вистійній шафі	°C	35–40
Відносна вологість у вистійній шафі	%	75–85
Тривалість випікання	хв	40–45
Температура пекарної камери	°C	230–235

Хліб безбілковий безсольовий (тістомісильна машина А2-ХТМ (л.2, позн.20), діжа (л.2, позн.21), $V_d = 140 \text{ дм}^3$). Найбільша допустима кількість борошна:

$$G_{\text{бд}} = \frac{39 \times 140}{100} = 54,6 \text{ кг.}$$

$$K = \frac{54,6}{100} = 0,546.$$

Виробничу рецептуру приготування тіста для хліба безбілкового безсольового наведено у таблиці 2.13.

Таблиця 2.13 – Виробнича рецептура приготування тіста для хліба безбілкового безсольового, кг

Сировина і напівфабрикати	Витрати відповідно до пофазної рецептури	Коефіцієнт перерахунку	Витрати на 1 заміс
Крохмаль кукурудзяний сухий	91,4	0,546	49,90
Борошно житнє оббивне	7,6	0,546	4,15
Дріжджова суспензія	4,0	0,546	2,18
Цукор-пісок	3,0	0,546	1,64
Олія соняшникова рафінована	1,0	0,546	0,55
Натрій двовуглекислий (сода)	16,0	0,546	8,74
Патока крохмальна	1,3	0,546	0,71
Пектин харчовий	3,8	0,546	2,07
Вода на заміс	94,7	0,546	51,71
Разом	222,8	—	121,65

Температуру води для замішування тіста визначаю за формулою (2.25), приймаючи $t_t = 26 \text{ }^\circ\text{C}$:

$$t_{\text{вт}} = \frac{26 + 49,90 \times 1,8 \times (26 - 20)}{(51,71 \times 4,2) + 1} = 29,5 \text{ }^\circ\text{C}$$

Масу шматків тіста визначаю за формулою (2.26):

$$n_{\text{шмт}} = \frac{0,2 \times 100 \times 100}{(100 - 9) \times (100 - 2,5)} = 0,225 \text{ кг.} \quad (2.26)$$

Таблиця 2.14 – Технологічний режим приготування хліба безбілкового безсольового

Параметри процесів	Одиниці виміру	Тісто
Початкова температура	°С	26–27
Кінцева кислотність	град	1,5–2,0
Вологість	%	49,5
Тривалість бродіння	хв	50–60
Маса шматків тіста	кг	0,225
Тривалість вистоювання	хв	30–40
Температура у вистійній шафі	°С	35–38
Відносна вологість у вистійній шафі	%	80–85
Тривалість випікання	хв	35–40
Температура пекарної камери	°С	200–220

Хліб житній діабетичний (тістомісильна машина А2-ХТЗБ (л.3, позн.13), заварювальна машина ХЗ-2М-300 (л.3, позн.22), $V_d = 330 \text{ дм}^3$). Тісто готується на густій заквасці, тому рецептуру розраховую окремо для замісу закваски і замісу тіста. Найбільша допустима кількість борошна:

$$G_{\text{бд}} = \frac{39 \times 330}{100} = 128,7 \text{ кг.}$$

$$K = \frac{128,7}{100} = 1,287.$$

Виробничу рецептуру приготування хліба житнього діабетичного з розподілом сировини між замісом закваски і замісом тіста наведено у таблиці 2.15.

Таблиця 2.15– Виробнича рецептура приготування хліба житнього діабетичного, кг

Сировина і напівфабрикати	Витрати відповідно до пофазної рецептури	Коефіцієнт перерахунку	Витрати на 1 заміс	Сировина і напівфабрикати
Борошно житнє оббивне	90,0	1,287	19,56	96,27
Висівки пшеничні	10,0	1,287	–	12,87
Закваска стара (на поновлення)	–	1,287	32,18	–
Дріжджова суспензія	2,0	1,287	2,57	–
Вода	77,5	1,287	12,61	87,13
Закваска готова	–	1,287	–	64,35
Разом	–	–	64,35	260,62

Обчислюю технологічні параметри приготування хліба житнього діабетичного. Оскільки тісто готується на густій заквасці, спершу визначаю температуру води для приготування закваски за формулою (2.25):

$$t_{\text{зак}} = \frac{29 + 15,2 \times 1,8 \times (29 - 20)}{(9,8 \times 4,2) + 1} = 36,0 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Теплоємність закваски $C_{\text{н/ф}}$ визначаю за формулою (2.27) [2]:

$$\frac{C_{\text{н}}}{\phi} = \frac{(G_{\text{б}} \times C_{\text{б}} + G_{\text{в}} \times C_{\text{в}})}{G_{\text{зак}}}, \quad (2.27)$$

де $G_{\text{б}}$ – маса борошна у заквасці, кг; $G_{\text{в}}$ – маса води у заквасці, кг; $G_{\text{зак}}$ – маса закваски, кг.

$$C_{\text{н/ф}} = \frac{(15,2 \times 1,8 + 9,8 \times 4,2)}{50,0} = 1,37 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{К)}.$$

Температуру води для замішування тіста на заквасці визначаю за формулою (2.25), приймаючи $t_{\text{т}} = 29 \text{ }^{\circ}\text{C}$:

$$t_{\text{вт}} = \frac{29 + 74,8 \times 1,8 \times (29 - 20)}{(99,74 \times 4,2) + 1} = 32,9 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Масу шматків тіста визначаю за формулою (2.26):

$$n_{\text{шмт}} = \frac{0,4 \times 100 \times 100}{(100 - 11) \times (100 - 3,5)} = 0,466 \text{ кг}$$

Таблиця 2.16 – Технологічний режим приготування хліба житнього діабетичного

Параметри процесів	Одиниці виміру	Закваска	Тісто
Початкова температура	$^{\circ}\text{C}$	28–30	28–30
Кінцева кислотність	град	9–12	9–12
Вологість	%	48,0	51,0
Тривалість бродіння	хв	180–240	90–120
Маса шматків тіста	кг	–	0,466
Тривалість вистоювання	хв	–	50–70
Температура у вистійній шафі	$^{\circ}\text{C}$	–	35–40
Відносна вологість у вистійній шафі	%	–	80–85
Тривалість випікання	хв	–	55–60
Температура пекарної камери	$^{\circ}\text{C}$	–	200–240

2.3 Розрахунок витрат і запасів сировини

Розраховую розмір витрат сировини для виготовлення трьох видів дієтичного хліба [2]. Обчислюю витрати борошна за годину $G_{б.год}$, кг/год, за формулою (2.28) [2]:

$$G_{б.год} = \frac{P_{год} \times 100}{B_x}, \quad (2.28)$$

де $P_{год}$ – продуктивність печі за годину, кг/год; B_x – плановий вихід хліба, %.

Хліб білково-пшеничний:

$$G_{б.год} = \frac{56,5 \times 100}{80,35} = 70,3 \text{ кг/год.}$$

Хліб безбілковий безсольовий:

$$G_{б.год} = \frac{46,5 \times 100}{189,41} = 24,6 \text{ кг/год.}$$

Хліб житній діабетичний:

$$G_{б.год} = \frac{46,6 \times 100}{190,17} = 24,5 \text{ кг/год.}$$

Добова витрата борошна $G_{б.доб}$, кг/добу, складає за формулою (2.28) [2]:

$$G_{б.доб} = G_{б.год} \times T_{печі} \quad (2.28)$$

де $T_{печі}$ – час роботи печі за добу, год; $T_{печі} = 16$ год при двозмінній роботі.

Хліб білково-пшеничний:

$$G_{б.доб} = 70,3 \times 16 = 1125,1 \text{ кг/добу.}$$

Хліб безбілковий безсольовий:

$$G_{б.доб} = 24,6 \times 16 = 392,8 \text{ кг/добу.}$$

Хліб житній діабетичний:

$$G_{б.доб} = 24,5 \times 16 = 392,1 \text{ кг/добу.}$$

Добову витрату кожного виду сировини знаходжу за формулою (2.29) [2]:

$$G_{i.доб} = \frac{G_{б.доб} \times C}{100} \quad (2.29)$$

де C – маса i -го виду сировини на 100 кг борошна за рецептурою, кг.

Наприклад, для клейковини пшеничної сирії (лінія хліба білково-пшеничного):

$$G_{кл.доб} = \frac{1125,1 \times 75}{100} = 843,8 \text{ кг/добу.}$$

Добову витрату солі визначаю з урахуванням показника товарної кухонної солі $G_{с.т}$, % до маси борошна, за формулою (2.30) [2]:

$$G_{с.т} = \frac{G_c \times 100}{(100 - W_c)} \times \frac{(100 - H)}{(100 - 0,6 \times H)} \quad (2.30)$$

де W_c – вологість солі ($W_c = 0,25$ %);

H – вміст нерозчинних домішок ($H = 0,85$ %).

$$G_{с.т} = \frac{0,75 \times 100}{(100 - 0,25)} \times \frac{(100 - 0,85)}{(100 - 0,51)} = 0,75 \text{ кг.}$$

$$G_{с.доб} = \frac{1125,1 \times 0,75}{100} = 8,5 \text{ кг/добу.}$$

Результати розрахунку добових витрат сировини наведено у таблиці 2.17.

Таблиця 2.17 – Добові витрати сировини

Сировина	Хліб білково-пшеничний, кг/добу	Хліб безбілковий / житній, кг/добу	Разом, кг/добу
Борошно пшеничне вищого сорту	281,3	–	281,3
Клейковина пшенична сира	843,8	–	843,8
Крохмаль кукурудзяний сухий	–	359,0	359,0
Борошно житнє оббивне	–	382,8	382,8
Висівки пшеничні	–	39,2	39,2
Дріжджі хлібопекарські пресовані	33,8	5,9	39,7
Сіль кухонна харчова	8,5	–	8,5
Цукор-пісок	–	11,8	11,8
Олія соняшникова рафінована	–	3,9	3,9
Натрій двовуглекислий (сода)	–	62,8	62,8
Патока крохмальна	–	5,1	5,1
Пектин харчовий	–	14,9	14,9

Густа житня закваска для хліба житнього діабетичного не належить до купованої сировини, оскільки є напівфабрикатом власного виготовлення. Борошно житнє оббивне, що входить до складу закваски (15,2 кг із 90 кг на 100 кг борошна), уже враховано у загальній добовій витраті борошна, тому закваска у таблиці витрат сировини окремо не наводиться, щоб уникнути подвійного обліку.

Нормативний запас сировини визначаю множенням добової витрати на термін зберігання. Сумарні запаси сировини наведено у таблиці 2.15. Основну сипку сировину - борошно пшеничне вищого сорту та борошно житнє оббивне -

передбачено зберігати безтарним способом у металевих силосах марки ХЕ-160А, які завантажуються з автоборошновозів пневмотранспортом, тоді як решта сировини зберігається у відповідній тарі.

Таблиця 2.18 – Необхідний запас сировини для виробництва

Найменування сировини	Добові витрати, кг	Спосіб зберігання	Нормативний термін зберігання	Запас, діб	Необхідний запас, кг
Борошно пшеничне в/с	281,3	Силос	6–8 місяців	7	1969,1
Клейковина пшенична сира	843,8	Холодильна камера	2 доби	2	1687,6
Крохмаль кукурудзяний	359,0	Склад, у мішках	6–8 місяців	15	5385,0
Борошно житнє оббивне	382,8	Силос	6–8 місяців	7	2679,6
Висівки пшеничні	39,2	Склад, у мішках	6 місяців	10	392,0
Дріжджі пресовані	39,7	Холодильна камера	12 діб	3	119,1
Сіль кухонна харчова	8,5	Установка Т1-ХСТ	1 рік	15	127,5
Цукор-пісок	11,8	Склад, у мішках	1 рік	15	177,0
Олія соняшникова	3,9	Склад, у цистернах	1 рік	30	117,0
Сода харчова	62,8	Склад, у мішках	1 рік	30	1884,0
Патока крохмальна	5,1	Склад, у цистернах	1 рік	15	76,5
Пектин харчовий	14,9	Склад, у мішках	1 рік	30	447,0

Оскільки борошно зберігається безтарно, виконую розрахунок необхідної місткості силосів. Потрібний корисний об'єм силосу V_c , m^3 , визначаю за формулою (2.31):

$$V_c = \frac{G_3}{(\rho \times k)} \quad (2.31)$$

де G_3 – необхідний запас борошна, кг;

ρ – насипна густина борошна, kg/m^3 (для пшеничного $\rho = 550 kg/m^3$, для житнього оббивного $\rho = 560 kg/m^3$);

k – коефіцієнт заповнення силосу, $k = 0,9$.

Для борошна пшеничного вищого сорту:

$$V_c = \frac{1969,1}{550 \times 0,9} = 3,98 m^3.$$

Для борошна житнього оббивного:

$$V_c = \frac{2679,6}{560 \times 0,9} = 5,32 \text{ м}^3.$$

Відповідно до графічної частини для безтарного зберігання борошна встановлено чотири силоси марки ХЕ-160А (габарити 2652×2652×12180 мм) – по два силоси на кожен вид борошна, що забезпечує необхідний запас з резервом місткості та можливість роздільного зберігання пшеничного і житнього борошна. Результати добору силосів наведено у таблиці 2.18.

Таблиця 2.19 – Добір силосів для безтарного зберігання борошна

Вид борошна	Необхідний запас, кг	Потрібний об'єм, м ³	Марка силосу	Кількість, шт.
Пшеничне вищого сорту	1969,1	3,98	ХЕ-160А	1
Житнє оббивне	2679,6	5,32	ХЕ-160А	1

Отримані значення необхідного запасу сировини та прийнята кількість силосів використовуються для подальшого розрахунку площ складських приміщень, холодильної камери та складу готової продукції, що наведено у підрозділі 2.4.

Таблиця 2.20 – Необхідний запас сировини для виробництва

Найменування сировини	Добові витрати, кг	Спосіб зберігання	Нормативний термін зберігання	Запас, діб	Необхідний запас, кг
Борошно пшеничне в/с	281,3	Силос	6–8 місяців	7	1969,1
Клейковина пшенична сира	843,8	Холодильна камера	2 доби	2	1687,6
Крохмаль кукурудзяний	359,0	Склад, у мішках	6–8 місяців	15	5385,0
Борошно житнє оббивне	382,8	Силос	6–8 місяців	7	2679,6
Висівки пшеничні	39,2	Склад, у мішках	6 місяців	10	392,0
Дріжджі пресовані	39,7	Холодильна камера	12 діб	3	119,1
Сіль кухонна харчова	8,5	Установка Т1-ХСТ	1 рік	15	127,5
Цукор-пісок	11,8	Склад, у мішках	1 рік	15	177,0

Продовження табл.2.20

Олія соняшникова	3,9	Склад, у цистернах	1 рік	30	117,0
Сода харчова	62,8	Склад, у мішках	1 рік	30	1884,0
Патока крохмальна	5,1	Склад, у цистернах	1 рік	15	76,5
Пектин харчовий	14,9	Склад, у мішках	1 рік	30	447,0

Отримані значення необхідного запасу сировини використовуються для подальшого розрахунку площ складських приміщень, холодильної камери та складу готової продукції, що наведено у підрозділі 2.4

2.4 Розрахунок площ основних та допоміжних приміщень

Площі складських і виробничих приміщень визначають за необхідними запасами сировини та нормами вагового навантаження на одиницю площі [2]. Виробничий корпус запроектовано одноповерховим із сіткою колон 6×6 м; площа виробничого цеху становить 840 м².

Борошно пшеничне вищого сорту та борошно житнє оббивне у проєктованому цеху зберігаються безтарно у чотирьох силосах марки ХЕ-160А, тому їхню площу враховую окремо за габаритами силосів. З урахуванням зони обслуговування площу силосного відділення згідно з графічною частиною приймаю 31,8 м².

Решту сухої сировини зберігають у тарі на складі. Площу, необхідну для зберігання кожного виду сировини, обчислюю за формулою (2.32) [2]:

$$F_c = \frac{G_{\text{зап}}}{q_{\text{сер}}}, \quad (2.32)$$

де $G_{\text{зап}}$ – запас даного виду сировини, що зберігається, т; $q_{\text{сер}}$ – середнє вагове навантаження на 1 м², т/м².

Для крохмалю кукурудзяного:

$$F_c = \frac{5,385}{0,66} = 8,16 \text{ м}^2.$$

Для висівок пшеничних:

$$F_B = \frac{0,392}{0,66} = 0,59 \text{ м}^2.$$

Для цукру-піску:

$$F_{\text{ц}} = \frac{0,177}{0,80} = 0,22 \text{ м}^2.$$

Для соди харчової:

$$F_{\text{сд}} = \frac{1,884}{0,66} = 2,85 \text{ м}^2.$$

Для патоки крохмальної:

$$F_{\text{пт}} = \frac{0,077}{0,66} = 0,12 \text{ м}^2.$$

Для пектину харчового:

$$F_{\text{пк}} = \frac{0,447}{0,66} = 0,68 \text{ м}^2.$$

Для олії соняшникової:

$$F_o = \frac{0,117}{0,66} = 0,18 \text{ м}^2.$$

Для солі кухонної:

$$F_c = \frac{0,128}{0,80} = 0,16 \text{ м}^2.$$

Розраховані площі зведено у таблицю 2.21.

Таблиця 2.21 – Необхідні площі складу для тарного зберігання сировини

Вид сировини	Необхідний запас сировини, т	Середнє навантаження на 1 м ² , т/м ²	Площа для збереження, м ²
1	2	3	4
Крохмаль кукурудзяний	5,385	0,66	8,16
Висівки пшеничні	0,392	0,66	0,59
Цукор-пісок	0,177	0,80	0,22
Сода харчова	1,884	0,66	2,85
Патока крохмальна	0,077	0,66	0,12
Пектин харчовий	0,447	0,66	0,68
Олія соняшникова	0,117	0,66	0,18
Сіль кухонна	0,128	0,80	0,16
Разом	—	—	12,96

Загальна площа складу для тарного зберігання сухої сировини:

$$F_{\text{заг}} = 8,16 + 0,59 + 0,22 + 2,85 + 0,12 + 0,68 + 0,18 + 0,16 = 12,96 \text{ м}^2.$$

Розрахункова потреба у площі тарного складу становить 12,96 м². Згідно з графічною частиною під складське приміщення сухої сировини відведено окреме приміщення площею 72,0 м².

Для зберігання клейковини пшеничної сирії (запас 1687,6 кг, термін 2 доби) та пресованих дріжджів (запас 119,1 кг, термін 3 доби) передбачено холодильну камеру за температури 0...+4 °С. Її площу визначаю за формулою (2.33):

$$F_{\text{хол}} = \frac{1687,6}{200} + \frac{119,1}{250} = 8,9 \text{ м}^2. \quad (2.33)$$

З урахуванням конструктивних розмірів площу холодильної камери згідно з графічною частиною приймаю 11,28 м².

Площу складу готової продукції (хлібосховища) обчислюю за формулою (2.34) [2]:

$$S_{\text{хл}} = \frac{P_{\text{год}} \times t_{\text{зб}} \times 30}{1000} \quad (2.34)$$

де $P_{\text{год}}$ – сумарна годинна продуктивність печей, кг/год; $t_{\text{зб}}$ – тривалість зберігання, год (приймаю 8 год); 30 – норма площі на одну тонну продукції, м²/т.

$$S_{\text{хл}} = \frac{(56,5 + 46,5 + 46,6) \times 8 \times 30}{1000} = 36,0 \text{ м}^2.$$

З урахуванням розміщення продукції на стелажах і в контейнерах під склад готової продукції згідно з графічною частиною відведено приміщення площею 72,0 м².

Площу експедиції визначаю за формулою (2.35) [2]:

$$S_{\text{експ}} = 0,2 \times 36,0 = 7,2 \text{ м}^2. \quad (2.35)$$

Таким чином, розраховані та прийняті площі приміщень забезпечують розміщення трьох технологічних ліній, складів і допоміжних приміщень. Загальна площа будівлі з урахуванням усіх приміщень становить 1121,3 м², у тому числі виробничий цех – 840 м², що відповідає компонуванню обладнання на плані цеху (аркуш 4 графічної частини).

2.5 Підбір та розрахунок технологічного обладнання

Технологічне обладнання підбирають відповідно до апаратурно-технологічних схем трьох виробничих ліній та розрахованих параметрів

технологічного процесу [2, 17]. До основного обладнання належать просіювачі борошна (л.1–3, позн.4), тістомісильні машини (л.1–3, позн.13, 20), підкатні діжі (л.1–3, позн.21), заварювальна машина (л.3, позн.22), тістоподільні й тістоокруглювальні машини (л.1–3, позн.18, 19), вистоювальна шафа (л.1–3, позн.16), печі (л.1–3, позн.17), а також укладач і контейнери для готової продукції [17, 18].

Кількість борошняних ліній, що забезпечують безперебійне просіювання борошна, визначаю за формулою (2.36) [2]:

$$N_{б.л} = \frac{G_{б.год}}{Q_{б.л.год}} \quad (2.36)$$

де $G_{б.год}$ – сумарні витрати борошна за годину, т/год; $Q_{б.л.год}$ – продуктивність борошняної лінії, т/год (приймаю на 10 % меншою за продуктивність просіювача).

Сумарні годинні витрати борошна для трьох ліній становлять

$$70,3 + 24,6 + 24,5 = 119,4 \text{ кг/год,}$$

тобто 0,119 т/год. Для просіювання обрано просіювач ПВГ-600М продуктивністю 600 кг/год, отже:

$$N_{б.л} = \frac{0,119}{0,6 \times 0,9} = 0,22.$$

Тривалість просіювання годинної порції борошна визначаю за формулою (2.37) [2]:

$$t = \frac{60 \times G_{б.год}}{P_{пр.год}} \quad (2.37)$$

де $P_{пр.год}$ – продуктивність просіювача, т/год.

$$t = \frac{60 \times 0,119}{0,6} = 11,9 \text{ хв.}$$

Розрахункова потреба у просіювальному обладнанні незначна, проте для роздільного просіювання пшеничного та житнього борошна і запобігання їх змішуванню на апаратурно-технологічних схемах передбачено окремий просіювач ПВГ-600М (л.1–3, позн.4) на кожній виробничій лінії.

Розрахунок установки для розчинення солі

Сіль кухонна використовується у вигляді сольового розчину. Об'єм установки для приготування і зберігання сольового розчину $V_{c.p}$, м³, визначаю за формулою (2.38) [2]:

$$V_{c.p} = \frac{G_c \times 100 \times K \times t_{зб}}{C_{c.p} \times \rho}, \quad (2.38)$$

де G_c – витрата солі за добу, кг/добу;

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

$t_{зб}$ – запас солі на виробництві, діб;

$C_{c.p}$ – концентрація розчину, % (приймаю 25 %);

ρ – густина розчину, кг/м³ ($\rho = 1200$).

$$V_{c.p} = \frac{8,5 \times 100 \times 1,2 \times 15}{25 \times 1200} = 0,51 \text{ м}^3.$$

Для приготування і зберігання сольового розчину достатньо однієї установки з робочою ємністю 0,5 м³.

Розрахунок тістомісильних машин

Продуктивність тістомісильної машини періодичної дії P , кг/год, визначаю за формулою (2.39) [2]:

$$P = \frac{60 \times g_{нф}}{t_{зам} + t_{доп}} \quad (2.39)$$

де $g_{нф}$ – маса напівфабрикату, що замішується у діжі, кг; $t_{зам}$ – тривалість замішування, хв; $t_{доп}$ – тривалість допоміжних операцій, хв.

Для лінії хліба білково-пшеничного ($g_{нф} = 82,5$ кг; $t_{зам} = 12$ хв; $t_{доп} = 3$ хв):

$$P = \frac{60 \times 82,5}{12 + 3} = 330,0 \text{ кг/год.}$$

Для лінії хліба безбілкового безсольового ($g_{нф} = 49,0$ кг; $t_{зам} = 9$ хв; $t_{доп} = 3$ хв):

$$P = \frac{60 \times 49,0}{9 + 3} = 245,0 \text{ кг/год.}$$

Для лінії хліба житнього діабетичного ($g_{нф} = 108,9$ кг; $t_{зам} = 15$ хв; $t_{доп} = 3$ хв):

$$P = \frac{60 \times 108,9}{15 + 3} = 363,0 \text{ кг/год.}$$

Зайнятість підкатної діжі t_d , хв, визначаю за формулою (2.40) [2]:

$$t_d = t_{зам} + t_{брод} + t_{доп}, \quad (2.40)$$

де $t_{\text{брод}}$ – тривалість бродіння напівфабрикату, хв; $t_{\text{дод}}$ – тривалість додаткових операцій, хв (приймаю 5 хв).

Кількість діж n_d , шт., визначаю за формулою (2.41) [2]:

$$n_d = \frac{t_d}{r}, \quad (2.41)$$

де r – ритм замішування напівфабрикату, хв.

Для лінії хліба білково-пшеничного ($r = 85$ хв):

$$n_d = \frac{257}{90} = 2,85 \quad \text{приймаю 3 діжі}$$

Для лінії хліба безбілкового безсольового ($r = 26$ хв):

$$n_d = \frac{69}{26} = 2,65 \quad \text{приймаю 3 діжі}$$

Для лінії хліба житнього діабетичного ($r = 50$ хв):

$$n_d = \frac{140}{50} = 2,8 \quad \text{приймаю 3 діжі}$$

Загальна кількість підкатних діж дев'ять одиниць, що відповідає кількості діж (л.1–3, позн.21)

Зайнятість тістомісильної машини $t_{\text{тм}}$, хв, визначаю за формулою (2.42) [2]:

$$t_{\text{тм}} = t_{\text{зам}} + t_{\text{обм}} + t_{\text{зач}} \quad (2.42)$$

де $t_{\text{обм}}$ – тривалість обминання, хв (2–4); $t_{\text{зач}}$ – тривалість зачищення, хв (1–3).

Відповідно до апаратурно-технологічних схем для густого тіста встановлюють тістомісильну машину А2-ХТ-3Б (л.1, 3, позн.13) (1 шт.), а для тіста зниженої консистенції – А2-ХТМ (л.2, позн.20) (2 шт.).

На кожній лінії достатньо однієї тістомісильної машини. Відповідно до апаратурно-технологічних схем для густого тіста встановлюють тістомісильну машину А2-ХТ-3Б (1 шт.), а для тіста зниженої консистенції – А2-ХТМ (2 шт.).

Розрахунок вистоювальної шафи

Кількість кошиків у вистоювальній шафі N_{pn} визначаю за формулою (2.43) [2]:

$$N_{\text{pn}} = \frac{P_{\text{год}} \times t_{\text{вис}}}{60 \times g \times n} \quad (2.43)$$

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

$t_{\text{вис}}$ – тривалість вистоювання, хв;

g – маса виробу, кг;

n – кількість виробів на одній колісці, шт.

Для лінії хліба білково-пшеничного

$P_{\text{год}} = 56,5 \text{ кг/год}$; $t_{\text{вис}} = 50 \text{ хв}$; $g = 0,4 \text{ кг}$; $n = 16$:

$$N_{\text{pn}} = \frac{56,5 \times 50}{60 \times 0,4 \times 16} = 7,4 \quad 8 \text{ колісок}$$

Для лінії хліба безбілкового безсолівого

$P_{\text{год}} = 46,5 \text{ кг/год}$; $t_{\text{вис}} = 40 \text{ хв}$; $g = 0,2 \text{ кг}$; $n = 16$:

$$N_{\text{pn}} = \frac{46,5 \times 40}{60 \times 0,2 \times 16} = 9,7 \quad 10 \text{ колісок}$$

Для лінії хліба житнього діабетичного

$P_{\text{год}} = 46,6 \text{ кг/год}$; $t_{\text{вис}} = 60 \text{ хв}$; $g = 0,4 \text{ кг}$; $n = 16$:

$$N_{\text{pn}} = \frac{46,6 \times 60}{60 \times 0,4 \times 16} = 7,3 \quad 8 \text{ колісок}$$

Загальна кількість колісок становить 26 одиниць, що вміщується в одну вистоявальну шафу Т1-ХРЗ-80.

Випікання трьох видів виробів здійснюється у трьох печах А2-ХПК-25, по одній на кожну виробничу лінію. Сумарна годинна продуктивність печей становить $56,5 + 46,5 + 46,6 = 149,6 \text{ кг/год}$, що при двозмінній роботі (16 год) забезпечує добову потужність цеху близько 2394 кг/добу.

Повну специфікацію технологічного обладнання трьох виробничих ліній, складену відповідно до експлікації апаратурно-технологічних схем, наведено у таблиці 2.22.

Таблиця 2.22 – Специфікація основного технологічного обладнання [17, 18]

№	Найменування обладнання	К-сть	Марка / технічна характеристика
1	Приймальний лоток борошна	1	ХШП, 700×570×650 мм
2	Силос для зберігання борошна	4	ХЕ-160А, 2652×2652×12180 мм
3	Просіювач борошна	3	ПВГ-600М, 700×600×900 мм; 600 кг/год
4	Проміжний бункер	1	А2-ХПІ, 1982×668×410 мм
5	Автоматичні ваги	1	КСД2-203, 3100×2500×2700 мм
6	Дозувальна станція	1	Ш2-ХДМ, 985×920×1640 мм
7	Виробничий бункер	1	ХЕ-112, 1500×1700×2841 мм

Продовження табл.2.21

8	Дозатор борошна	1	Ш2-ХДА, 1540×870×1930 мм
9	Тістомісильна машина 1	1	A2-ХТ-3Б, 1600×1100×1250 мм
10	Тістомісильна машина 2	2	A2-ХТМ, 1325×900×1100 мм
11	Діжі	9	T1-ХТ2Д / A2-ХТД, 1082×1082×888 мм
12	Заварювальна машина	1	X3-2М-300, 2060×840×1385 мм
13	Діжеперекидач	3	A2-ХП2Д-2, 1700×1500×2870 мм
14	Тістоподільна машина	3	A2-ХТН, 2770×915×1500 мм
15	Тістоокруглювач	1	T1-ХТН, 1060×1035×1030 мм
16	Вистоювальна шафа	1	T1-ХР3-80, 7550×3100×3500 мм
17	Піч	3	A2-ХПК-25, 15000×3100×3500 мм
18	Укладач	1	A2-ХМХ-1, 3550×4500×3700 мм
19	Контейнери	5	A2-ХВЛ, 836×980×1785 мм

Підібране обладнання забезпечує виконання всіх стадій технологічного процесу трьох виробничих ліній.

2.6 Технохімічний контроль виробництва продуктів запроєктованого асортименту

Технохімічний контроль (ТХК) на проєктованому підприємстві забезпечує стабільну якість і безпечність трьох видів дієтичного хліба відповідно до вимог чинного стандарту [11] та технологічних інструкцій УКРХЛБПРОМ [6]. Контроль охоплює весь виробничий процес - від приймання сировини до випуску готової продукції - і здійснюється за трьома напрямками: вхідний контроль сировини, оперативний контроль напівфабрикатів та контроль якості готової продукції [20].

Відповідальним за проведення технохімічного контролю є технолог-лаборант. Результати контролю реєструються у лабораторних журналах встановленої форми. Відбір проб готової продукції здійснюється відповідно до чинних методик контролю якості хлібобулочних виробів [20]. Схему контролю технологічного процесу виробництва наведено у таблиці 2.23.

Таблиця 2.23 – Схема контролю технологічного процесу виробництва [20]

Об'єкт контролю	Показники якості, що контролюються	Метод контролю	Періодичність контролю	Особа, що проводить контроль
1	2	3	4	5
Сировина				
Борошно пшеничне в/с	Колір, запах, смак	Органолептичний	Кожну партію	Технолог
Борошно пшеничне в/с	Вологість	Висушування в СЕШ	Кожну партію	Лаборант
Борошно пшеничне в/с	Кількість і якість клейковини	Відмивання, прилад ІДК	Кожну партію	Лаборант
Борошно житнє оббивне	Колір, запах, кислотність	Органолептичний, титрування	Кожну партію	Технолог
Крохмаль кукурудзяний	Вологість, рН	Висушування, рН-метрія	Кожну партію	Лаборант
Клейковина волога	Вологість, колір	Висушування, органолептичний	Кожну партію	Лаборант
Висівки пшеничні	Зовнішній вигляд, кислотність	Органолептичний, титрування	Кожну партію	Технолог
Дріжджі пресовані	Колір, запах, підйомна сила	Органолептичний, за методикою	Кожну партію	Лаборант
Сіль кухонна	Зовнішній вигляд, чистота розчину	Органолептичний	Кожну партію	Технолог
Олія соняшникова	Колір, кислотне число	Органолептичний, хімічний	Кожну партію	Лаборант
Цукор, сода, патока, пектин	Зовнішній вигляд	Органолептичний	Кожну партію	Технолог
Вода технологічна	Прозорість, рН, жорсткість	Хімічний	1 раз/квартал	Лаборант
Напівфабрикати				
Розчини солі та цукру	Чистота, густина розчину	Органолептичний, ареометр	2–3 рази/зміну	Лаборант
Закваска (житній діаб.)	Температура, кислотність	Термометр, титрування	3–4 рази/зміну	Лаборант
Тісто (всі лінії)	Температура	Термометр	Кожен заміс	Лаборант
Тісто (всі лінії)	Вологість	Висушування	Кожен заміс	Лаборант
Тісто (всі лінії)	Кінцева кислотність	Титрування розчином NaOH	Кожен заміс	Лаборант
Тістові заготовки	Маса заготовки	Зважування	3–4 рази/зміну	Технолог
Розстоювання	Температура і вологість шафи	Термометр, гігрометр	3–4 рази/зміну	Технолог
Випікання	Температура пекарної камери	Вмонтований термометр	Постійно	Пекар
Готова продукція				

Продовження табл.2.23

Хліб (усі види)	Зовнішній вигляд, стан м'якушки	Органолептичний	Кожну партію	Лаборант
Хліб (усі види)	Вологість м'якушки	Висушування прискореним методом	Кожну партію	Лаборант
Хліб (усі види)	Кислотність	Титрування розчином NaOH	Кожну партію	Лаборант
Хліб (усі види)	Пористість	Прилад Журавльова	Кожну партію	Лаборант
Хліб безбілковий безсольовий	Відсутність кухонної солі	Аргентометрія	Кожну партію	Лаборант
Усі вироби	Маса виробу	Зважування	Кожну партію	Лаборант
Усі вироби	Показники безпеки	Лабораторні дослідження	За графіком	Лаборант

Контроль показників безпеки (вміст важких металів, мікотоксинів, радіонуклідів, мікробіологічні показники) здійснюється акредитованою лабораторією відповідно до державних санітарних норм і правил [21]. Періодичність контролю безпеки встановлюється згідно з програмою виробничого контролю, побудованою на принципах системи управління безпечністю харчових продуктів НАССР [8].

Запроваджена система технохімічного контролю забезпечує відповідність продукції вимогам нормативних документів, запобігає випуску неякісних виробів.

3 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

3.1 Надзвичайні ситуації екологічного характеру

Проектований цех є підприємством малої потужності, що не відноситься до екологічно небезпечних об'єктів: виробничий процес не передбачає застосування токсичних, радіоактивних або хімічно агресивних речовин. Водночас розміщення одноповерхової виробничої будівлі площею 840 м² у с. Великі Гаї, в зоні змішаної забудови Великогаївської ОТГ поблизу м. Тернополя, накладає на підприємство відповідальність за дотримання нормативів щодо якості атмосферного повітря, водних об'єктів та поводження з відходами [24].

Основним джерелом забруднення атмосферного повітря є борошняний та крохмальний пил, що виділяється під час просіювання сировини на просіювачі ПВГ-600М. Добова витрата борошна пшеничного, борошна житнього та крохмалю кукурудзяного у сукупності становить 1074,1 кг, тому без належного аспіраційного захисту концентрація пилу в підготовчому відділенні здатна перевищувати допустимі норми. Проектом передбачено аспіраційну установку з магнітним уловлювачем, що забезпечує очищення повітря перед викидом в атмосферу. Другим джерелом атмосферних викидів є три хлібопекарські печі А2-ХПК-25 сумарною електричною потужністю 75 кВт. Під час випікання продукти бродіння напівфабрикатів - CO₂, етанол, оцтова кислота - та сліди продуктів термічного розкладання жирів видаляються через витяжну вентиляцію разом із водяною парою. Концентрацію зазначених речовин у повітрі виробничих приміщень контролюють відповідно до чинних санітарних норм [22].

Виробничі стічні води цеху утворюються внаслідок санітарного миття технологічного обладнання та інвентарю: двох тістомісильних машин А2-ХТЗБ і А2-ХТМ, вистоювальної шафи Т1-ХРЗ-80, 1064 хлібопекарських форм (332 форми Л7 та 732 форми Л11), укладача А2-ХМХ-1 і контейнерів А2-ХВЛ, а також підлог виробничих приміщень. Особливістю складу цих стічних вод є підвищена концентрація нативного крохмалю, розчинених білків клейковини, залишків дріжджового середовища та харчового пектину - органічних речовин з

підвищеним рівнем хімічного споживання кисню. Несанкціонований скид таких вод у природні водойми або безпосередньо на рельєф у межах с. Великі Гаї становить реальну загрозу для якості ґрунтових вод. Тому весь обсяг виробничих стічних вод відводиться до централізованої системи каналізації відповідно до встановлених лімітів скиду [23].

До основних видів твердих відходів виробництва належать тара і пакувальні матеріали. Борошно пшеничне вищого сорту (добова витрата 281,3 кг) та борошно житнє оббивне (392,8 кг) зберігаються безтарно у силосах ХЕ-160А, тому пакувальні відходи від них не утворюються. Натомість у тарі надходять крохмаль кукурудзяний (359,0 кг), сода харчова (62,8 кг/добу), пектин харчовий та висівки пшеничні, мішки з-під яких формують основний об'єм пакувальних відходів. До технологічних відходів відносяться хлібні крихти, залишки тіста на гарячих поверхнях і у формах, а також хліб, що не відповідає вимогам стандарту і підлягає поверненню у виробництво або утилізації. Окремим видом відходів є відпрацьована мастильна олія для хлібопекарських форм, що збирається у маркованій тарі та передається спеціалізованим організаціям [25].

Надзвичайні ситуації екологічного характеру, що можуть виникнути на підприємстві, мають переважно техногенне походження. Першою і найбільш вірогідною є відмова аспіраційної системи просіювача ПВГ-600М: у такому разі концентрація борошняного та крохмального пилу в повітрі підготовчого відділення може сягнути вибухонебезпечного рівня, адже нижня концентраційна межа займання крохмалю кукурудзяного становить близько 40–50 г/м³. Одночасно нефільтрований викид пилу в атмосферу перевищить санітарні норми щодо якості повітря в населеному пункті. Другою зоною екологічного ризику є порушення температурного режиму холодильної камери, де одночасно зберігається до 1687,6 кг клейковини пшеничної сирі з граничним терміном придатності не більше двох діб за температури понад +4 °С. Псування зазначеного обсягу клейковини формує значну масу органічних відходів, для своєчасної ліквідації яких може знадобитися залучення спеціалізованих служб. Третьою загрозою є аварійна робота резервного генератора ДЕС-10 кВт з АВР в умовах тривалого знеструмлення підприємства: витік дизельного палива із

збірника генератора здатний спричинити локальне забруднення ґрунту на прилеглий ділянці. Окремою загрозою є можливе пошкодження силосів ХЕ-160А внаслідок воєнних дій, що може призвести до розосередження значних мас борошна в навколишнє середовище [22, 24].

Для запобігання надзвичайним ситуаціям екологічного характеру на проєктованому підприємстві передбачено такий комплекс заходів. Щозмінна перевірка справності аспіраційної системи просіювача ПВГ-600М та очищення фільтрувального елемента виконується з обов'язковою реєстрацією у журналі технічного обслуговування. Холодильна камера оснащується аварійною сигналізацією при перевищенні температури понад +5 °С; обіг клейковини організовано за принципом FIFO з добовим обліком залишків. Паливний збірник генератора ДЕС-10 встановлено на герметизованому піддоні, розрахованому на утримання повного об'єму палива у разі аварійного витоку; навколо паливної системи виконано протифільтраційне покриття підлоги. Стічні виробничі води перед скиданням у каналізаційний колектор проходять через вловлювач крохмалю. Тверді відходи виробництва збираються роздільно у маркованих контейнерах і своєчасно передаються спеціалізованим організаціям відповідно до договорів на утилізацію [22, 23, 25].

3.2 Контроль за станом охорони праці та безпеки життєдіяльності

На ПП «Вівчар П.В.» з чисельністю персоналу 18 осіб відповідальність за стан охорони праці та безпеки життєдіяльності покладається на підприємця відповідно до частини першої статті 15 Закону України «Про охорону праці» [26]. Оскільки чисельність працівників не перевищує 50 осіб, створення штатної служби охорони праці не є обов'язковим: підприємець може самостійно виконувати ці функції або призначити фахівця з числа технічного персоналу. На проєктованому підприємстві функції з охорони праці покладено на технолога-виробника, який пройшов навчання і перевірку знань у встановленому порядку. Контроль за станом охорони праці здійснюється у трьох формах: оперативний - щозмінно відповідальною особою безпосередньо на виробничих ділянках;

плановий - щоквартально з оформленням акту; позаплановий - після нещасного випадку або зміни умов праці [26].

Аналіз умов праці виконано за конкретним обладнанням та операціями проєктованого цеху. Три хлібопекарські печі А2-ХПК-25 загальною встановленою потужністю 75 кВт є головним джерелом теплового та електричного ризику: температура пекарної камери під час випікання сягає 200–240 °С, а зовнішні панелі в зоні вивантаження нагріваються до 60–80 °С, що при контакті незахищених поверхонь шкіри спричиняє опіки. Тістомісильні машини А2-ХТЗБ з об'ємом діжі 330 л та спіральним робочим органом є джерелом підвищеного механічного ризику: потрапляння руки або деталей одягу в зону спіралі під час замісу може призвести до важкої травми. Завантаження та вивантаження 1064 хлібопекарських форм (332 форми Л7 і 732 форми Л11) упродовж зміни формує значне кумулятивне навантаження на опорно-руховий апарат персоналу. Миття підлог і обладнання після кожної зміни створює тимчасово вологі поверхні та підвищує ризик падіння через ковзання. Одночасна робота тістомісильних машин і вентиляційної системи вистоювальної шафи Т1-ХРЗ-80 генерує шум до 75–80 дБА в зоні обслуговування [27].

Система навчання та проведення інструктажів організована диференційовано залежно від конкретної посади та обладнання, з яким працює кожен співробітник [26, 27]. Пекарі, що обслуговують печі А2-ХПК-25, проходять первинний інструктаж з детальним відпрацюванням порядку аварійного відключення печі, правил роботи з гарячими формами та обов'язкового застосування термостійких рукавиць при вивантаженні випеченої продукції. Оператори тістомісильних машин А2-ХТЗБ та А2-ХТМ окремо інструктуються щодо заборони відчинення захисних огорожень під час роботи машини, вимог до щільно облягаючого спецодягу без елементів, що звисають, а також заборони виконання прибиральних і налагоджувальних операцій без попереднього знеструмлення. Усьому персоналу проводяться п'ять видів інструктажів: вступний - до початку роботи на підприємстві; первинний на робочому місці - перед першим самостійним виконанням операцій; повторний - не рідше одного разу на шість місяців; позаплановий - при зміні технологічного процесу або

введенні нового обладнання; цільовий - при виконанні разових робіт підвищеної небезпеки. Факт проведення кожного інструктажу засвідчується підписами інструктора і працівника у журналі реєстрації інструктажів установленої форми.

Підбір засобів індивідуального захисту виконано окремо для кожного робочого місця залежно від виявлених ризиків. Пекарям видаються термостійкі п'ятипалі рукавиці для завантаження та вивантаження гарячих форм із печей А2-ХПК-25, захисні фартухи з матеріалу з обмеженою горючістю та протиковзне взуття з термостійкою підошвою. Операторам тістомісильних машин А2-ХТЗБ передбачені рукавиці зі щільними манжетами без кілець та декоративних елементів, головні убори - ковпаки, що повністю закривають волосся і унеможливають його потрапляння в зону спіральних робочих органів. Оператору просіювача ПВГ-600М під час просіювання борошна і крохмалю видається напівмаска-респіратор класу FFP2 для захисту дихальних шляхів від борошняного та крохмального пилу. Весь виробничий персонал забезпечується білими бавовняними халатами відповідно до санітарних вимог харчового підприємства та антистатичним закритим взуттям із нековзною підошвою, що стійка до вологого керамічного покриття підлоги [27].

Технічні заходи безпеки при монтажі та експлуатації обладнання включають такі рішення. Усе електрообладнання цеху із сумарною встановленою потужністю 123,24 кВт підключено до спільного захисного контуру заземлення; перевірка опору заземлення здійснюється щорічно акредитованою електротехнічною лабораторією. Печі А2-ХПК-25 встановлено з нормативним проходом для обслуговування не менше 0,8 м з усіх боків та оснащено автоматичними обмежувачами максимальної температури, що унеможливають перегрів. Тістомісильні машини А2-ХТЗБ обладнано сітчастими огороженнями спіральних механізмів з магнітними блокуваннями - відчинення огороження під час обертання спіралі автоматично знеструмлює привід. Біля кожної тістомісильної машини та кожної печі встановлено грибоподібну кнопку аварійного зупинення яскраво-червоного кольору, доступну без зміни положення оператора. Резервний генератор ДЕС-10 з пристроєм автоматичного введення резерву розміщено у вентильованому відсіку з окремим контуром заземлення;

щомісяця виконується контрольний тест АВР з перевіркою часу перемикання на автономне живлення, що не перевищує 15 секунд [27].

Пожежна небезпека проєктованого цеху визначається поєднанням горючих матеріалів (борошно, крохмаль, картонна і паперова тара) та постійно діючих джерел запалювання (печі з температурою камери 200–240 °С). Відповідно до вимог НАПБ А.01.001-2014 [28] у приміщеннях цеху передбачено таке протипожежне обладнання: у зоні обслуговування трьох печей А2-ХПК-25 розміщено три вуглекислотних вогнегасники ОУ-5 для гасіння пожеж класу Е (електрообладнання під напругою); у підготовчому відділенні біля просіювача ПВГ-600М та у складі сухої сировини встановлено три порошкові вогнегасники ОП-5 для гасіння пожеж класу А (тверді горючі матеріали). Над пекарним обладнанням змонтовано теплові пожежні сповіщувачі; у складі сухої сировини та у хлібосховищі - димові сповіщувачі. Одноповерхова будівля з виробничим цехом площею 840 м² обладнана евакуаційними виходами з позначеними маршрутами, що забезпечує евакуацію 18 осіб у межах нормативного часу [28].

В умовах воєнного стану на підприємстві запроваджено комплекс заходів цивільного захисту з урахуванням того, що виробнича будівля є одноповерховою без підземних рівнів, а найближче обладнане укриття розташоване в межах с. Великі Гаї [29]. Порядок дій при оголошенні повітряної тривоги передбачає послідовне виконання таких операцій. Оператори печей А2-ХПК-25 вимикають нагрівальні елементи та зачиняють дверцята пекарних камер, запобігаючи неконтрольованому перегріву. Оператори тістомісильних машин зупиняють машини кнопками аварійного зупинення та фіксують діжі стопорами. Черговий по цеху перевіряє автоматичне увімкнення генератора ДЕС-10 для підтримки роботи холодильної камери, де зберігається до 1687,6 кг клейковини пшеничної сирої з граничним терміном придатності дві доби. Після отримання сигналу весь персонал евакуюється до визначеного укриття, технолог проводить поіменну перевірку наявності всіх 18 осіб. На підприємстві постійно зберігається триденний запас питної води: 540 л у герметичних ємностях, розміщених безпосередньо на маршруті евакуації. Повернення до роботи після відбою тривоги

дозволяється виключно після перевірки технологом стану обладнання та підтвердження керівника [29].

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі розроблено проєкт цеху з виробництва хліба з дієтичними властивостями на базі ПП «Вівчар П.В.» у с. Великі Гаї Тернопільського району. Основною метою роботи було обґрунтування технологічної, економічної та соціальної доцільності організації спеціалізованого виробництва хлібобулочних виробів для спеціального дієтичного споживання.

У роботі виконано техніко-економічне обґрунтування проєкту, проаналізовано місце розташування підприємства, сировинну зону та канали реалізації продукції. Обґрунтовано асортимент із трьох видів дієтичного хліба: хліба білково-пшеничного формового масою 0,4 кг, хліба безбілкового безсольового формового масою 0,2 кг та хліба житнього діабетичного формового масою 0,4 кг. За результатами розрахунку потужності встановлено, що проєктований цех може забезпечити продукцією близько 6178 осіб за річного обсягу виробництва 624 000 кг.

Розроблено технологічні схеми виробництва та описано технологічний процес для кожного виду виробів. Хліб білково-пшеничний виробляється безопарним способом, хліб безбілковий безсольовий — безопарним прискореним способом, хліб житній діабетичний — способом на густій заквасці. Виконано повний розрахунок густої житньої закваски з визначенням її складу та виходу.

Проведено технологічні розрахунки виробництва: підібрано та розраховано печі марки А2-ХПК-25, виконано розрахунки пофазних і виробничих рецептур, визначено вихід виробів, який становить 80,35 % для хліба білково-пшеничного, 189,41 % для хліба безбілкового безсольового та 190,17 % для хліба житнього діабетичного. Розраховано добові витрати та необхідні запаси сировини. Загальна добова продуктивність цеху становить 2393,6 кг/добу.

Виконано розрахунок площ основних і допоміжних приміщень. Виробничий корпус запроектовано в одноповерховій будівлі із сіткою колон 6×6 м; площа виробничого цеху становить 840 м², а загальна площа будівлі — 1121,3 м². Передбачено безтарне зберігання борошна у чотирьох силосах марки ХЕ-

160А. Підібрано та розраховано технологічне обладнання трьох виробничих ліній загальною встановленою потужністю 123,24 кВт.

Розроблено систему технохімічного контролю виробництва, що охоплює вхідний контроль сировини, оперативний контроль напівфабрикатів та контроль якості готової продукції на відповідність вимогам чинних нормативних документів.

Розглянуто питання безпеки життєдіяльності та основ охорони праці, зокрема надзвичайні ситуації екологічного характеру та контроль за станом охорони праці на підприємстві з урахуванням вимог воєнного часу. Графічну частину роботи виконано на п'яти аркушах формату А1, що включають апаратурно-технологічні схеми трьох виробничих ліній, план виробничого корпусу та розрізи.

Таким чином, результати кваліфікаційної роботи підтверджують технологічну, економічну та соціальну доцільність створення цеху з виробництва хліба з дієтичними властивостями, продукція якого призначена для споживачів з особливими харчовими потребами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Про затвердження Норм фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах і енергії: наказ МОЗ України від 03.09.2017 № 1073. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1206-17> (дата звернення: 10.06.2026).
2. Дробот В. І. Технологічні розрахунки у хлібопекарському виробництві: навчально-методичний посібник. Київ: Кондор, 2010. 440 с.
3. Сільське господарство Тернопільської області: статистичний збірник / Головне управління статистики у Тернопільській області. Тернопіль, 2023. 198 с.
4. ДСТУ 46.004-99. Борошно пшеничне. Технічні умови. Чинний від 1999-07-20. Київ: Держстандарт України, 1999. 13 с.
5. ДСТУ 4812:2007. Дріжджі хлібопекарські пресовані. Технічні умови. Чинний від 2007-07-30. Київ: Держспоживстандарт України, 2007. 13 с.
6. Технологічні інструкції з виробництва хлібобулочних виробів для спеціального дієтичного споживання / асоціація «УКРХЛІБПРОМ». Київ, 2007. 84 с.
7. Державні санітарні правила для підприємств хлібопекарської промисловості ДСП 4.4.4-011-98. Київ: МОЗ України, 1998. 36 с.
8. ДСТУ ISO 22000:2019. Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-якої організації харчового ланцюга. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019. 49 с.
9. Огляд ринку хлібобулочних виробів України: аналітичний звіт / Pro-Consulting. Київ, 2023. 56 с. URL: <https://pro-consulting.ua> (дата звернення: 08.06.2026).
10. Статистичні дані щодо поширеності цукрового діабету в Україні / Центр громадського здоров'я МОЗ України. Київ, 2023. URL: <https://phc.org.ua> (дата звернення: 08.06.2026).
11. ДСТУ-П 4588:2006. Вироби хлібобулочні для спеціального дієтичного споживання. Загальні технічні умови. Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 20 с.

- 12.ДСТУ 3976-2000. Крохмаль кукурудзяний. Загальні технічні умови. Київ: Держстандарт України, 2001. 16 с.
- 13.ДСТУ 3583:2015 (ДСТУ EN 14564:2014). Сіль кухонна. Загальні технічні умови. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2015. 18 с.
- 14.ДСТУ 4623:2006. Цукор білий. Технічні умови. Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 22 с.
- 15.ДСТУ 4492:2017. Олія соняшникова. Технічні умови. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2018. 27 с.
- 16.ДСанПіН 2.2.4-171-10. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. Київ: МОЗ України, 2010. 48 с.
- 17.Дробот В. І. Довідник з технології хлібопекарського виробництва. Київ: ПрофКнига, 2019. 580 с.
- 18.Технологічне обладнання хлібопекарських підприємств: каталог-довідник / уклад. О. М. Гайдук. Київ: НУХТ, 2018. 264 с.
- 19.Електропостачання промислових підприємств харчової галузі: навчальний посібник / за ред. В. М. Іщенка. Київ: НУХТ, 2017. 196 с.
- 20.ДСТУ 7045:2009. Вироби хлібобулочні. Методи визначення фізико-хімічних показників. Київ: Держспоживстандарт України, 2010. 18 с.
- 21.Державні гігієнічні правила і норми «Регламент максимальних рівнів окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах»: наказ МОЗ України від 13.05.2013 № 368. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0774-13> (дата звернення: 10.06.2026).
- 22.Запольський А. К. Екологізація харчових виробництв: підручник. Київ: Вища школа, 2016. 423 с.
- 23.Правила приймання стічних вод до систем централізованого водовідведення: наказ Мінрегіону України від 01.12.2017 № 316. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0056-18> (дата звернення: 10.06.2026).
- 24.Про охорону навколишнього природного середовища: Закон України від 25.06.1991 № 1264-XII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12> (дата звернення: 10.06.2026).

25. Про відходи: Закон України від 05.03.1998 № 187/98-ВР. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/187/98-вр> (дата звернення: 10.06.2026).
26. Про охорону праці: Закон України від 14.10.1992 № 2694-XII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12> (дата звернення: 11.06.2026).
27. НПА ОП 15.8-1.27-02. Правила охорони праці для підприємств хлібопекарської та макаронної промисловості: наказ Держнаглядохоронпраці України від 06.02.2002 № 27. Київ, 2002. 68 с.
28. НАПБ А.01.001-2014. Правила пожежної безпеки в Україні: наказ МВС України від 30.12.2014 № 1417. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0252-15> (дата звернення: 11.06.2026).
29. Кодекс цивільного захисту України від 02.10.2012 № 5403-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17> (дата звернення: 11.06.2026).