

Міністерство освіти і науки України

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Кафедра харчової біотехнології і хімії

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему:

***Проект цеху в Тернопільській області з виробництва
хлібобулочних виробів орієнтованих на інтереси місцевого
населення***

Виконала: студентка _____ 4 курсу, групи МХ-41
спеціальності _____ 181 Харчові технології

Зуб М.Н.

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Карпик Г. В.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Дацишин К.Є.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Кухтин М.Д.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Тернопіль

2026

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

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

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)
за спеціальністю 181 «Харчові технології»
(шифр і назва спеціальності)
студентці Зуб Марії Назарівні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Проект цеху в Тернопільській області з виробництва хлібобулочних виробів орієнтованих на інтереси місцевого населення*

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

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

2. Термін подання студенткою завершеної роботи 19.06.2026 р.

3. Вихідні дані до роботи Асортимент:

1) Хліб «Добрий»

2) Хліб житній подовий

3) Батони «Домашні»

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

Вступ. Техніко-економічне обґрунтування. Технологічна частина (вибір та обґрунтування

технологічних процесів і режимів виробництва продуктів; технологічні розрахунки

виробництва запроєктованого асортименту; розрахунок витрат і запасів сировини;

розрахунок площ виробничих приміщень; підбір і розрахунок технологічного обладнання;

технохімічний контроль виробництва продуктів запроєктованого асортименту).

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

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

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

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

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

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Технологічна частина	Карпик Г.В., доцент		
Техніко-економічне обґрунтування	Карпик Г.В, доцент		
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці			

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

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

Студентка

(підпис)

Марія ЗУБ

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

Галина КАРПИК

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота присвячена розробленню проєкту цеху з виробництва хлібобулочних виробів у Тернопільській області. Під час виконання роботи було обрано асортимент продукції та визначено обсяги її виготовлення.

У роботі розглянуто послідовність виробництва виробів, виконано розрахунки сировини, необхідної для роботи цеху, а також підібрано обладнання для основних технологічних операцій. Окремо вирішено питання організації виробничих приміщень та розміщення обладнання.

Отримані результати можуть бути використані при створенні підприємства, яке спеціалізуватиметься на випуску хлібобулочних виробів для населення регіону.

Ключові слова: хлібобулочні вироби, хліб «Добрий», хліб житній подовий, батони «Домашні», сировина, технохімічний контроль

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ.....	7
1.1 Характеристика місця розташування підприємства.....	7
1.2 Обґрунтування асортименту продукції.....	8
1.3 Характеристика сировинної зони.....	9
1.4 Характеристика каналів реалізації продукції.....	11
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	12
2.1 Вибір та обґрунтування технологічних процесів й режимів виробництва хліба.....	12
2.1.1 Нормативні показники продуктів запроєктованого асортименту.....	12
2.1.2 Характеристика сировини та допоміжних матеріалів.....	13
2.1.3 Вибір та обґрунтування технологічних схем	16
2.1.4 Опис технологічного процесу виробництва хліба	20
2.2 Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту.....	21
2.2.1 Таблиця вихідних даних	21
2.2.2 Підбір та розрахунок печей.....	24
2.2.3 Розрахунок пофазних рецептур.....	25
2.2.4 Розрахунок виходу виробів.....	33
2.2.5 Розрахунок виробничих рецептур та вибір технологічних параметрів.....	36
2.3 Розрахунок витрат і запасів сировини.....	40
2.4 Розрахунок площ основних та допоміжних приміщень	42
2.5 Підбір технологічного обладнання	43
2.6 Технохімічний контроль виробництва	48
3 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	51
ВИСНОВКИ.....
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ.....
ДОДАТКИ.....

ВСТУП

Хліб є одним із тих продуктів, які люди купують практично щодня. Саме тому виробництво хлібобулочних виробів залишається важливою складовою харчової промисловості. Незважаючи на зміни в харчових звичках населення, попит на таку продукцію зберігається.

Для роботи будь-якого хлібопекарського підприємства важливими є правильний вибір обладнання, забезпечення виробництва сировиною та організація технологічного процесу. Від цього залежить якість готових виробів, зручність роботи персоналу та загальна ефективність виробництва.

У даній роботі розроблено проєкт цеху з виробництва хлібобулочних виробів. Під час виконання проєкту визначено виробничу програму, проведено розрахунок потреби в сировині, підібрано технологічне обладнання та розглянуто основні питання організації виробничого процесу.

Розроблений проєкт орієнтований на забезпечення населення хлібобулочними виробами та враховує особливості роботи сучасного хлібопекарського виробництва.

1 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

1.1 Характеристика місця розташування підприємства

У кваліфікаційній роботі передбачається проєктування цеху з виробництва хлібобулочних виробів у місті Ланівці Тернопільської області. Вибір місця будівництва зумовлений вигідним розташуванням населеного пункту, близькістю до сировинної бази, наявністю транспортного сполучення та постійним попитом населення на вироби хлібопекарської галузі.

Місто Ланівці є адміністративним центром Лановецької міської територіальної громади. Населений пункт розташований у північно-східній частині області та має вигідне транспортне сполучення із Тернополем, Кременцем, Шумськом та сусідніми громадами [12].

Значною перевагою Лановецької громади є її аграрна спрямованість. Велика частина земель використовується для вирощування зернових культур, основну частину серед яких переважають пшениця, жито, кукурудза, ячмінь та інші. Завдяки цьому забезпечується надійна сировинна база для підприємств харчової промисловості та позитивно впливає на розвиток виробництв, пов'язаних із переробкою зерна. Також в регіоні знаходяться підприємства, які займаються зберіганням та переробкою сировини, завдяки чому знижуються витрати на її транспортування.

Місце для будівництва обирали враховуючи перспективи розвитку громади та забезпеченість робочою силою. Початок роботи нового хлібопекарського цеху матиме позитивний вплив на місцеву економіку, зростання бюджетних надходжень та збільшення рівня забезпечення якісною та свіжою продукцією.

На даний момент чисельність населення Лановецької міської територіальної громади становить 26028 осіб [13]. Завдяки такій кількості населення буде постійний попит на хлібобулочні вироби, які щоденно

споживаються. Окрім мешканців, потенційними споживачами даної продукції можуть бути також жителі прилеглих громад та населених пунктів.

Річна потреба громади в хлібобулочних výroбах становить:

$$П = Ч \cdot Н, \quad (1.1)$$

де Ч – чисельність споживачів, осіб;

Н – норма споживання, кг/рік.

$$П = 26028 \cdot 101 = 2628828 \text{ кг/рік}$$

Виробнича потужність підприємства (приймаємо 300 робочих днів на рік):

$$ВП = \frac{П}{Т}, \quad (1.2)$$

де Т – кількість робочих днів/рік.

$$ВП = \frac{2628828}{300} = 8762,76 \frac{\text{кг}}{\text{добу}}$$

Надлишок виробничої потужності у порівнянні з потребами населення пов'язаний з тим, що планується реалізація продукції у сусідні громади Тернопільської області та регіони України, яким потрібне додаткове забезпечення хлібобулочними výroбами внаслідок негативного впливу воєнних дій.

Отже, Лановецька міська територіальна громада має достатній потенціал для розміщення сучасного хлібопекарського підприємства. Запроєктований цех дозволить забезпечити населення високоякісною продукцією та позитивно вплине на розвиток харчової промисловості регіону.

1.2 Обґрунтування асортименту продукції

Асортимент продукції проєктованого цеху розроблено враховуючи споживчі уподобання населення, особливості харчування різних вікових груп та можливості ефективного використання ресурсів підприємства. До виробничої програми включено хліб «Добрий», житній подовий та батони «Домашні».

Хліб «Добрий» є виробом повсякденного споживання та одним із найпоширеніших видів пшеничного хліба. На нього є стабільний попит серед

споживачів завдяки приємним смаковим властивостям, м'якій структурі м'якушки та добре розвиненій пористості. Хліб «Добрий» визначається високою харчовою цінністю, містить значну кількість вуглеводів, рослинних білків, мінеральних речовин та вітамінів групи В.

Хліб житній подовий визначається своїм характерним смаком, ароматом та підвищеним вмістом харчових волокон. Хліб із житнього борошна містить значну кількість мінеральних речовин, біологічно активних сполук та вітамінів. Наявна клітковина у житньому хлібі нормалізує роботу травної системи та забезпечує довше відчуття ситості в порівнянні з пшеничними хлібами.

Батони «Домашні» є невід'ємною частиною асортименту хлібобулочних виробів оскільки є універсальними у використанні. Їх використовують як для бутербродів, так і як самостійний продукт. Гарний зовнішній вигляд, ніжна консистенція м'якушки та високі органолептичні показники слугують сприяють стабільному попиту споживачів із різних вікових категорій.

Наявність в асортименті як пшеничних, так і житніх виробів задовольняє потреби різних споживачів та забезпечує стабільний збут продукції. Обраний асортимент відповідає динаміці розвитку споживання хлібобулочних виробів і може бути добре реалізований у проєктованому підприємстві.

1.3 Характеристика сировинної зони

Злагоджена робота хлібопекарського підприємства суттєво залежить від належного забезпечення виробництва якісною сировиною. Розташування проєктованого цеху в Ланівцях дозволяє організувати постачання основної та допоміжної сировини, необхідної для виробництва хлібобулочних виробів.

Тернопільська область є регіоном із розвиненим аграрним сектором. Значні площі земель використовуються для вирощування зернових культур, зокремо жита та пшениці. Це сприяє стабільному функціонуванню борошномельних

підприємств та створює надійну основу для постачання на хлібопекарські підприємства борошна.

До основної сировини належить пшеничне та житнє борошно. Його постачання може відбуватися з борошномельних підприємств, що мають необхідні виробничі потужності. Щоб зменшити витрати на транспортування та зберігання борошна передбачено безтарний спосіб приймання та зберігання борошна із використанням спеціалізованого транспорту.

Дріжджі, кухонна сіль, цукор та інша допоміжна сировина забезпечуватиметься постачальниками із Тернопільської та сусідніх областей. Доставка сировини здійснюється в короткі терміни завдяки розвиненій транспортній мережі, що дозволить підтримувати виробничі запаси без надмірного накопичення сировини.

Для деяких виробів використовується суха молочна сироватка та сухе знежирене молоко. Їх постачання може здійснюватись з молокопереробних підприємств Тернопільської, Хмельницької та Рівненської областей, які на цьому спеціалізуються. Використання цієї сировини підвищує харчову цінність виробів, покращує смакові властивості та подовжує свіжість готової продукції

Питна вода для технологічних потреб буде надходити з централізованої системи водопостачання. Обов'язково відбуватиметься контроль її якості згідно з санітарно-гігієнічними вимогами.

Отже, сировинна зона запроєктованого цеху визначається достатнім ресурсним потенціалом, наявними виробниками основної та допоміжної сировини та зручним транспортним сполученням. Завдяки цьому створюються належні умови для стабільного виробництва хліба «Добрий», житнього подового та батонів «Домашні», а також забезпечується економічна доцільність реалізації проєкту.

1.4 Характеристика каналів реалізації продукції

Збут продукції запроєктованого підприємства передбачено здійснювати у продовольчих магазинах міста Ланівці та населених пунктів Лановецької та сусідніх територіальних громад. Крім того, можливе постачання до закладів громадського харчування, освітніх установ та інших організацій. Також можна брати участь із продукцією у місцевих ярмарках. Перевагою підприємства буде щоденне забезпечення споживачів свіжими та якісними виробами.

Обрані канали реалізації зможуть забезпечити стабільний збут хліба «Добрий», житнього подового та батонів «Домашні» і сприятимуть конкурентоспроможності підприємства на ринку.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Вибір та обґрунтування технологічних процесів й режимів виробництва хліба

2.1.1 Нормативні показники продуктів запроєктованого асортименту

Якість хлібобулочних виробів залежить від органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних показників, які повинні задовольняти вимоги чинної нормативної документації. Для того, щоб забезпечити безпечність продукції слід дотримуватись встановлених показників.

Асортимент проєктованого підприємства включає хліб «Добрий», батони «Домашні» та хліб житній подовий. Готові вироби повинні мати правильну форму, рівномірно забарвлену поверхню, без підгоріlostей, тріщин і значних механічних пошкоджень. М'якушка має бути добре пропеченою, еластичною та без грудок непромішаного тіста. Не має бути сторонніх присмаків і запахів.

Таблиця 2.1 - Фізико-хімічні показники

Показник	Хліб «Добрий»	Хліб житній подовий	Батони «Домашні»
Маса виробу, кг	0,50	0,75	0,40
Кислотність, град., не більше	2,5	7,0	2,5
Пористість, %, не менше	68	55	70

Мікробіологічні показники мають бути відповідними вимогам санітарного законодавства та гарантувати безпечність виробів протягом встановленого терміну зберігання. Контроль якості готової продукції відбувається на всіх етапах виробництва згідно з вимогами нормативних документів та системи контролю безпечності харсових продуктів.

2.1.2 Характеристика сировини та допоміжних матеріалів

Для виробництва хліба «Добрий», житнього подового та батонів «Домашні» використовують основну та допоміжну сировину. До основної належать борошно пшеничне вищого сорту, борошно житнє сіяне, кухонна сіль, дріжджі хлібопекарські пресовані та вода питна. До допоміжної – цукор білий, суха молочна сироватка, патока та сухе знежирене молоко.

Основною складовою рецептури є борошно, від якості якого залежать технологічні властивості тіста та показники готових виробів. Дріжджі забезпечують процес бродіння і розпушення тіста, сіль покращує смак і регулює перебіг технологічних процесів, а цукор і патока сприяють формуванню смаку, кольору скоринки та аромату. Молочна продукція підвищує харчову цінність і позитивно впливає на структуру м'якушки. Уся сировина має відповідати вимогам чинних нормативних документів (таблиця 2.1) та проходити вхідний контроль перед використанням у виробництві.

Таблиця 2.2 Вимоги до якості сировини

№	Найменування сировини	Номер та назва нормативної документації	Вимоги до якості	
			За органолептичними показниками	За фізико-хімічними показниками
1	Борошно пшеничне вищого сорту	ДСТУ 46.004-99	Колір: білий або білий із жовтим відтінком; Запах: властивий пшеничному борошну, не має сторонніх запахів, не пліснявий; Смак: властивий пшеничному борошну, не має сторонніх присмаків, не кислий, не гіркий.	Відсутній хрускіт при розжовуванні борошна; Вологість: не більше 15%; Кислотність: не більше 3 град.; Зольність: не більше 0,55%; Білість РЗ-БПЛ: 54 і більше; Крупність помолу: 5%; Клейковина: не менше 24,0%; Якість: не нижче 2-ої групи; Зараженість і забрудненість через шкідників не дозволена.

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4	5
2	Борошно житнє сіяне	ДСТУ 8791:2018	Колір: білий, кремовий або сіруватий відтінок Запах і смак: властивий житньому борошну, не має бути сторонніх запахів та присмаків.	Зольність: не більш ніж 0,75%; Білість: 50 і більше; Число падіння: не менше ніж 160; Вологість: не більше ніж 15%.
3	Дріжджі хлібопекарські пресовані	ДСТУ 4812:2007	Колір: сіруватий з жовтуватим відтінком, на поверхні не має бути потемнілих плям; Запах: властивий дріжджовому продукту; Смак: властивий для дріжджів, не має бути сторонніх присмаків.	Вологість: не більше 75,0%; Підймальна сила: не довше 55 хв; Кислотність: не більше ніж 300; Стійкість: за температури 35 °С, не менше ніж 60 год; Мальтазна активність: хороша, менш як 90 хв, задовільна – 90-100 хв.
4	Сіль кухонна харчова	ДСТУ 3583:2015	Зовнішній вигляд: кристалічний сипкий продукт; Механічні домішки: наявність сторонніх домішок, які не пов'язані із походженням солі не дозволяються	Вологість: не більше ніж 0,25 %; Масова частка: хлористого натрію: не менш як 98,20%; кальцій-іону - 0,35%; магній-іону - 0,08%; сульфат-іону - 0,85%; калій-іону - 0,10%; оксиду-заліза -0,040%; Масова частка нерозчинного у воді залишку: не більше ніж 0,25%.
5	Сироватка молочна суха	ДСТУ 4552:2006	Зовнішній вигляд і консистенція: тонко-дисперсний порошок, також можуть бути наявні грудочки, але які легко розсипаються внаслідок механічної дії; Смак і запах: солодкувато-солонуватий, не має бути сторонніх запахів і присмаків. Колір: від білого до світло-жовтого	Масова частка вологи: не більше 5,0%; Масова частка лактози: не менше 60,0 %; Масова частка жиру: не більше 2,0 %; Кислотність: не більше 20 °Т; Масова частка білка: не менше 10,0 %.

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4	5
6	Цукор білий	ДСТУ 4623:2023	Білий, сипкий, без грудочок і без сторонніх домішок; смак і запах: властиві цукру, не має бути сторонніх присмаків і запахів; розчин прозорий, без осаду.	Масова частка сахарози - не менше 99,7 %; редукувальних речовин - не більше 0,04 %; золи - не більше 0,011 %
7	Маргарин	ДСТУ 4465:2005	Смак і запах: чистий, добре виражений, вершковий з присмаком пастеризації і (або) кисломолочний, в міру солонуватий. Консистенція і зовнішній вигляд: тверда, однорідна. Колір: від білого до жовтого.	Вологість: не більше як 100 Температура плавлення: 27-38 °С; Пероксидне число: не більше як моль/кг; Кислотність: 2,5 Град
8	Молоко сухе знежирене	ДСТУ 4273:2015	Колір: від білого до світло-кремового; Смак і запах: чистий, не має сторонніх запахів і присмаків, притаманний свіжому молоку. Консистенція: однорідна рідина, без пластівців білка та осаду.	Масова частка жиру: не більше 1,5 % Масова частка вологи: не більше 5,0% Кислотність: не більше 21 °Т Розчинність: добра, без осаду.
9	Патока	ДСТУ 4498:2005	Колір: від безбарвного до блідо-жовтого; Зовнішній вигляд: густа та в'язка рідина. Прозорість: прозора, допускається опалесценція; Смак і запах: не має бути сторонніх присмаків та запахів, властиві патоці.	Масова частка сухих речовин: не менше 78,0 %; Масова частка редукувальних речовин: 38-42 %; Масова частка золи: не більше ніж 0,40%; Ph : не менше 4,6.

2.1.3 Вибір та обґрунтування технологічних схем

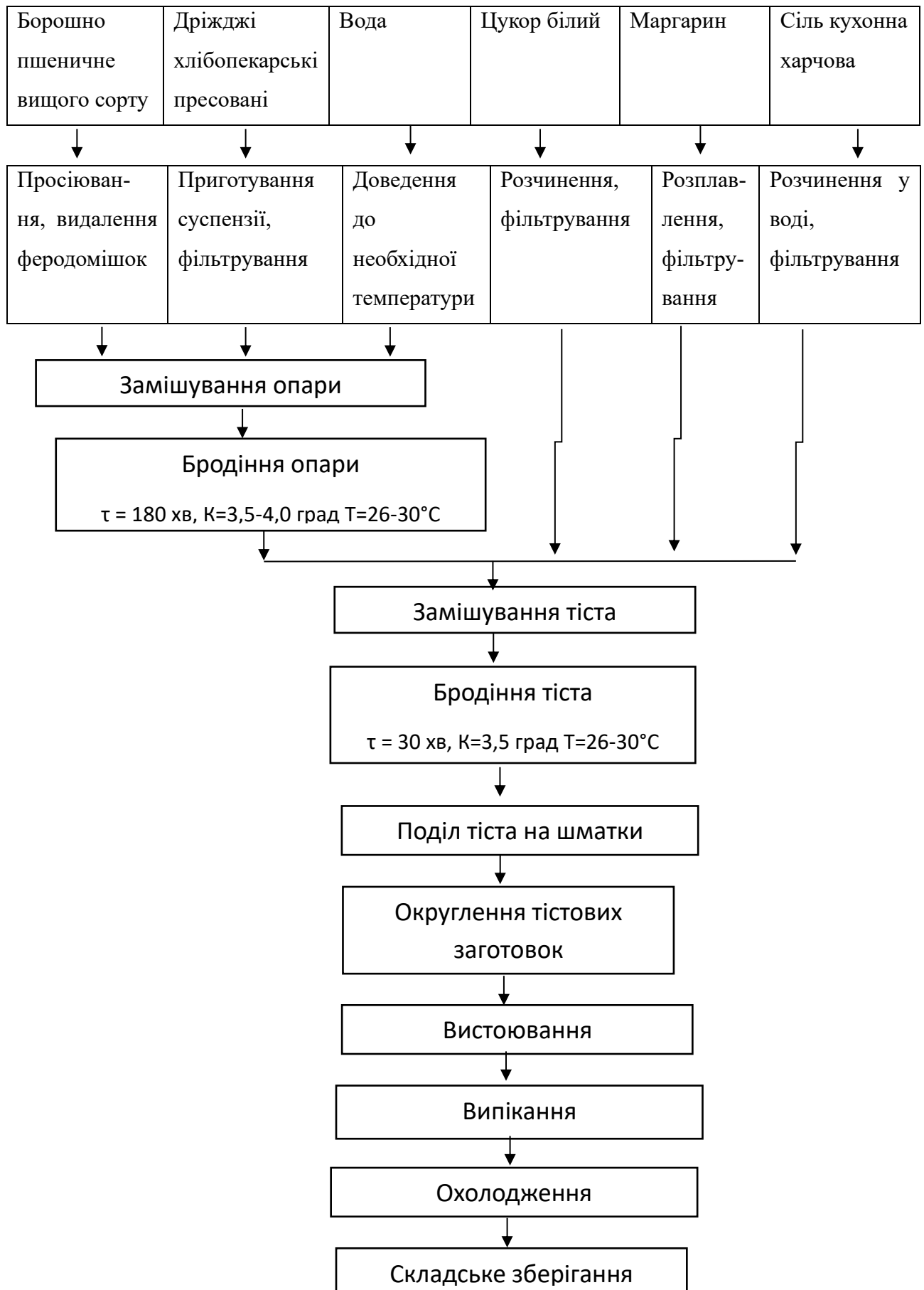
Для виробництва запроєктованого асортименту виробів обрано традиційні технологічні схеми приготування тіста, які будуть забезпечувати високі органолептичні показники, стабільність технологічного процесу та ефективне використання виробничих потужностей. Для хліба «Добрий» спосіб приготування тіста на великій густій опарі, для житнього подового – на густій заквасці, а для батонів «Домашні» - на традиційній густій опарі.

Використання великої густої опари при виробництві хліба «Добрий» забезпечує ефективне накопичення смако-ароматичних речовин, покращує властивості тіста та дозволяє отримати вироби з добре розвиненою пористістю. Для приготування опари використовують 60 % борошна від усієї кількості, передбаченої рецептурою. Вологість опари становить 46 %, початкова температура - 26-30 °С, тривалість бродіння – 180 хв, кінцева кислотність – 5,0 – 5,5 град.

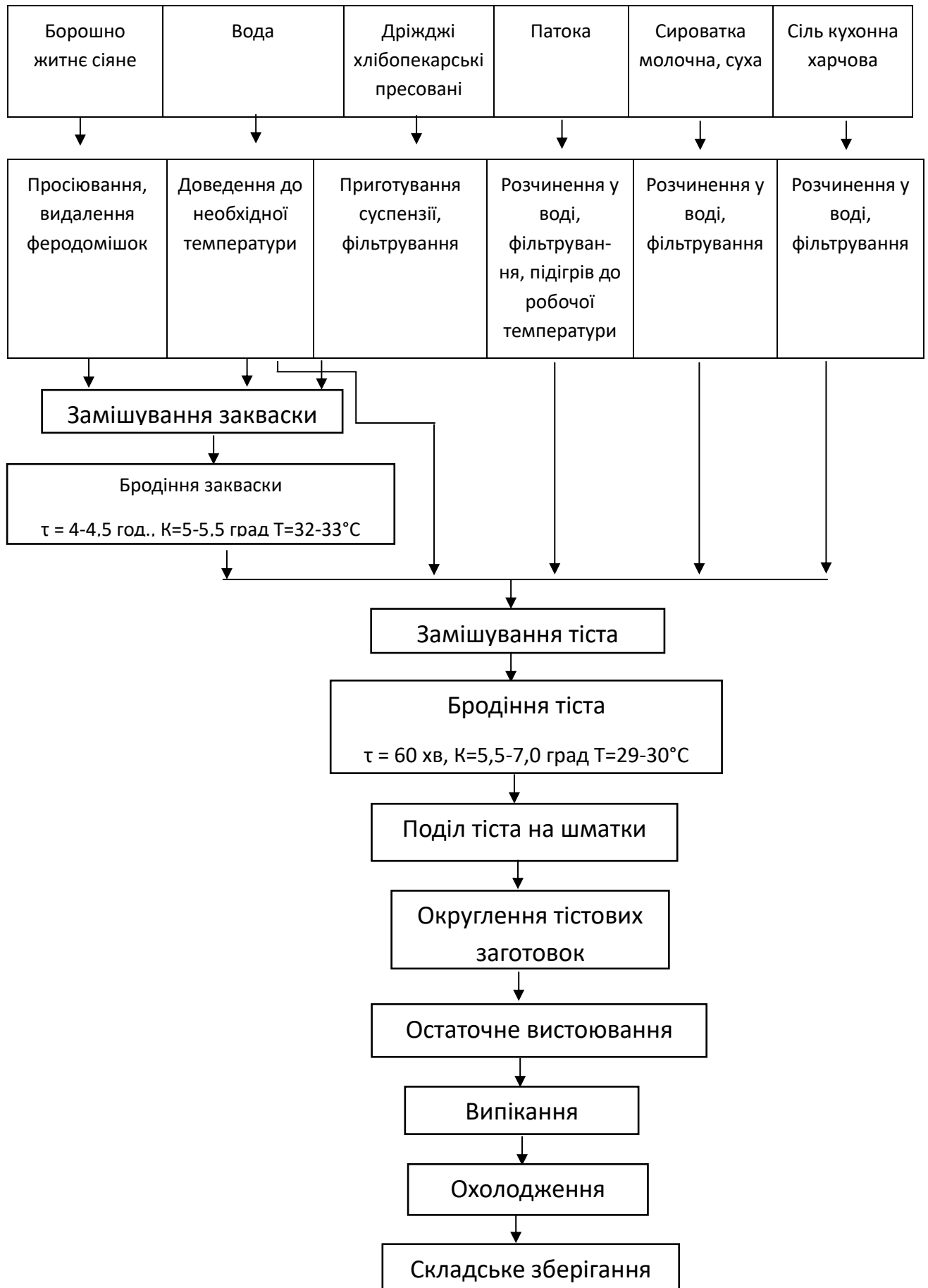
Для хліба житнього подового тісто готують на густій заквасці. Використання закваски є оптимальним для житніх сортів хліба, завдяки чому забезпечується накопичення необхідної кислотності, покращуються смакові властивості виробу та забезпечується характерний аромат житнього хліба. Вологість закваски становить 49 %, початкова температура – 32-33 °С, тривалість бродіння – 4-4,5 год., кінцева кислотність – 3,0 – 3,5 град.

Для виробництва батонів «Домашні» обрано традиційний спосіб приготування тіста на густій опарі. До складу опари входить 45 % борошна від усієї кількості. Кількість дріжджів і вода за розрахунком. Вологість опари становить 48 %, температура – 28 – 30 °С, тривалість бродіння – 220 хв, кінцева кислотність – 3,0 – 3,5 град. Застосування опарного способу дозволяє отримати батони із рівномірною пористістю, еластичною м'якушкою та приємним ароматом.

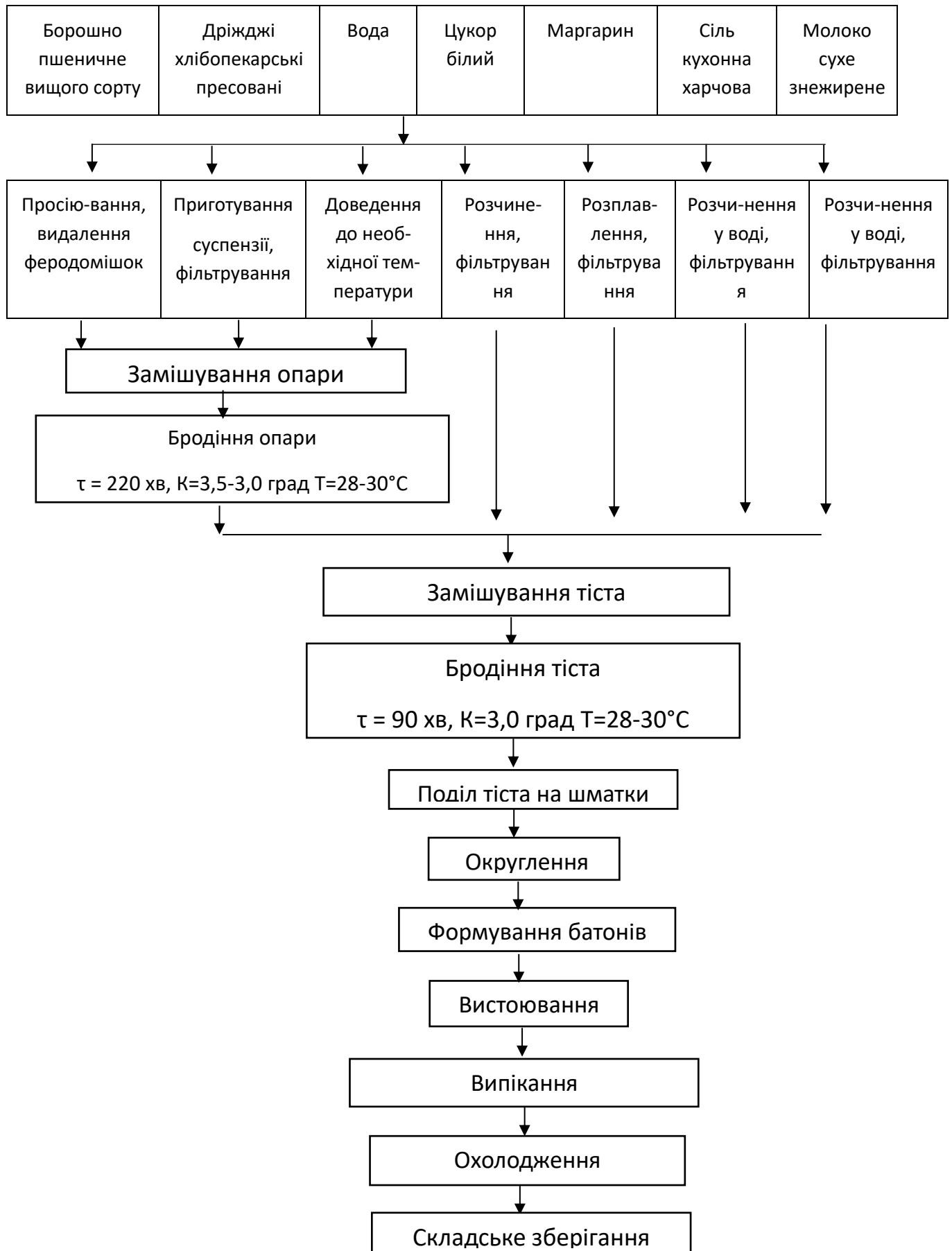
Технологічна схема виробництва хліба «Добрий»



Технологічна схема виробництва хліба житнього подового



Технологічна схема виробництва батонів «Домашні»



2.1.4 Опис технологічного процесу виробництва хліба

Виробництво хлібобулочних виробів починається із приймання та зберігання сировини. Борошно зберігають у безтарно у силосах (Л1, п.1). Із силосів воно поступає на просіювання (Л1, п.2), щоб видалити сторонні домішки та покращити аерацію.

Для виробництва хліба «Добрий» воду підігривають до необхідної температури, такої щоб температура тіста становила 26 – 30 °С. Пресовані дріжджі готують у вигляді суспензії (Л1, п.6). Із частини борошна, дріжджової суспензії та води замішують опару. Її відправляють на бродіння. Після дозрівання опари проводять замішування тіста (Л.2, п.17) з додаванням усіх компонентів. Сіль використовується у вигляді профільтрованого розчину (Л.1, п.4). Цукор попередньо розчиняють у воді та фільтрують (Л.1, п.5). Замішане тісто відправляємо на бродіння. Після бродіння тісто подають на поділ на шматки (Л.2, п.20). Тоді тістові заготовки округлюють (Л.2, п.21) і подають на вистоювання (Л.2, п.23). Після вистоювання здійснюється випікання хліба у тунельній печі безперервної дії. Температура пекарної камери становить 210 - 245°С, тривалість випікання – 23 хв. Готовий хліб охолоджують, відправляють на складське зберігання (Л.2, п.25) та подальшу реалізацію.

Для виробництва житнього подового хліба воду підігривають до необхідної температури, такої щоб температура закваски становила 28 – 29 °С. Патоку попередньо підігривають до рідкого стану та фільтрують (Л.1, п.8). Сіль використовується у вигляді профільтрованого розчину (Л.1, п.4). Суху молочну сироватку попередньо розчиняють у воді та фільтрують. Після підготовки сировини здійснюють приготування густої закваски із частини борошна, води та стиглої закваски. Замішану закваску направляють на бродіння (Л.2, п.19). Після досягнення необхідної кислотності у заквасці проводять замішування тіста. До вибродженої закваски додають решту борошна, розчин солі, підготовлену патоку, розчин сухої молочної сироватки та воду згідно з рецептурою. Замішане тісто направляють на бродіння. Після цього тісто подають на поділ на шматки (Л.2,

п.20). Сформовані тістові заготовки округлюють (Л.2, п.21) і направляють на вистоювання (Л.2, п.23). Після вистоювання заготовки випікають у печі (Л.2., п.24) протягом 40-55 хв. Готові вироби охолоджують до температури навколишнього середовища, після чого направляють на складське зберігання (Л.2, п.25) та подальшу реалізацію споживачам.

Для виробництва бітонів «Домашні» воду підігрівають до необхідної температури, такої щоб температура тіста становила 28 – 30 °С. Пресовані дріжджі готують у вигляді суспензії (Л1, п.6). Із частини борошна, дріжджової суспензії та води замішують опару. Її відправляють на бродіння. Після дозрівання опари проводять замішування тіста (Л.2, п.17) з додаванням усіх компонентів. Сіль використовується у вигляді профільтрованого розчину (Л.1, п.4). Цукор попередньо розчиняють у воді та фільтрують (Л.1, п.5). Замішане тісто відправляємо на бродіння. Після бродіння тісто подають на поділ на шматки (Л.2, п.20). Тоді тістові заготовки округлюють (Л.2, п.21), формують батони (Л.2, п.22) і подають на вистоювання (Л.2, п.23). Після вистоювання здійснюється випікання хліба у тунельній печі безперервної дії. Тривалість випікання – 23 хв. Готовий хліб охолоджують, відправляють на складське зберігання (Л.2, п.25) та подальшу реалізацію.

2.2 Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту

2.2.1 Таблиця вихідних даних

Для виконання технологічних розрахунків використовують дані щодо рецептур виробів у розрахунку на 100 кг борошна, способів приготування тіста та режимів їх здійснення, параметрів вистоювання і випікання тістових заготовок, а також показників планового виходу продукції, маси та розмірів готових виробів. Вихідні дані наведено у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - Вихідні дані для розрахунків

Вихідні дані	Хліб «Добрий»	Хліб житній подовий	Батони «Домашні»
Борошно пшеничне вищого сорту, кг	100	-	100,0
Борошно житнє сіяне, кг	-	100,0	-
Дріжджі хлібопекарські пресовані, кг	2,0	0,1	1,5
Сіль кухонна харчова, кг	1,3	2,0	1,3
Цукор білий кристалічний, кг	1,0	-	3,0
Маргарин, кг	0,7	-	1,5
Молоко сухе знежирене, кг	-	-	1,0
Сироватка молочна суха, кг	-	1,0	-
Патока	-	4,0	-
Разом	105,0	107,1	108,3
Вологість виробу, %, не більше	43,0	46,0	42,0
Кислотність виробу, град, не більше	2,5	7,0	2,5
Пористість, %, не менше	68,0	55	70,0
Маса виробу, кг	0,5	0,75	0,4
Плановий вихід, %	132	145,4	133,0
Спосіб приготування тіста	Велика густа опара	Густа закваска	Опарний

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4
Кількість борошна в опару, кг	60,0	-	45
Кількість закваски, %	-	45	-
Вологість опари/закваски, %	44,0	48	48
Вологість тіста, %	43,5	47	$W_6 + 0,5$
Початкова температура опари/закваски °C	26 - 30	28 - 29	28 - 30
Початкова температура тіста °C	26 - 30	29 - 30	28 - 30
Тривалість бродіння закваски\опари, хв	180	4 – 4,5	220
Тривалість бродіння тіста, хв	30	60	90
Кінцева кислотність опари/закваски, град	3,5 – 4,0	5 – 5,5	3,5 – 3,0
Кінцева кислотність тіста, град	3,5	5,5 - 7	3,0
Тривалість вистоювання, хв	40	40 - 60	45
Температура вистоювання, °C			
Відносна вологість в шафі вистоювання, %			
Тривалість випікання, хв	23	40 - 55	25
Температура пекарної камери, °C	210 - 245		
Розмір виробу, см	діаметр 27	Діаметр 18 - 20	Довжина 35 – 40 Ширина 8 - 9

2.2.2 Підбір та розрахунок печей

В даному проєкті пропонуємо встановити тунельну піч марки А2 – ХПЯ - 25 (довжина поду 12000 мм, ширина – 2100 мм) для випікання пшеничного хліба, житнього подового та батонів.

Розрахунок тунельних печей:

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

де N - кількість рядів виробів на довжину поду тунельної печі, шт;

n – кількість виробів на ширину поду печі, шт;

$g_{\text{в}}$ - стандартна маса виробу, кг;

$\tau_{\text{вип}}$ - тривалість випікання.

Кількість виробів, що знаходяться по ширині поду печі n , шт.:

$$n = \frac{B-a}{b+a} \quad (2.2)$$

де B , b – ширина поду печі та виробу, мм;

a – проміжок між виробами, мм (для виробів, що не повинні мати притисків $a = 20 - 40$ мм, а з притисками $a = 5 - 10$ мм).

Кількість виробів, що знаходяться по довжині поду печі N , шт.:

$$N = \frac{L-a}{l+a}, \quad (2.3)$$

де L , l – довжина поду печі та виробу, мм;

Продуктивність печі за добу:

$$P_{\text{доб}} = P_{\text{год}} \cdot \tau_{\text{печ}} \quad (2.4)$$

де $\tau_{\text{печ}}$ – кількість годин роботи печі / добу.

Продуктивність печі

для хліба «Добрий»:

$$N = \frac{12000 - 30}{270 + 30} = 39,9 \text{ шт}$$

$$n = \frac{2100 - 30}{270 + 30} = 6,9 \text{ шт}$$

$$P_{\text{год}} = \frac{39 \cdot 6 \cdot 0,5 \cdot 60}{23} = 305,22 \text{ кг}$$

$$P_{\text{доб}} = 305 \cdot 23 = 7015 \text{ кг.}$$

для хліба житнього подового:

$$N = \frac{12000 - 30}{190 + 30} = 54,41 \text{ шт}$$

$$n = \frac{2100 - 30}{190 + 30} = 9,41 \text{ шт}$$

$$P_{\text{год}} = \frac{54 \cdot 9 \cdot 0,75 \cdot 60}{47,5} = 460,42 \text{ кг}$$

$$P_{\text{доб}} = 460 \cdot 23 = 10580 \text{ кг.}$$

для батонів «Домашні»:

$$N = \frac{12000 - 30}{365 + 30} = 30,3 \text{ шт}$$

$$n = \frac{2100 - 30}{85 + 30} = 18 \text{ шт}$$

$$P_{\text{год}} = \frac{30 \cdot 18 \cdot 0,4 \cdot 60}{25} = 518,4 \text{ кг}$$

$$P_{\text{доб}} = 518 \cdot 23 = 11914 \text{ кг}$$

2.2.3 Розрахунок пофазних рецептур

Пофазна рецептура приготування тіста для хліба «Добрий»:

Таблиця 2.4 – Маса сухих речовин у тісті

Сировина	Маса, кг	Вологість, %	Вміст сухих речовин, кг
Борошно пшеничне	100,0	14,5	85,5
Дріжджі хлібопекарські	2,0	75,0	0,5
Сіль кухонна харчова	1,3	-	1,3
Цукор білий	1,0	0,15	1,0
Маргарин	0,7	17,0	0,6
Разом	105,0	-	88,9

Вихід тіста, кг:

$$G_m = \frac{\sum G_{\text{ср}}^{\text{сир}} \cdot 100}{100 - W_T} \quad (2.5)$$

$$G_m = \frac{88,9 \cdot 100}{100 - 43,5} = 157,35 \text{ кг}$$

Загальна маса води у тісті, кг:

$$G_e^m = G_m - \sum G_{\text{сир}} \quad (2.6)$$

$$G_e^m = 157,35 - 105,0 = 52,35 \text{ кг}$$

Маса дріжджової суспензії, кг:

$$G_{\text{др.с}} = G_{\text{др.}} + G_{\text{др.}} \cdot 3 \quad (2.7)$$

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

Маса води у дріжджовій суспензії:

$$G_{\text{в}}^{\text{др.с}} = G_{\text{др.с}} - G_{\text{др.}} \quad (2.8)$$

$$G_{\text{в}}^{\text{др.с}} = 8,0 - 2,0 = 6,0 \text{ кг}$$

Маса розчину солі, кг:

$$G_{\text{р.с}} = \frac{G_{\text{с}} \cdot 100}{C_{\text{с}}} \quad (2.9)$$

$$G_{\text{р.с}} = \frac{1,3 \cdot 100}{26} = 5,0 \text{ кг}$$

Маса розчину цукру $G_{\text{р.ц}}$, кг:

$$G_{\text{р.ц}} = \frac{G_{\text{ц}} \cdot 100}{C_{\text{ц}}} \quad (2.10)$$

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

Маса води, що вноситься з розчином солі:

$$G_{\text{в}}^{\text{р.с}} = G_{\text{р.с}} - G_{\text{с}} \quad (2.11)$$

$$G_{\text{в}}^{\text{р.с}} = 5,0 - 1,3 = 3,7 \text{ кг}$$

Маса води, що вноситься з розчином цукру

$$G_{\text{в}}^{\text{р.ц}} = G_{\text{р.ц}} - G_{\text{ц}} \quad (2.12)$$

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

Таблиця 2.5 – Маса сухих речовин в опарі

Сировина	Маса, кг	Вологість, %	Маса сухих речовин
Борошно пшеничне вищого сорту	60,0	14,5	51,3
Дріжджі хлібопекарські пресовані	2,0	75	0,5
Разом	62,0	-	51,8

Вихід опари G_o , кг:

$$G_o = \frac{\sum G_{cp}^o \cdot 100}{100 - W_o} \quad (2.13)$$

$$G_o = \frac{51,8 \cdot 100}{100 - 46} = 95,93 \text{ кг}$$

Загальна маса води в опарі G_B^o , кг:

$$G_e = G_o - \sum G_{cup} \quad (2.14)$$

$$G_B^o = 95,93 - 62,0 = 33,93 \text{ кг}$$

Маса води, що вноситься безпосередньо в опару G_B^o , кг:

$$G_B^o = G_e - G_B^{др.с} \quad (2.15)$$

$$G_B^o = 33,93 - 6,0 = 27,93 \text{ кг}$$

Маса води, що додають під час замішування тіста G_e^{lm} , кг:

$$G_e^{lm} = G_e^m - \text{вода в розчинах} - \text{суспензії} - \text{вода безпосередньо в опарі} \quad (2.16)$$

$$G_e^{lm} = 52,35 - 3,7 - 1,0 - 6,0 - 27,93 = 13,72 \text{ кг}$$

Таблиця 2.6 - Пофазна рецептура приготування тіста для хліба «Добрий»

Сировина і напівфабрикати	Всього	Опара	Тісто
Борошно пшеничне	100,0	60,0	40,0
Дріжджова суспензія	8,0	8,0	-
Розчин солі	5,0	-	5,0
Розчин цукру	2,0	-	2,0
Маргарин	0,7	-	0,7
Вода	41,65	27,93	13,72
Опара	-	-	95,93
Разом	157,35	95,93	157,35

Пофазна рецептура приготування тіста для хліба житнього з сіяного борошна:

Таблиця 2.7 – Маса сухих речовин у тісті

Сировина	Маса, кг	Вологість, %	Вміст сухих речовин, кг
Борошно житнє сіяне	100,0	14,5	85,5
Дріжджі хлібопекарські, пресовані	0,1	75,0	0,025
Сіль кухонна харчова	2,0	-	0,95
Сироватка суха, молочна	1,0	5,0	3,0
Патока	4,0	22,0	3,12
Разом	107,1	-	91,60

Вихід тіста:

$$G_m = \frac{91,60 \cdot 100}{100 - 47} = 172,83 \text{ кг}$$

Маса води у тісті:

$$G_e^m = 172,83 - 107,1 = 65,73 \text{ кг}$$

Маса розчину солі:

$$G_{p.c} = \frac{2,0 \cdot 100}{26} = 7,69 \text{ кг}$$

Маса води, яка вноситься з розчином солі:

$$G_B^{p.c} = 7,69 - 2,0 = 5,69 \text{ кг}$$

Маса дріжджової суспензії:

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

Маса води у дріжджовій суспензії:

$$G_B^{др.с} = 0,4 - 0,1 = 0,3 \text{ кг}$$

Маса розчину сироватки, кг:

$$G_{p.сир} = G_{сир} + G_{сир} \cdot 2 \quad (2.17)$$

$$G_{p.сир} = 1,0 + 1,0 \cdot 2 = 3,0 \text{ кг}$$

Маса води у розчині сироватки, кг:

$$G_B^{p.сир} = G_{p.сир} - G_{сир} \quad (2.18)$$

$$G_{\text{в}}^{\text{р.сир}} = 3,0 - 1,0 = 2,0 \text{ кг}$$

Маса борошна, яку додаємо з закваскою:

$$G_6^3 = \frac{G_3 - (100 - W_3)}{100 - W_6} \quad (2.19)$$

$$G_6^3 = \frac{45 - (100 - 49)}{100 - 14,5} = 26,84 \text{ кг}$$

Маса води у заквасці:

$$G_6^3 = G_3 - G_6^3 \quad (2.20)$$

$$G_6^3 = 45,0 - 26,84 = 18,16 \text{ кг}$$

Маса борошна, яке вносимо під час замішування тіста:

$$G_6^m = G_6 - G_6^3 \quad (2.21)$$

$$G_6^m = 100 - 26,84 - 1,0 = 72,16 \text{ кг}$$

Маса води, яку вносимо під час замішування тіста:

$$G_6^{lm} = G_6^m - G_6^3 - G_6^{\text{розчинах}} \quad (2.22)$$

$$G_6^{lm} = 65,73 - 18,16 - 5,69 - 0,3 - 2 = 39,58 \text{ кг}$$

Розрахунок рецептури закваски.

Маса стиглої закваски:

$$G_{\text{ст.з}} = \frac{\%G_{\text{ст.з}} \cdot G_3}{100} \quad (2.23)$$

$$G_{\text{ст.з}} = \frac{50 \cdot 45}{100} = 22,5 \text{ кг}$$

Маса борошна, що йде на поновлення закваски:

$$G_6^{\text{ст.з}} = \frac{G_{\text{ст.з}} - (100 - W_3)}{100 - W_6} \quad (2.24)$$

$$G_6^{\text{ст.з}} = \frac{22,5 - (100 - 49)}{100 - 14,5} = 13,42 \text{ кг}$$

Маса води у стиглій заквасці:

$$G_6^{\text{ст.з}} = G_{\text{ст.з}} - G_6^{\text{ст.з}} \quad (2.25)$$

$$G_6^{\text{ст.з}} = 22,5 - 13,42 = 9,08$$

Маса живильної суміші:

$$G_{\text{ж.с}} = G_3 - G_{\text{ст.з}} \quad (2.26)$$

$$G_{\text{ж.с}} = 45,0 - 22,5 = 22,5 \text{ кг}$$

Маса борошна в цій суміші:

$$G_{\text{б}}^{\text{ж.с}} = G_{\text{б}}^{\text{з}} - G_{\text{б}}^{\text{ст.з}} \quad (2.27)$$

$$G_{\text{б}}^{\text{ж.с}} = 26,84 - 13,42 = 13,42 \text{ кг}$$

Маса води:

$$G_{\text{в}}^{\text{ж.с}} = G_{\text{в}}^{\text{з}} - G_{\text{в}}^{\text{ст.з}} \quad (2.28)$$

$$G_{\text{в}}^{\text{ж.с}} = 18,16 - 9,08 = 9,08 \text{ кг}$$

Таблиця 2.8 - Рецептuru приготування закваски, кг

Сировина	Стигла закваска	Живильна суміш	Всього
Борошно житнє	13,42	13,42	-
Вода	9,08	9,08	-
Стигла закваска	-	-	22,5
Живильна суміш	-	-	22,5
Разом	22,5	22,5	45,0

Таблиця 2.9 – Пофазна рецептuru приготування хліба житнього

Сировина і напівфабрикати	Маса	Закваска	Тісто	Оброблення
Борошно житнє	100,0	26,84	72,16	1,0
Дріжджова суспензія	0,4	-	0,4	-
Розчин солі	7,69	-	7,69	-
Розчин сироватки молочної	3,0	-	3,0	-
Патока	4,0	-	4,0	-
Вода	57,74	18,16	39,58	-
Закваска	-	-	45,0	-
Разом	172,83	45,0	171,83	1,0

Пофазна рецептuru приготування тіста для батонів «Домашні»:

Таблиця 2.10 – Маса сухих речовин у тісті

Сировина	Маса, кг	Вологість, %	Вміст сухих речовин, кг
Борошно пшеничне вищого сорту	100,0	14,5	85,5
Дріжджі хлібопекарські - пресовані	1,5	75,0	0,38
Сіль кухонна харчова	1,3	-	1,3

Продовження таблиці 2.10

1	2	3	4
Цукор білий кристалічний	3,0	0,15	3,0
Маргарин	1,5	16,0	1,26
Молоко сухе знежирене	1,0	4,0	0,97
Разом	108,3	-	92,41

Вихід тіста:

$$G_m = \frac{92,41 \cdot 100}{100 - 44} = 165,02 \text{ кг}$$

Маса води у тісті:

$$G_s^m = 165,02 - 108,3 = 56,72 \text{ кг}$$

Маса розчину солі:

$$G_{p.c} = \frac{1,3 \cdot 100}{26} = 5,0 \text{ кг}$$

Маса води, яку вносимо з розчином солі:

$$G_B^{p.c} = 5,0 - 1,3 = 3,7 \text{ кг}$$

Таблиця 2.11 – Маса сухих речовин в опарі

Сировина	Маса, кг	Вологість, %	Маса сухих речовин
Борошно пшеничне	45,0	14,5	38,48
Дріжджі хлібопекарські пресовані	1,5	75,0	0,38
Разом	46,5	-	38,86

Вихід опари:

$$G_o = \frac{38,86 \cdot 100}{100 - 48} = 74,73 \text{ кг}$$

Загальна маса води в опарі:

$$G_B^o = 74,73 - 46,5 = 28,23 \text{ кг}$$

Маса води, яку вносимо безпосередньо в опару:

$$G_B^o = 28,23 - 4,5 = 23,73 \text{ кг}$$

Маса води, яку додаємо під час замішування тіста:

$$G_e^{lm} = 56,72 - 3,7 - 4,5 - 5,0 - 3,0 - 23,73 = 16,79 \text{ кг}$$

Маса дріжджової суспензії:

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

Маса води у дріжджовій суспензії:

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

Маса розчину цукру:

$$G_{р.ц} = \frac{3,0 \cdot 100}{50} = 6,0 \text{ кг}$$

Маса води, яку вносимо з розчином цукру:

$$G_B^{р.ц} = 6,0 - 3,0 = 3,0 \text{ кг}$$

Розведення сухого молока з водою здійснюємо в пропорції 1:5:

$$G_{р.с.м.} = G_{с.м.} + G_{с.м.} \cdot 5 \quad (2.29)$$

$$G_{р.с.м.} = 1,0 + 1,0 \cdot 5 = 6,0 \text{ кг}$$

Маса води у розчині сухого молока:

$$G_B^{р.с.м.} = G_{р.с.м.} - G_{с.м.} \quad (2.30)$$

$$G_B^{р.с.м.} = 6,0 - 1,0 = 5,0 \text{ кг}$$

Таблиця 2.12 - Пофазна рецептура приготування тіста для батонів «Домашні»

Сировина і напівфабрикати	Всього	Опара	Тісто
Борошно пшеничне	100,0	45,0	55,0
Дріжджова суспензія	6,0	6,0	-
Розчин солі	5,0	-	5,0
Розчин цукру	6,0	-	6,0
Розчин сухого молока	6,0	-	6,0
Маргарин	1,5	-	1,5
Вода	40,52	23,73	16,79
Опара	-	-	74,73
Разом	165,02	74,73	165,02

2.2.4 Розрахунок виходу виробів

Розрахунок виходу хліба «Добрий»:

Передбачуваний вихід хліба:

$$B_x = G_m - (B_{\delta} + B_m + Z_{\text{обр}} + Z_{\text{обр}} + Z_{\text{ун}} + Z_{\text{укл}} + Z_{\text{ус}} + B_{\text{кр}} + B_{\text{шт}} + B_{\text{бр}}) \quad (2.31)$$

Середньозважена вологість сировини:

$$W_{\text{сир}} = \frac{G_{\delta} \cdot W_{\delta} + G_{\text{др}} \cdot W_{\text{др}} + G_{\text{с}} \cdot W_{\text{с}} + G_{\text{м.с}} \cdot W_{\text{м.с}}}{G_{\delta} + G_{\text{др}} + G_{\text{м.с}} + G_{\text{м.с}}} \quad (2.32)$$

$$W_{\text{сир}} = \frac{100 \cdot 14,5 + 2 \cdot 75 + 1,3 + 1 \cdot 0,15 + 0,7 \cdot 17}{100 + 2 + 1,3 + 1,0 + 0,7} = 15,37 \%$$

Маса тіста:

$$G_{\text{т}} = \frac{G_{\text{сир}}(100 - W_{\text{сир}})}{(100 - W_{\text{т}})} \quad (2.33)$$

$$G_{\text{т}} = \frac{105 \cdot (100 - 15,37)}{(100 - 43,5)} = 157,28 \text{ кг}$$

Втрати борошна перед замішуванням тіста:

$$B_{\delta} = \frac{g_{\delta}(100 - W_{\delta})}{100 - W_{\text{т}}} \quad (2.34)$$

$$B_{\delta} = \frac{0,06(100 - 14,5)}{100 - 43,5} = 0,09 \text{ кг}$$

Втрати борошна і напівфабрикатів протягом процесу замішування - випікання:

$$B_{\text{т}} = \frac{g_{\text{т}}(100 - W_{\text{сп}^i})}{100 - W_{\text{т}}}, \quad (2.35)$$

де $W_{\text{сп}^i} = 34 \%$

$$B_{\text{т}} = \frac{0,05(100 - 34)}{100 - 43,5} = 0,06 \text{ кг}$$

Затрати при бродінні напівфабрикатів:

$$Z_{\text{бр}} = \frac{C_{\text{сух}} \cdot 0,95(G_{\text{сир}} - g_{\text{обр}})(100 - W_{\text{сп}})}{1,96 \cdot 100(100 - W_{\text{т}})} \quad (2.36)$$

$$Z_{\text{бр}} = \frac{1,8 \cdot 0,95(105 - 0,6)(100 - 34)}{1,96 \cdot 100(100 - 43,5)} = 1,06 \text{ кг}$$

Затрати на оброблення тіста:

$$Z_{\text{обр}} = \frac{g_{\text{обр}}(W_{\text{т}} - W_{\delta})}{100 - W_{\text{т}}}. \quad (2.37)$$

$$Z_{\text{обр}} = \frac{1,0(43,5-14,5)}{100-43,5} = 0,51 \text{ кг}$$

Затрати від упікання:

$$Z_{\text{уп}} = \frac{g_{\text{уп}}[G_{\text{T}}-(B_{\text{б}}+B_{\text{T}}+3_{\text{бр}}+3_{\text{обр}})]}{100} \quad (2.38)$$

$$Z_{\text{уп}} = \frac{7,0[157,28 - (0,09 + 0,06 + 1,06 + 0,51)]}{100} = 10,89 \text{ кг}$$

Витрати у процесі укладання гарячого хліба:

$$Z_{\text{укл}} = \frac{g_{\text{укл}}[G_{\text{T}}-(B_{\text{б}}+B_{\text{T}}+3_{\text{бр}}+3_{\text{обр}}+3_{\text{уп}})]}{100} \quad (2.39)$$

$$Z_{\text{укл}} = \frac{0,8[157,28 - (0,09 + 0,06 + 1,06 + 0,51 + 10,89)]}{100} = 1,45 \text{ кг}$$

Витрати від усихання хліба:

$$Z_{\text{ус}} = \frac{g_{\text{ус}}[G_{\text{T}}-(B_{\text{б}}+B_{\text{T}}+3_{\text{бр}}+3_{\text{обр}}+3_{\text{уп}}+3_{\text{укл}})]}{100} \quad (2.40)$$

$$Z_{\text{ус}} = \frac{3,5[157,28 - (0,09 + 0,06 + 1,06 + 0,51 + 10,89 + 1,45)]}{100} = 5,01 \text{ кг}$$

Втрати через неточну масу штучних виробів:

$$B_{\text{шт}} = \frac{g_{\text{шт}}[G_{\text{T}}-(B_{\text{б}}+B_{\text{T}}+3_{\text{бр}}+3_{\text{обр}}+3_{\text{уп}}+3_{\text{укл}}+3_{\text{ус}})]}{100} \quad (2.41)$$

$$B_{\text{шт}} = \frac{0,5[157,28 - (0,09 + 0,06 + 1,06 + 0,51 + 10,89 + 1,45 + 5,01)]}{100} = 0,69 \text{ кг}$$

Втрати з крихтами і ломом:

$$B_{\text{кр}} = \frac{g_{\text{кр}}[G_{\text{T}}-(B_{\text{б}}+B_{\text{T}}+3_{\text{бр}}+3_{\text{обр}}+3_{\text{уп}}+3_{\text{укл}}+3_{\text{ус}}+B_{\text{шт}})]}{100} \quad (2.42)$$

$$g_{\text{кр.хл}} = \frac{0,03 \cdot 100}{135,50} = 0,022 \text{ кг}$$

$$B_{\text{кр}} = \frac{0,022[157,28 - (0,09 + 0,06 + 1,06 + 0,51 + 10,89 + 1,45 + 5,01 + 0,69)]}{100} = 0,03 \text{ кг}$$

Втрати від переробки браку:

$$B_{\text{бр}} = \frac{g_{\text{бр.кр}}[G_{\text{T}}-(B_{\text{б}}+B_{\text{T}}+3_{\text{бр}}+3_{\text{обр}}+3_{\text{уп}}+3_{\text{укл}}+3_{\text{ус}}+B_{\text{шт}}+B_{\text{кр}})]}{100} \quad (2.43)$$

$$B_{\text{бр}} = \frac{3,1[157,28 - (0,09 + 0,06 + 1,06 + 0,51 + 10,89 + 1,45 + 5,01 + 0,69 + 0,03)]}{100} = 4,26 \text{ кг}$$

Отже, розрахований вихід хліба:

$$B_{\text{x}} = 157,28 - (0,09 + 0,06 + 1,06 + 0,51 + 10,89 + 1,45 + 5,01 + 0,69 + 0,03 + 4,26) = 133,23 \text{ кг}$$

Розрахунок виходу хліба житній з сіяного борошна проводиться аналогічно розрахунку виходу хліба «Добрий»:

$$W_{\text{сир}} = \frac{100 \cdot 14,5 + 0,1 \cdot 75 + 2,0 + 1,0 \cdot 5,0 + 4,0 \cdot 22,0}{100 + 0,1 + 2,0 + 1,0 + 4,0} = 14,5 \%$$

$$G_{\text{T}} = \frac{107,1 \cdot (100 - 14,5)}{(100 - 47,0)} = 172,77 \text{ кг}$$

$$B_{\text{б}} = \frac{0,02(100 - 14,5)}{100 - 47,0} = 0,03 \text{ кг}$$

$$B_{\text{T}} = \frac{0,03(100 - 34)}{100 - 47,0} = 0,04 \text{ кг}$$

$$З_{\text{бр}} = \frac{1,5 \cdot 0,95(107,1 - 0,6)(100 - 34)}{1,96 \cdot 100(100 - 47,0)} = 0,96 \text{ кг}$$

$$З_{\text{обр}} = \frac{1,0(47,0 - 14,5)}{100 - 47,0} = 0,61 \text{ кг}$$

$$З_{\text{уп}} = \frac{9,0[172,77 - (0,03 + 0,04 + 0,96 + 0,61)]}{100} = 15,4 \text{ кг}$$

$$З_{\text{укл}} = \frac{0,8[172,77 - (0,03 + 0,04 + 0,96 + 0,61 + 15,4)]}{100} = 1,25 \text{ кг}$$

$$З_{\text{ус}} = \frac{2,5[172,77 - (0,03 + 0,04 + 0,96 + 0,61 + 15,4 + 1,25)]}{100} = 3,86 \text{ кг}$$

$$B_{\text{шт}} = \frac{0,5[172,77 - (0,03 + 0,04 + 0,96 + 0,61 + 15,4 + 1,25 + 3,86)]}{100} = 0,75 \text{ кг}$$

$$B_{\text{кр}} = \frac{0,022[172,77 - (0,03 + 0,04 + 0,96 + 0,61 + 15,4 + 1,25 + 3,86 + 0,75)]}{100} = 0,03 \text{ кг}$$

$$B_{\text{бр}} = \frac{2,5[172,77 - (0,03 + 0,04 + 0,96 + 0,61 + 15,4 + 1,25 + 3,86 + 0,75 + 0,03)]}{100} = 3,75 \text{ кг}$$

Отже, розрахований вихід хліба:

$$B_x = 172,77 - (0,03 + 0,04 + 0,96 + 0,61 + 15,4 + 1,25 + 3,86 + 0,75 + 0,03 + 3,75) = 146,09 \text{ кг}$$

Розрахунок виходу батонів «Домашні» аналогічно:

$$W_{\text{сир}} = \frac{100 \cdot 14,5 + 1,5 \cdot 75 + 1,3 + 3,0 \cdot 0,15 + 1,5 \cdot 16,0 + 1,0 \cdot 4}{100 + 1,5 + 1,3 + 3,0 + 1,5 + 1,0} = 14,7 \%$$

$$G_{\text{T}} = \frac{108,3 \cdot (100 - 14,7)}{(100 - 44,0)} = 164,96 \text{ кг}$$

$$B_{\text{б}} = \frac{0,02(100 - 14,5)}{100 - 44,0} = 0,03 \text{ кг}$$

$$B_{\text{T}} = \frac{0,05(100 - 34)}{100 - 44,0} = 0,06 \text{ кг}$$

$$З_{\text{бр}} = \frac{1,5 \cdot 0,95(108,3 - 0,6)(100 - 34)}{1,96 \cdot 100(100 - 44,0)} = 0,92 \text{ кг}$$

$$\begin{aligned}
 Z_{\text{обр}} &= \frac{1,0(44,0-14,5)}{100-44,0} = 0,53 \text{ кг} \\
 Z_{\text{уп}} &= \frac{11,5[164,96-(0,03+0,06+0,92+0,53)]}{100} = 18,8 \text{ кг} \\
 Z_{\text{укл}} &= \frac{0,8[164,96-(0,03+0,06+0,92+0,53+18,8)]}{100} = 1,16 \text{ кг} \\
 Z_{\text{ус}} &= \frac{3,0[164,96-(0,03+0,06+0,92+0,53+18,8+1,16)]}{100} = 4,3 \text{ кг} \\
 V_{\text{шт}} &= \frac{0,5[164,96-(0,03+0,06+0,92+0,53+18,8+1,16+4,3)]}{100} = 0,56 \text{ кг} \\
 V_{\text{кр}} &= \frac{0,022[164,96-(0,03+0,06+0,92+0,53+18,8+1,16+4,3+0,56)]}{100} = 0,03 \text{ кг} \\
 V_{\text{бр}} &= \frac{2,5[164,96-(0,03+0,06+0,92+0,53+18,8+1,16+4,3+0,56+0,03)]}{100} = 4,3 \text{ кг}
 \end{aligned}$$

Отже, розрахований вихід хліба:

$$V_x = 164,96 - (0,03 + 0,06 + 0,92 + 0,53 + 18,8 + 1,16 + 4,3 + 0,56 + 0,03 + 4,3) = 134,27 \text{ кг}$$

2.2.5 Розрахунок виробничих рецептур та вибір технологічних параметрів

Розрахунок виробничої рецептури для хліба «Добрий»:

Витрати борошна за годину:

$$G_6^{\text{год}} = \frac{P_{\text{год}} \cdot 100}{V_x}, \quad (2.44)$$

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

V_x – плановий вихід хліба.

$$G_6^{\text{год}} = \frac{305,22 \cdot 100}{132} = 231,23 \text{ кг}$$

Коефіцієнт перерахунку за хвилину:

$$K_{\text{хв}} = \frac{231,23}{100 \cdot 60} = 0,04 \quad (2.45)$$

Таблиця 2.13 - Виробнича рецептура по приготуванню тіста для хліба «Добрий» за фазами, кг

Сировина і напівфабрикати	Етапи технологічного процесу за хвилину	
	Опара	Тісто
Борошно пшеничне	2,4	1,6

Продовження таблиці 2.13

1	2	3
Дріжджова суспензія	0,32	-
Розчин солі	-	0,2
Вода	1,12	0,55
Опара	-	3,84
Розчин цукру	-	0,08
Маргарин	-	0,028
Разом	3,84	6,298

Теплоємність опари:

$$C_o = \frac{W_{\text{нф}} + (100 - W_{\text{нф}}) \cdot C_b}{100} \quad (2.46)$$

де C_b – питома теплоємність борошна;

$W_{\text{нф}}$ – масова частка вологи у напівфабрикаті.

$$C_o = \frac{46,0 + (100 - 46,0) \cdot 1,8}{100} = 1,43 \text{ кДж/кг} \cdot \text{К}$$

Температура води, яка використовується для замішування тіста з використанням опари:

$$t_B = t_T + \frac{G_b \cdot C_b (t_T - t_b)}{G_B \cdot C_B} + \frac{G_o \cdot C_o (t_T - t_o)}{G_B^o \cdot C_B}, \quad (2.47)$$

де t_m , t_o , t_b - відповідно температура тіста, опари і борошна, 28°C; 27°C; 20°C;

C_b , C_e - теплоємність борошна, води, кДж/кг·К (відповідно $C_b = 1,8$; $C_e = 4,2$);

$$t_B = 28 + \frac{40 \cdot 1,8(28 - 20)}{41,65 \cdot 4,2} + \frac{95,93 \cdot 1,43(28 - 27)}{27,93 \cdot 4,2} = 32,46 \text{ }^\circ\text{C}$$

Величина маси шматків тіста:

$$П_{\text{шм}}^T = \frac{G_{\text{хл}} \cdot 100 \cdot 100}{(100 - G_{\text{уп}})(100 - G_{\text{ус}})}, \quad (2.48)$$

де $G_{\text{хл}}$ – маса готового виробу, кг;

$G_{\text{уп}}$ – упікання, %;

$G_{\text{ус}}$ – усихання, %.

$$P_{\text{шм}}^{\text{т}} = \frac{0,5 \cdot 100 \cdot 100}{(100-12)(100-4)} = 0,59 \text{ кг}$$

Розрахунок виробничої рецептури для хліба житнього з сіяного борошна:
Витрати борошна за годину:

$$G_{\text{б}}^{\text{год}} = \frac{460,42 \cdot 100}{145,4} = 316,66 \text{ кг}$$

Коефіцієнт перерахунку за хвилину:

$$K_{\text{хв}} = \frac{316,66}{100 \cdot 60} = 0,05$$

Таблиця 2.14 - Виробнича рецептура по приготуванню тіста для хліба житнього з сіяного борошна за фазами, кг

Сировина і напівфабрикати	Етапи технологічного процесу за хвилину	
	Закваска	Тісто
Борошно житнє сіяне	1,17	3,58
Дріжджова суспензія	-	0,02
Розчин солі	-	0,38
Вода	0,88	2,0
Патока	-	0,2
Розчин сироватки молочної	-	0,0075
Закваска	-	2,25
Разом	2,05	8,44

Теплоємність опари:

$$C_0 = \frac{49,0 + (100 - 49,0) \cdot 1,8}{100} = 1,416 \text{ кДж/кг} \cdot \text{К}$$

Температура води:

$$t_{\text{в}} = 28 + \frac{71,63 \cdot 1,8(28-20)}{57,74 \cdot 4,2} + \frac{45,0 \cdot 1,42(28-27)}{17,63 \cdot 4,2} = 33,11 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Величина маси шматків тіста:

$$P_{\text{ШМ}}^{\text{Г}} = \frac{0,75 \cdot 100 \cdot 100}{(100-9)(100-2,5)} = 0,85 \text{ кг.}$$

Розрахунок виробничої рецептури для батонів «Домашні»:

Витрати борошна за годину:

$$G_6^{\text{Год}} = \frac{518,4 \cdot 100}{133,0} = 389,77 \text{ кг}$$

Коефіцієнт перерахунку за хвилину:

$$K_{\text{ХВ}} = \frac{389,77}{100 \cdot 60} = 0,06$$

Таблиця 2.15 - Виробнича рецептура по приготуванню тіста для батонів «Домашні» за фазами, кг

Сировина і напівфабрикати	Етапи технологічного процесу за хвилину	
	Опара	Тісто
Борошно пшеничне вищого сорту	2,7	3,3
Дріжджова суспензія	0,36	-
Розчин солі	-	0,3
Вода	1,42	1,007
Розчин цукру	-	0,36
Розчин сироватки молочної	-	0,36
Маргарин	-	0,09
Опара	-	4,48
Разом	4,48	9,9

Теплоємність опари:

$$C_0 = \frac{48,0 + (100 - 48,0) \cdot 1,8}{100} = 1,42 \text{ кДж/кг} \cdot \text{К}$$

Температура води:

$$t_B = 28 + \frac{55 \cdot 1,8(28-20)}{40,52 \cdot 4,2} + \frac{74,73 \cdot 1,42(28-27)}{23,73 \cdot 4,2} = 33,75 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Величина маси шматків тіста:

$$П_{ШМ}^T = \frac{0,4 \cdot 100 \cdot 100}{(100-12)(100-4)} = 0,47 \text{ кг.}$$

2.3 Розрахунок витрат і запасів сировини

Основа для розрахунку витрат борошна/добу - добова продуктивність печі та плановий вихід хліба:

$$G_6^{\text{доб}} = \frac{P_{\text{доб}} \cdot 100}{V_x} \quad (2.49)$$

Добові витрати іншої сировини визначають за витратами борошна і витратами іншої сировини за уніфікованою рецептурою:

$$q_c = \frac{G_6^{\text{доб}} \cdot C_{\text{сир}}}{100} \quad (2.50)$$

Розрахунок витрат сировини

для хліба «Добрий»:

$$G_6^{\text{доб}} = \frac{7015 \cdot 100}{132,0} = 5314,39 \text{ кг}$$

$$q_{\text{др}} = \frac{5314,39 \cdot 2,0}{100} = 106,29 \text{ кг}$$

$$q_c = \frac{5314,39 \cdot 1,3}{100} = 69,09 \text{ кг}$$

$$q_{\text{ц}} = \frac{5314,39 \cdot 1,0}{100} = 53,14 \text{ кг}$$

$$q_{\text{мар.}} = \frac{5314,39 \cdot 0,7}{100} = 37,2 \text{ кг}$$

для житнього хліба:

$$G_6^{\text{доб}} = \frac{10580 \cdot 100}{145,4} = 7276,48 \text{ кг}$$

$$q_{\text{др}} = \frac{7276,48 \cdot 0,1}{100} = 7,28 \text{ кг}$$

$$q_c = \frac{7276,48 \cdot 2,0}{100} = 145,53 \text{ кг}$$

$$q_{\text{сир.}} = \frac{7276,48 \cdot 1,0}{100} = 72,76 \text{ кг}$$

$$q_{\text{пат.}} = \frac{7276,48 \cdot 4,0}{100} = 291,06 \text{ кг}$$

для батонів «Домашні»:

$$G_6^{\text{доб}} = \frac{11914 \cdot 100}{133,0} = 8957,89 \text{ кг}$$

$$q_{\text{др}} = \frac{8957,89 \cdot 1,5}{100} = 134,37 \text{ кг}$$

$$q_{\text{с}} = \frac{8957,89 \cdot 1,3}{100} = 116,45 \text{ кг}$$

$$q_{\text{ц}} = \frac{8957,89 \cdot 3,0}{100} = 268,74 \text{ кг}$$

$$q_{\text{мар.}} = \frac{8957,89 \cdot 1,5}{100} = 134,37 \text{ кг}$$

$$q_{\text{м.с.}} = \frac{8957,89 \cdot 1,0}{100} = 89,58 \text{ кг}$$

Розрахунок загальних витрат сировини:

$$G_{\text{б.пш.}}^{\text{доб}} = 5314,39 + 8957,89 = 14272,28 \text{ кг}$$

$$G_{\text{б.ж.}}^{\text{доб}} = 7276,48 \text{ кг}$$

$$q_{\text{др}} = 106,29 + 7,28 + 134,37 = 247,94 \text{ кг}$$

$$q_{\text{с}} = 69,09 + 145,53 + 116,45 = 331,07 \text{ кг}$$

$$q_{\text{ц}} = 53,14 + 268,74 = 321,88 \text{ кг}$$

$$q_{\text{мар}} = 37,2 + 134,37 = 171,57 \text{ кг}$$

$$q_{\text{сир}} = 72,76 \text{ кг}$$

$$q_{\text{пат}} = 291,06 \text{ кг}$$

$$q_{\text{м.с.}} = 89,58 \text{ кг.}$$

Таблиця 2.16 – Необхідний запас сировини

Сировина	Добові витрати сировини, т	Спосіб зберігання	Нормативний термін запасу, діб	Необхідний запас сировини, т
Борошно пшеничне	14,27	Безтарно у силосах	7	99,89
Борошно житнє	7,28	Безтарно у силосах	7	50,96
Дріжджі хлібопекарські	0,25	Тарний у ящиках	3	0,75

Продовження таблиці 2.16

1	2	3	4	5
Сіль кухонна	0,33	Тарний у мішках	15	4,95
Цукор білий	0,32	Тарний у мішках	15	4,8
Маргарин	0,17	У ящиках	5	0,85
Сироватка суха молочна	0,07	Тарний у мішках	15	1,05
Патока	0,29	У бочках	15	4,35
Молоко сухе знежирене	0,09	У фанерно-штампованих бочках	15	1,35

2.4 Розрахунок площ основних та допоміжних приміщень

Площа складу для тарного зберігання сировини:

$$F_c = \frac{G_{\text{доб.}}}{q} \cdot \tau \mu, \quad (2.51)$$

де τ – норма запасу сировини, діб;

q – норма навантаження на 1 м^2 підлоги, $\text{т}/\text{м}^2$

μ - коефіцієнт, що враховує проходи для борошна 1,85; для іншої сировини 1,5

Площа складу готової продукції:

$$S = S_i \cdot P_i \quad (2.52)$$

$$F_{\text{др}} = \frac{0,25}{0,54} \cdot 3 \cdot 1,5 = 2,08 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{ц}} = \frac{0,32}{0,8} \cdot 15 \cdot 1,5 = 9 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{сир}} = \frac{0,07}{0,54} \cdot 15 \cdot 1,5 = 2,92 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{мар}} = \frac{0,17}{0,4} \cdot 5 \cdot 1,5 = 3,19 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{пат}} = \frac{0,29}{0,66} \cdot 15 \cdot 1,5 = 9,89 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{м.с.}} = \frac{0,09}{0,54} \cdot 15 \cdot 1,5 = 3,75 \text{ м}^2$$

Площа складу готової продукції

для хліба «Добрий»:

$$S = 7,015 \cdot 10 = 70,15 \text{ м}^2$$

для батонів «Домашні»:

$$S = 11,91 \cdot 10 = 119,1 \text{ м}^2$$

для житнього хліба:

$$S = 10,58 \cdot 10 = 105,8 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{скл}} = 70,15 + 105,8 + 119,1 = 295,05 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{експ.}} = 295,05 \cdot 0,20 = 59,01 \text{ м}^2$$

2.5 Підбір технологічного обладнання

Борошно - основна сировина для виробництва хлібобулочних виробів, тому для його зберігання приділяють особливу увагу. У більшості підприємств переважно використовують безтарний спосіб зберігання, який є економічно вигідним та дозволяє дієво використовувати складські площі.

Кількість силосів:

$$N = \frac{G_6^{\text{доб.}} \cdot \tau}{V_6}, \quad (2.53)$$

де $G_6^{\text{доб.}}$ - добові витрати борошна одного сорту, т;

V_6 - місткість одного силоса, т;

τ – норма запасу борошна - 7 діб.

$$N_{\text{сил}}^{\text{пш.б}} = \frac{14,27 \cdot 7}{64} = 1,56 \text{ шт.}$$

$$N_{\text{сил}}^{\text{ж.б}} = \frac{7,28 \cdot 7}{64} = 0,8 \text{ шт.}$$

Для зберігання пшеничного борошна встановлюємо 2 силоси ХЕ-233, місткістю 64 т, а для житнього – 1 силос ХЕ-233, місткістю 64 т.

Просіювання борошна проводять для видалення сторонніх домішок. Під час цього процесу заодно борошно розпушується та насичується повітрям, що позитивно впливає на приготування тіста.

Кількість борошняних ліній:

$$N_{\text{б.л.}} = \frac{G_{\text{б}}^{\text{год}}}{P_{\text{б.л.}}^{\text{год}}} \quad (2.54)$$

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

$P_{\text{б.л.}}^{\text{год}}$ - продуктивність борошняної лінії за годину.

Витрати пшеничного борошна – 621 кг/год, житнього – 316,66 кг/год.

Продуктивність борошняної лінії старновить 90 % продуктивності просіювача – 900 кг/год.

$$N_{\text{б.л.}}^{\text{пш.б.}} = \frac{621}{900} = 0,69 \text{ шт.}$$

$$N_{\text{б.л.}}^{\text{ж.б.}} = \frac{316,66}{900} = 0,35 \text{ шт.}$$

Для просіювання пшеничного борошна використовуємо 1 просіювач безперервної дії – ВП – 1000, продуктивністю 1000 кг/год. Для житнього також 1.

Об'єм виробничих силосів:

$$V_{\text{в.с.}} = \frac{G_{\text{б}}^{\text{год}} \cdot \tau}{\rho_{\text{б}}}, \text{ м}^3, \quad (2.55)$$

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

τ – запас борошна у силосі;

$\rho_{\text{б}}$ - об'ємна маса борошна, т/м³; вищого сорту - 0,500 т/м³, житнє сіяне – 0,450 т/м³

Кількість виробничих силосів:

$$N_{\text{в.с.}} = \frac{V_{\text{в.с.}}}{V_{\text{с}}} \quad (2.56)$$

Розрахунок виробничих силосів

для хліба «Добрий»:

$$V_{\text{с}}^{\text{пш.б.}} = \frac{231,23 \cdot 5}{0,500} = 2,31 \text{ м}^3$$

$$N_{\text{вс}} = \frac{2,31}{2,73} = 0,85 \text{ шт.}$$

Для зберігання пшеничного борошна для хліба «Добрий» встановлюємо 1 силос ХЕ-112, об'ємом 2,73 м³

Для житнього хліба:

$$V_{\text{с}}^{\text{ж.б.}} = \frac{316,66 \cdot 5}{0,450} = 3,52 \text{ м}^3$$

$$N_{\text{вс}} = \frac{3,52}{2,73} = 1,29 \text{ шт.}$$

Для зберігання житнього борошна для хліба житнього подового встановлюємо 2 силоси ХЕ-112, об'ємом 2,73 м³

Для батонів «Домашні»:

$$V_{\text{с}}^{\text{пш.б.}} = \frac{389,77 \cdot 5}{0,500} = 3,9 \text{ м}^3$$

$$N_{\text{вс}} = \frac{3,9}{2,73} = 1,43 \text{ шт.}$$

Для зберігання пшеничного борошна для батонів «Домашні» встановлюємо 2 силоси ХЕ-112, об'ємом 2,73 м³

Об'єм ємкостей, в яких буде зберігатись розчини:

$$V = \frac{G_{\text{зап}} \cdot \tau_3 \cdot 100 \cdot K}{c \cdot \rho}, \quad (2.57)$$

де $G_{\text{зап}}$ – запас солі за добу, т;

K – коефіцієнт збільшення об'єму ємкості ($K = 1,2$);

c – концентрація розчину солі 26 %; цукру 50 %

ρ – густина розчину солі 1,2 т/м³; ; цукру 1,23 т/м³

τ_3 – норма запасу сировини.

$$V_{\text{р.с.}} = \frac{0,33 \cdot 0,33 \cdot 100 \cdot 1,2}{26 \cdot 1,2} = 0,42 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{р.с.}} = \frac{0,32 \cdot 0,32 \cdot 100 \cdot 1,2}{50 \cdot 1,23} = 0,20 \text{ м}^3$$

Розрахунок і підбір тістомісильних машин для хліба «Добрий»:

Продуктивність місильної машини безперервної дії:

$$P_{\text{м}} = g_{\text{нф}} \cdot K_3 \quad (2.58)$$

де $g_{нф}$ – маса напівфабрикату (опари, закваски, тіста), що замішується протягом 1 хв, кг;

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

$$P_o = 3,84 \cdot 1,06 = 4,07 \text{ кг/хв}$$

$$P_T = 6,3 \cdot 1,06 = 6,68 \text{ кг/хв}$$

Кількість тістомісильних машин:

$$N_{TM} = \frac{P_M}{P}, \quad (2.59)$$

де P – продуктивність тістомісильної машини згідно технічної документації

$$N_{TM}^o = \frac{4,07}{10,8} = 0,38 \text{ шт.}$$

$$N_{TM}^T = \frac{6,68}{10,8} = 0,62 \text{ шт.}$$

Об'єм коритоподібних місткостей для бродіння опари і тіста :

$$V_o = \frac{G_o^o \cdot \tau_o \cdot 100}{q} \quad (2.60)$$

$$V_T = \frac{G_o^T \cdot \tau_T \cdot 100}{q}, \quad (2.61)$$

де G_o^o , G_o^m – витрати борошна за хвилину на приготування опари чи закваски і тіста, кг/хв.;

τ_o , τ_m – тривалість бродіння відповідно опари тіста, хв;

q – норма завантаження борошна на 100 дм³ об'єму корита.

$$V_o = \frac{60 \cdot 180 \cdot 100}{30} = 36000 = 36 \text{ м}^3$$

$$V_T = \frac{40 \cdot 30 \cdot 100}{30} = 4000 = 4 \text{ м}^3$$

Розрахунок і підбір тістомісильних машин для житнього хліба.

Продуктивність місильної машини:

$$P_3 = 2,25 \cdot 1,06 = 2,39 \text{ кг/хв}$$

$$P_T = 8,44 \cdot 1,06 = 8,95 \text{ кг/хв}$$

Кількість тістомісильних машин :

$$N_{\text{ТМ}}^{\text{З}} = \frac{2,39}{10,8} = 0,22 \text{ шт.}$$

$$N_{\text{ТМ}}^{\text{Т}} = \frac{8,95}{10,8} = 0,83 \text{ шт.}$$

Об'єм місткостей для бродіння закваски і тіста:

$$V_{\text{З}} = \frac{26,84 \cdot 255 \cdot 100}{30} = 22814 = 23 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{Т}} = \frac{72,16 \cdot 60 \cdot 100}{30} = 14432 = 14,5 \text{ м}^3$$

Для бродіння закваски встановлюємо бункерний агрегат І8-ХТА-6.

Розрахунок і підбір тістомісильних машин для батонів «Домашні»

Продуктивність місильної машини:

$$P_{\text{о}} = 4,48 \cdot 1,06 = 4,75 \text{ кг/хв}$$

$$P_{\text{Т}} = 9,9 \cdot 1,06 = 10,49 \text{ кг/хв}$$

Кількість тістомісильних машин:

$$N_{\text{ТМ}}^{\text{о}} = \frac{4,75}{10,8} = 0,44 \text{ шт.}$$

$$N_{\text{ТМ}}^{\text{Т}} = \frac{10,49}{10,8} = 0,97 \text{ шт}$$

Об'єм коритоподібних місткостей для бродіння опари і тіста:

$$V_{\text{о}} = \frac{45 \cdot 220 \cdot 100}{30} = 33000 = 33 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{Т}} = \frac{55 \cdot 90 \cdot 100}{30} = 16500 = 16,5 \text{ м}^3$$

Обладнання для поділу тіста на заготовки для хліба «Добрий»

Поділ тіста на заготовки потрібної маси здійснюють тістоподільні машини.

Їх кількість визначають за необхідною кількістю тістових заготовок для роботи печі:

$$N_{\text{Т.З}} = \frac{P_{\text{год}}}{60 \cdot g_{\text{в}}}, \quad (2.62)$$

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

$g_{\text{в}}$ – маса виробу, кг.

$$N_{\text{Т.З}} = \frac{305,22}{60 \cdot 0,5} = 10,17 \text{ шт/хв}$$

Кількість тістоподільних машин:

$$N = \frac{N_{т.з} \cdot K}{P}, \quad (2.63)$$

де P – продуктивність тістоподільної машини відповідно до технічної характеристики, шматків за хвилину;

K – коефіцієнт запасу, що враховує зупинку тістоподільника і відбраковування шматків 1,05.

$$N = \frac{10,17 \cdot 1,05}{20} = 0,53 \text{ шт.}$$

Встановлюємо 1 тістоподільник А2-ХТН, продуктивністю 20 шт/хв.

Обладнання для поділу тіста на заготовки для житнього хліба

Кількість тістових заготовок:

$$N_{т.з} = \frac{460,42}{60 \cdot 0,75} = 10,23 \text{ шт/хв}$$

Кількість тістоподільних машин:

$$N = \frac{10,23 \cdot 1,05}{20} = 0,53 \text{ шт.}$$

Встановлюємо 1 тістоподільник А2-ХТН, продуктивністю 20 шт/хв.

Обладнання для поділу тіста на заготовки для батонів «Домашні»

Кількість тістових заготовок:

$$N_{т.з} = \frac{518,4}{60 \cdot 0,4} = 21,6 \text{ шт/хв}$$

Кількість тістоподільних машин:

$$N = \frac{21,6 \cdot 1,05}{25} = 0,9 \text{ шт.}$$

Встановлюємо 1 тістоподільник А2-ХТН, продуктивністю 25 шт/хв

2.6 Технохімічний контроль виробництва

Технохімічний контроль є невід’ємною складовою технологічного процесу виробництва хлібобулочних виробів. Його основною метою є забезпечення стабільної якості продукції, дотримання вимог нормативної документації, раціональне використання сировини та своєчасне виявлення можливих відхилень від установлених технологічних режимів.

Контроль здійснюють на всіх стадіях виробництва, починаючи з приймання сировини та допоміжних матеріалів і закінчуючи оцінкою якості готової продукції. Особлива увага приділяється контролю показників якості борошна, дріжджів, солі та інших компонентів рецептури, а також параметрів технологічного процесу: вологості, температури, кислотності напівфабрикатів, тривалості бродіння, вистоювання та випікання.

Своєчасне проведення технохімічного контролю дозволяє забезпечити випуск продукції високої якості, що відповідає вимогам нормативної документації та очікуванням споживачів. Результати контролю використовують для оперативного коригування технологічного процесу та попередження виникнення браку.

Таблиця 2.17 - Технохімічний контроль виробництва хліба «Добрий»

Об'єкт контролю	Контрольований показник	Норма	Періодичність контролю	Метод контролю
Борошно пшеничне	Вологість, колір, запах, смак	Відповідно до ДСТУ	Кожна партія	Органолептичний, лабораторний
Дріжджі хлібопекарські	Консистенція, запах, вологість	Відповідно до ДСТУ	Кожна партія	Органолептичний
Сіль кухонна харчова	Чистота, зовнішній вигляд	Відповідно до ДСТУ	Кожна партія	Органолептичний
Вода питна	Відповідність санітарним вимогам	Відповідно до ДСанПІН	Періодично	Лабораторний
Просіяне борошно	Відсутність сторонніх та металомагнітних домішок	Не допускаються	Кожна зміна	Візуальний

Продовження таблиці 2.17

1	2	3	4	5
Опара	Вологість	46 %	Кожна партія	Лабораторний
Опара	Температура	26 – 30 °С	Кожна партія	Термометр
Опара	Кислотність	3,5 – 4,0 град	Кожна партія	Титрування
Опара	Тривалість бродиння	180 хв	Кожна партія	За годинником
Тісто	Вологість	43,5 %	Кожна партія	Лабораторний
Тісто	Температура	26 – 30 °С	Кожна партія	Термометр
Тісто	Кислотність	3,5 град	Кожна партія	Титрування
Тісто	Тривалість бродиння	30 хв	Кожна партія	За годинником
Тістові заготовки	Маса	0,5 кг	Періодично	Зважування
Вистоюван ня	Тривалість	40 хв	Кожна партія	За годинником
Випікання	Температура пекарної камери	210 – 245 °С	Постійно	Контрольно- вимірювальні прилади
Випікання	Тривалість	23 хв	Кожна партія	За годинником
Готовий хліб	Зовнішній вигляд, форма, колір кірки	Відповідно до норма- тивної до- кументації	Кожна партія	Органолептич- ний
Готовий хліб	Вологість	Не більше 43 %	Періодично	Лабораторний
Готовий хліб	Кислотність	Не більше 2,5 гр.	Періодично	Титрування
Готовий хліб	Пористість	Не менше 68 %	Періодично	Лабораторний

3 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

3.1 Психофізіологічне розвантаження для працівників

Під час виготовлення хлібобулочних виробів працівники протягом зміни виконують різні виробничі операції, пов'язані з обслуговуванням технологічного обладнання. Робота біля тістомісильних машин, ділильників тіста та хлібопекарських печей потребує уважності, оскільки від дій персоналу залежить не лише якість продукції, а й безпечне ведення технологічного процесу. Крім того, у виробничих приміщеннях підтримується підвищена температура, що може викликати швидшу втому працівників наприкінці зміни.

Додатковим фактором, який впливає на працездатність персоналу, є освітлення робочих місць. Недостатній рівень освітленості може спричинити швидке стомлення очей та зниження уважності під час виконання виробничих операцій. Тому в проєктованому цеху доцільно забезпечити поєднання природного та штучного освітлення, що дозволить створити комфортні умови для роботи протягом усієї зміни.

Особливу увагу слід приділяти працівникам, які виконують роботи поблизу хлібопекарських печей. Через підвищену температуру повітря організм швидше втрачає вологу, що може негативно впливати на самопочуття. Для запобігання цьому необхідно забезпечити працівників питною водою та створити умови для короткочасного відпочинку під час перерв.

Позитивний вплив на психофізіологічний стан працівників має також підтримання належного санітарного стану виробничих приміщень. Чистота робочих місць, своєчасне прибирання виробничих відходів і впорядковане розташування інвентарю сприяють комфортнішому виконанню робіт та зменшують рівень напруження під час виробничого процесу.

Для створення більш комфортних умов праці в проєктованому цеху передбачено комплекс заходів, спрямованих на зниження фізичного та емоційного навантаження. Одним із таких заходів є правильна організація

режиму праці та відпочинку. Протягом робочого дня працівники мають можливість користуватися встановленими перервами, що допомагає відновити сили та підтримувати належний рівень уваги.

Поряд із побутовими приміщеннями доцільно передбачити місце для короткочасного відпочинку персоналу. Наявність вентиляції, достатнього освітлення та зручних місць для сидіння створює сприятливі умови для відновлення працездатності.

Не менш важливим є створення сприятливої робочої атмосфери в колективі. Чіткий розподіл обов'язків між працівниками та належна організація виробничого процесу допомагають уникнути зайвого нервового напруження під час виконання робіт.

Щоб зменшити втому від одноманітної роботи, під час організації виробничого процесу варто чергувати окремі операції між працівниками. Такий підхід дозволяє уникнути тривалого виконання одних і тих самих дій та позитивно впливає на самопочуття персоналу протягом зміни.

Таблиця 3.1 – Заходи психофізіологічного розвантаження працівників

№	Захід	Призначення
1	Регламентовані перерви	Відновлення працездатності
2	Чергування видів робіт	Зменшення монотоності праці
3	Кімната відпочинку	Психологічне розвантаження
4	Нормалізація мікроклімату	Поліпшення самопочуття працівників

Завдяки цим заходам буде підтримуватись належний рівень працездатності персоналу та зменшиться кількість помилок під час виконання виробничих завдань.

3.2 Заходи щодо захисту обладнання від короткого замикання

У цеху виробництва хлібобулочних виробів використовуються тістомісильні машини, просіювачі борошна, тістоподільники, транспортери, печі та інше електрифіковане обладнання. Пошкодження ізоляції провідників, перевантаження електромережі або несправність електрообладнання можуть спричинити коротке замикання, що створює небезпеку виходу обладнання з ладу та виникнення пожежі.

Для забезпечення надійної роботи електричних мереж у проєктованому цеху передбачено використання автоматичних вимикачів, які відключають пошкоджену ділянку мережі при виникненні аварійних струмів. Захист окремих електричних кіл здійснюється також плавкими запобіжниками, номінальні параметри яких підбираються відповідно до потужності обладнання.

Всі металеві корпуси електрообладнання підключаються до системи захисного заземлення. Це дозволяє зменшити ризик ураження працівників електричним струмом у разі пошкодження ізоляції.

Справність електричних мереж значною мірою залежить від якості їх монтажу та умов експлуатації. Під час проєктування цеху необхідно передбачити прокладання кабельних ліній таким чином, щоб виключити можливість їх механічного пошкодження. Кабелі слід розміщувати в спеціальних кабельних каналах або захисних коробах, що знижує ризик порушення ізоляції під час експлуатації обладнання.

Однією з причин виникнення короткого замикання можуть бути забруднення електрообладнання борошняним пилом. У хлібопекарському виробництві певна кількість пилу утворюється під час просіювання борошна та його транспортування. Накопичення пилу на електродвигунах, розподільчих щитах і кабельних з'єднаннях може погіршувати умови охолодження обладнання та сприяти його перегріванню. З цієї причини необхідно проводити регулярне очищення електротехнічних пристроїв відповідно до встановленого графіка.

Для своєчасного виявлення несправностей доцільно здійснювати планові огляди електричних мереж та обладнання. Під час таких перевірок контролюють стан ізоляції проводів, надійність контактних з'єднань, роботу автоматичних вимикачів та захисних пристроїв. Виявлені дефекти повинні усуватися до введення обладнання в подальшу експлуатацію.

Важливе значення має також навчання працівників правилам безпечної роботи з електрообладнанням. Персонал повинен знати порядок дій у разі виникнення аварійної ситуації, ознаки несправності електроустановок та способи безпечного відключення обладнання від мережі. Дотримання цих вимог дозволяє знизити ризик нещасних випадків і матеріальних збитків. Основні заходи захисту обладнання від короткого замикання наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Заходи для запобігання коротким замиканням

№	Захід	Призначення
1	Використання автоматичних вимикачів	Відключення пошкодженої ділянки мережі
2	Захисне заземлення	Захист працівників від ураження струмом
3	Перевірка стану ізоляції	Попередження аварійних режимів роботи
4	Очищення обладнання від пилу	Запобігання перегріванню електрообладнання
5	Планові технічні огляди	Своєчасне виявлення несправностей
6	Інструктаж персоналу	Підвищення рівня електробезпеки

Для попередження коротких замикань необхідно проводити періодичний контроль стану кабельних ліній, контактних з'єднань та електроапаратури.

Особливу увагу слід приділяти обладнанню, яке працює в умовах підвищеної вологості або температури.

Схема захисту електрообладнання включає:

- автоматичний вимикач;
- пристрій захисного відключення;
- систему захисного заземлення;
- електродвигун технологічного обладнання.

Надійність захисту багато в чому залежить від правильного вибору автоматичного вимикача. Для оцінки струму навантаження використовується співвідношення:

$$I = \frac{P}{(U \cdot \cos \varphi)}$$

де I – робочий струм, А;

P – потужність електродвигуна, Вт;

U – напруга мережі, В;

$\cos \varphi$ – коефіцієнт потужності.

Для прикладу розглянемо електродвигун потужністю 5,5 кВт:

$$I = 5500 / (380 \cdot 0,8) = 18,1 \text{ А.}$$

Отже, для захисту такого двигуна доцільно застосовувати автоматичний вимикач із номінальним струмом 20–25 А.

Отриманий результат показує, що обраний автоматичний вимикач забезпечує захист електродвигуна від надструмів без необґрунтованих спрацьовувань під час нормальної роботи. Правильний вибір захисної апаратури дозволяє продовжити термін служби обладнання та зменшити витрати на його ремонт. Особливо важливим це є для тістомісильних машин і транспортерів, які працюють протягом більшої частини виробничої зміни.

Комплексне використання автоматичних вимикачів, заземлення та систематичного технічного контролю забезпечує безпечну експлуатацію електрообладнання та знижує ризик аварійних ситуацій у виробничому цеху

ВИСНОВКИ

Отже, під час виконання роботи було обґрунтовано вибір асортименту продукції, здійснено технологічні розрахунки та підібрано потрібне технологічне обладнання, щоб забезпечити безперервний виробничий процес.

Обраний асортимент продукції, який включає хліб «Добрий», житній подовий та батони «Домашні» користується постійним попитом серед населення, тому дозволяє забезпечити споживачів виробами щоденного споживання.

Для виробництва хліба «Добрий» обрали спосіб приготування тіста на великій густій опарі, для батонів «Домашні» – на традиційній густій опарі, а для житнього подового хліба – на густій заквасці. Такі способи приготування сприяють покращенню смако-ароматичних властивостей, структури м'якушки та підвищенню якості готових виробів.

Використання сухої молочної сироватки та сухого знежиреного молока у окремих виробках підвищує їх харчову цінність та покращує органолептичні показники.

Запроектований цех відповідає сучасним вимогам хлібопекарського виробництва та дозволяє випускати конкурентоспроможну продукцію високої якості для забезпечення потреб населення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ 3583:2015. Сіль кухонна. Загальні технічні умови. Чинний від 01-07-2017. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2015. 18 с.
2. ДСТУ 4273:2015. Молоко та вершки сухі. Загальні технічні умови. Чинний від 2016-01-01. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2015. 22 с.
3. ДСТУ 4465:2005. Маргарин. Загальні технічні умови. Чинний від 01-01-2007. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2005. 18 с.
4. ДСТУ 4498:2005. Патока крохмальна. Загальні технічні умови. Чинний від 01-07-2006. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2005. 22 с.
5. ДСТУ 4552:2006. Сироватка молочна суха. Технічні умови. Чинний від 2007-01-01. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2006. 18 с.
6. ДСТУ 4583:2023 Хліб із житнього та суміші житнього і пшеничного борошна. Загальні технічні умови. Поправка
7. ДСТУ 46.004-99. Борошно пшеничне. Технічні умови. Чинний від 15-08-1999. Вид. офіц. Київ: Галузевий стандарт України, 1999. 13 с.
8. ДСТУ 4623:2023. Цукор. Технічні умови. Чинний від 01-05-2024. Вид. офіц. Київ: Держспожив-стандарт України, 2023. 16 с.
9. ДСТУ 4812:2007. Дріжджі хлібопекарські пресовані. Технічні умови. Чинний від 01-01-2009. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2007. 13 с.
10. ДСТУ 7517:2024. Хліб із пшеничного борошна. Загальні технічні умови. Чинний від 01-05-2025. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2024. 18 с.
11. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. Чинний від 2016-07-01. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 2016. 16 с.
12. Ланівці. Вікіпедія: вільна енциклопедія. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Ланівці> (дата звернення: 28.01.2026).
13. Лановецька громада – Тернопільська область. URL: <https://gromada.info/gromada/lanovecka/> (дата звернення: 18.06.2026).

14. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи для здобувачів освітнього ступеня «бакалавр» зі спеціальності «Харчові технології» денної та заочної форм навчання/ Дацишин К.Є., Крупа О.М., Карпик Г.В., Сторож Л.А. Тернопіль: ТНТУ, 2025. 38 с.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Таблиця А.1 - Специфікація основного технологічного обладнання

№	Обладнання	Тип або марка	Позиція	Кількість
1	2	3	4	5
1	Силос для зберігання борошна	ХЕ-233	1	3
2	Просіювач борошна	ВП – 1000	2	2
3	Виробничий силос	ХЕ-112	3	5
4	Бак для дріжджової суспензії		6	1
5	Дозатор для дріжджової суспензії		14	1
6	Бак для холодної води		15	1
7	Бак для гарячої води		16	1
8	Ємкість для розчину солі		4	1
9	Ємність для розтоплення маргарину		7	1
10	Ємність для патоки		8	1
11	Ємкість для розчину цукру		5	1
12	Дозатор цукрового розчину		9	1
13	Дозатор дріжджової суспензії		10	1
14	Дозатор розтопленого маргарину		11	1

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5
15	Дозатор патоки		12	1
16	Дозатор води		13	1
17	Тістомісильна машина безперервної дії	X-26 А	17	2
18	Ємність для бродіння закваски	Бункерний агрегат 18- ХТА-6	19	1
19	Тістомісильна машина		18	2
20	Тістоподільник	A2-ХТН	20	3
21	Тістоокруглювач		21	3
22	Тістозакатувальна машина		22	1
23	Вистійна шафа		23	3
24	Тунельна піч	A2 – ХПЯ -25	24	3
25	Вагогонетка для готової продукції		25	3