

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

Факультет інженерії машин, споруд і 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 виробничого відділення пекарного підприємства з
виробництва хліба за традиційними технологіями**

Виконав: студент 4 курсу, групи МХ-41
спеціальності 181 Харчові технології

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Поливана О.Я.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Карпик Г.В.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Дацишин К.С.

(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

Поливаній Ользі Ярославівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи

***Проект виробничого відділення пекарного підприємства з виробництва хліба
за традиційними технологіями***

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 «Заводський»

2) Хліб «Делікатесний»

3) Хліб «Сонячний»

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)

Ольга ПОЛИВАНА

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Галина КАРПІК

_____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

У кваліфікаційній роботі виконано роботу з проєктування хлібопекарського підприємства в м. Дубно. Метою створення цеху було розширення асортименту хлібобулочної продукції, що постачається мешканцям регіону. До виробничої програми запропоновано включити три види хліба: пшеничний «Заводський», пшеничний з кукурудзяним борошном «Сонячний» та житньо-пшеничний «Делікатесний». Обґрунтовано вибір способів приготування тіста: безопарний безперервний, опарний періодичний та на рідкій заквасці безперервний. У процесі виконання роботи проведено технологічні розрахунки (продуктивність печей, вихід тіста, витрати сировини, виробничі рецептури) та підібрано основне обладнання для всіх стадій виробництва. Провідним обладнанням обрано тунельні печі TF9-3 та подову піч Frosty FOV-60D.

Матеріали проєкту викладено на 82 сторінках пояснювальної записки та п'ятьох кресленнях (апаратурні схеми для кожного виду хліба, план цеху, поздовжній та поперечний розрізи).

Ключові слова: хлібопекарський цех, пшеничний хліб, кукурудзяне борошно, житньо-пшеничний хліб, технологічні розрахунки, виробнича рецептура, обладнання.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ.....	7
1.1 Характеристика місця розташування підприємства.....	7
1.2 Обґрунтування асортименту продукції.....	9
1.3 Характеристика сировинної зони.....	10
1.4 Характеристика каналів реалізації продукції.....	11
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	13
2.1 Вибір та обґрунтування технологічних процесів й режимів виробництва хліба	13
2.1.1 Нормативні показники продуктів запроєктованого асортименту.....	13
2.1.2 Характеристика сировини та допоміжних матеріалів.....	14
2.1.3 Вибір та обґрунтування технологічних схем	17
2.1.4 Опис технологічного процесу виробництва хліба	18
2.2 Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту.....	26
2.2.1 Таблиця вихідних даних	26
2.2.2 Підбір та розрахунок печей.....	27
2.2.3 Розрахунок пофазних рецептур.....	31
2.2.4 Розрахунок виходу виробів.....	39
2.2.5 Розрахунок виробничих рецептур та вибір технологічних параметрів.....	46
2.3 Розрахунок витрат і запасів сировини.....	50
2.4 Розрахунок площ основних та допоміжних приміщень	55
2.5 Підбір технологічного обладнання	57
2.6 Технохімічний контроль виробництва	71
3 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	74
ВИСНОВКИ.....	78
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	79

ВСТУП

Харчова промисловість України забезпечує майже п'яту частину всього обсягу промислової продукції країни, причому найбільшу частку реалізації займають напої, м'ясні вироби, молочні продукти, хліб та хлібобулочні вироби. Попри сприятливі природні, людські та геополітичні передумови для лідерства на світових продовольчих ринках, харчова промисловість України останнім часом занепадає. Технології не оновлюються, обладнання зношується, звужується асортимент, якість продукції погіршується, а вітчизняні товари витісняються з ринків. Причиною цього є сильна залежність харчової промисловості від інших галузей (машинобудування, хімії, нафтопереробки). Тому сьогодні необхідно оновлювати потужності та започатковувати нові підприємства, які зможуть забезпечити виробництво якісної та конкурентоспроможної продукції.

Хлібопекарська галузь до найважливіших галузей харчової промисловості України, щоденно забезпечуючи людей продуктами першої необхідності. Хліб століттями є основою раціону населення. Безперебійна робота хлібо заводів гарантує якісну продукцію та продовольчу безпеку країни. Щорічний обсяг випічки в Україні сягає 1,8 млн тонн.

Сьогодні, виробництво хліба – це високий рівень автоматизації та механізації. На підприємствах встановлюють сучасне обладнання й постійно вдосконалюють технології. Серед ключових пріоритетів виробників є розширення асортименту, покращення якості виробів та вдосконалення способів замішування тіста. Отже, у виробництві є актуальним застосування борошна різних сортів та інших додаткових інгредієнтів.

Метою роботи є проектування хлібопекарського цеху в м. Дубно, який випускатиме три види хліба: пшеничний «Заводський» (безопарний спосіб), пшеничний з кукурудзяним борошном «Сонячний» (на густій опарі) та житньо-пшеничний «Делікатесний» (на рідкій заквасці). У межах проекту передбачено розрахунок виробничих рецептур, добір технологічного обладнання, побудову апаратних ліній для кожного виду виробів та виконання загального плану цеху.

1 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

1.1 Характеристика місця розташування підприємства

У цій роботі передбачено будівництво хлібопекарського цеху в місті Дубно, що на Рівненщині. Це одне з найдавніших міст західної України, яке має вигідне географічне положення. Дубно розташоване в південно-західній частині Рівненщини над річкою Іквою. До обласного центру – Рівного – можна дістатися автошляхом (близько 45 км) або залізницею (55 км). Місто є важливою транспортною розв'язкою: через нього пролягають міжнародні автотраси E40 (сполучення Києва з Чопом) та E85 (маршрут Клайпеда – Александруполіс), а також залізнична гілка Здолбунів – Красне. Завдяки такому розташуванню створюються вигідні умови для постачання сировини (борошна різних сортів, цукру, інших компонентів) та відвантаження готової продукції споживачам [17].

За інформацією Головного управління статистики в Рівненській області, на 1 грудня 2020 року в м. Дубно проживало 37 275 осіб, а в межах Дубенського району – 43 974 особи. Отже, загальний потенційний ринок збуту в регіоні становив 81 249 споживачів [24]. На початку 2022 року, за даними енциклопедії Вікіпедія, населення міста скоротилося до 36 901 особи. За оцінками на 2024 рік цей показник становив близько 38 707 осіб [17]. За даними статистики, у період січень–листопад 2020 року в Дубно природне скорочення населення (перевищення смертності над народжуваністю) склало 211 осіб, однак завдяки внутрішній міграції кількість мешканців збільшилася на 22 особи. У цілому по Рівненській області природне скорочення за аналогічний період становило 2 717 осіб. За даними Міністерства юстиції, у 2025 році співвідношення смертності до народжуваності в області склало 1,53 – це найкращий показник серед областей України [4].

На основі цих даних та згідно з методикою виконано розрахунки, необхідні для визначення проектної потужності цеху. Спочатку знаходимо, якою стане чисельність населення м. Дубно через 5 років. Цей розрахунок виконуємо за формулою:

$$Ч = Ч_{н} \cdot \left(1 + \frac{К}{100}\right) \cdot t + Ч_{м} \quad (1.1)$$

де Ч – очікувана кількість мешканців (тис. осіб);

Ч_н – вихідна чисельність населення (36,901 тис. осіб);

К – коефіцієнт щорічного приросту (або спаду) населення – для Рівненської області він становить -0,21 %;

t – кількість років, на яку робиться прогноз (5 років);

Ч_м – додаткові люди, які перебувають тут тимчасово (туристи, транзит) – 2,5 тис. осіб.

$$Ч = 39,901 \cdot \left(1 + \frac{(-0,21)}{100}\right) \cdot 5 + 2,5 = 37,67$$

Розраховуємо річну потребу населення хлібними виробами:

$$П = Ч \cdot Н \quad (1.2)$$

де П – річний обсяг хліба, потрібний для населення, т;

Ч – розрахункова чисельність (37,67 тис. осіб);

Н – норма споживання на одну людину (101 кг/рік).

$$П = 37,67 \cdot 101 = 3805 \text{ т/рік}$$

Отже, для забезпечення потреб мешканців Дубна необхідно виробляти близько 3 805 тонн хлібобулочних виробів щороку.

Визначаємо мінімально-необхідну потужність цеху:

$$ВП = \frac{П}{Т} \quad (1.3)$$

де ВП – потужність цеху, кг/добу;

П – річна потреба (3 805 000 кг);

Т – кількість робочих днів на рік (300).

$$ВП = \frac{3\,805\,000}{300} = 12\,683,33 \text{ кг/доб}$$

Отже, для забезпечення щоденної потреби населення виробнича потужність цеху повинна становити не менше ніж 12 683,33 кг/добу.

Виконані обчислення засвідчують, що розрахована нами добова продуктивність цеху, яка дорівнює 17 872,8 кг на добу, із значним перевищенням покриває обсяги, необхідні для забезпечення місцевих споживачів хлібом. Окрім того, передбачений

проектом запас виробничих потужностей дозволить без додаткового технічного переоснащення реагувати на сезонні коливання попиту, розширювати асортимент та організувати постачання продукції до найближчих населених пунктів.

Дубенщина традиційно має потужний аграрний сектор. У структурі місцевої промисловості частка харчових виробництв сягає 10,7 %. У регіоні працюють підприємства з переробки зерна та виробництва борошна. У самому місті функціонує ТОВ «Дубенський хлібзавод», однак його потужності не повністю закривають потребу населення в оновленому асортименті хлібобулочних виробів. Господарства Дубенського району спеціалізуються на вирощуванні зернових культур – пшениці, жита, ячменю, а також технічних культур – сої, ріпаку та кукурудзи [24]. За даними агровиробників, посівні площі під озимою пшеницею перевищують 1,3 тис. га, під кукурудзою – понад 40 га, під соєю – понад 140 га. Це забезпечує стабільне надходження якісного борошна для проєктованого цеху. Розташування відносно транспортної інфраструктури є вигідним: наявність залізничної станції дозволяє приймати великі партії борошна (пшеничного, житнього) у вагонах-хоперах без додаткового перевантаження, а близькість до траси Е40 сприяє швидкому вивезенню готової продукції до торговельних мереж не тільки Рівного, а й Львівської, Тернопільської та Волинської областей [17].

1.2 Обґрунтування проєктних рішень

Перелік виробів для майбутнього хлібопекарського цеху визначали, орієнтуючись на кілька ключових критеріїв: ступінь затребуваності серед місцевих споживачів, забезпеченість регіону необхідною сировиною, технічні характеристики запланованого устаткування та економічну ефективність [18]. Проаналізувавши потреби споживачів Дубна та району, для виробництва обрано три види хліба, кожен із яких призначений для різних груп споживачів.

Хліб пшеничний «Заводський» масою 0,5 кг є класичним виробом, який користується стабільною популярністю через доступну ціну та звичні смакові властивості. Готовий хліб має круглу форму діаметром 18 см, золотаву скоринку, а м'якуш – білого кольору, пористість дрібна й рівномірна. Такий виріб призначений для широкого кола споживачів [23].

Хліб «Сонячний» масою 0,3 кг виготовляють із додаванням кукурудзяного борошна. Виріб має прямокутну форму розміром 12×23 см. Додавання кукурудзяного борошна надає м'якушці жовтуватого кольору, а смак набуває солодкуватих ноток і приємного аромату. Такий хліб вважається корисним для тих, хто стежить за раціоном, і має підвищену харчову цінність [15].

Житньо-пшеничний хліб «Делікатесний» масою 0,8 кг має круглу форму діаметром 20 см, темну скоринку, щільний м'якуш, а смак – кислувато-солодкий, властивий житньому хлібу. Завдяки заквасці цей хліб довше зберігає свіжість – до 48 годин [23]. Його обирають люди, які цінують насичений смак житніх виробів.

Обраний асортимент дає змогу охопити вподобання різних груп споживачів: класичний пшеничний хліб – на щодень, виріб із кукурудзяним борошном – для тих, хто дбає про здорове харчування, а житньо-пшеничний – для людей, які цінують виразний смак і тривалу свіжість. Усі три види хліба виготовляються з місцевої сировини, яку вирощують і переробляють у Рівненській області, що скорочує витрати на перевезення та робить продукцію більш конкурентоспроможною [23; 17].

1.3 Характеристика сировинної зони

Для безперебійної роботи хлібопекарського цеху необхідна якісна сировина, яка повинна надходити регулярно. Аналіз сировинної бази Рівненської області та м. Дубно показує, що регіон здатен повністю забезпечити виробництво всіма потрібними компонентами. Основою для випікання хліба є борошно. У промисловості Дубенського району частка харчового виробництва становить 10,7 % [18]. У районі діє Дубенський комбінат хлібопродуктів (філія АТ «Державна

продовольчо-зернова корпорація України»). Він виробляє борошно вищого гатунку, а також крупи та кормові суміші. Адреса підприємства: м. Дубно, вул. Залізнична, 95. Крім того, в області працюють інші борошномельні підприємства, які можуть постачати пшеничне, житнє та кукурудзяне борошно. У самому місті також функціонує ТОВ «Дубенський хлібзавод», яке може стати партнером у логістиці [22].

Сіль, цукор, патоку та кмин доцільно закуповувати у спеціалізованих гуртових компаніях Рівненської області або сусідніх регіонів, які мають налагоджену збутову мережу. Дріжджі хлібопекарські пресовані, враховуючи їх обмежений термін придатності, варто доставляти безпосередньо від виробників або через місцевих дистриб'юторів, здатних забезпечити дотримання холодого режиму. Житній неферментований солод для хліба «Делікатесний» передбачається отримувати із солодовень Західної України, зокрема з Тернопільської та Львівської областей. Цукор білий кристалічний може надходити з цукрових заводів Рівненщини та прилеглих областей.

Завдяки вигідному географічному розташуванню м. Дубно, через яке проходять міжнародні автошляхи E40 та E85, а також наявності залізничної станції на лінії Здолбунів – Красне, доставка сировини не створюватиме додаткових труднощів [4]. Борошно може транспортуватися як автотранспортом, так і залізницею у вагонах-хоперах для безтарного зберігання. Дубенський район має значний аграрний потенціал. Основу сільськогосподарського виробництва Дубенщини становлять зернові культури, серед яких – пшениця, жито та ячмінь. Це гарантує стабільне надходження якісної сировини для переробки на борошно [18].

1.4 Характеристика каналів реалізації продукції

Те, як налагоджено збут продукції, багато в чому визначає успіх хлібопекарського підприємства. Для цеху в Дубно пропонується кілька каналів реалізації, завдяки чому вдасться залучити багатьох покупців і гарантувати регулярні надходження коштів. Найбільшу частку виробленого хліба (приблизно 70 %)

продаватимуть через продовольчі магазини та супермаркети Дубна, а також найближчих селищ – Млинова, Демидівки, Радивилова. Насамперед варто укласти угоди з мережевими магазинами, що мають стабільно високий товарообіг та значну щоденну відвідуваність. Крім того, хліб можна постачати до супермаркетів «АТБ», «Торба» та інших продовольчих мереж.

Хліб вважається соціально значущим товаром, тому планується укласти договори на постачання з бюджетними установами – школами, лікарнями, дитячими садками Дубна та району. Це дасть змогу продавати продукцію регулярними партіями та підвищить суспільну вагу проєкту. Частина виробів (близько 15–20 %) передбачається збувати через дрібнооптові бази та посередників, які доставляють хліб у віддалені села району, де бракує магазинів. Щоб збільшити доходи, заплановано відкриття фірмових кіосків у місцях з високою прохідністю – на центральному ринку Дубна (де також розташований автовокзал), біля залізничного вокзалу та в центрі міста. Це дозволить продавати свіжу випічку без додаткових витрат на доставку та отримувати безпосередній зворотний зв'язок від покупців.

Основну частку покупців становлять жителі Дубна (≈ 37 тис. осіб) і Дубенського району (>43 тис. осіб). Враховуючи туристів, які приїждять до місцевого замку, та подорожніх автотрасою Е40, загальна кількість споживачів може сягати 85–90 тис. осіб [17]. До того ж, через зручне транспортне сполучення продукцію можна постачати у сусідні райони Рівненської області. У місті працює ТОВ «Дубенський хлібзавод» та кілька інших виробників хлібобулочних виробів. Водночас аналіз ринку свідчить, що попит на хліб із кукурудзяним борошном і житньо-пшеничний хліб на заквасці задовольняється не повністю, що дає змогу новому підприємству зайняти свою нішу. Конкуренція, своєю чергою, стимулюватиме підтримувати високу якість виробів і дотримуватися помірних цін.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Вибір та обґрунтування технологічних процесів й режимів виробництва хліба

2.1.1 Нормативні показники продуктів запроєктованого підприємства

Продукція, яку виготовлятиме проєктований хлібопекарський цех, має відповідати чинним українським стандартам. Кожен вид хліба регламентується окремим нормативним документом згідно з індивідуальним завданням. Для пшеничного хліба «Заводський» основним нормативом є ДСТУ 7517:2024 «Хліб із пшеничного борошна. Загальні технічні умови», який набрав чинності 1 травня 2025 року. Цей стандарт поширюється на хліб із пшеничного борошна різних сортів чи їхньої суміші з використанням іншої сировини [15]. Булочні вироби з додаванням кукурудзяного борошна, зокрема хліб «Сонячний», повинні відповідати вимогам ДСТУ 4587:2023 «Вироби булочні. Загальні технічні умови» [10]. Для житньо-пшеничного хліба «Делікатесний» застосовується ДСТУ 4583:2023 «Хліб із житнього та суміші житнього і пшеничного борошна. Загальні технічні умови» [9].

Відповідно до згаданих документів, кожен виріб повинен мати правильну форму, властиву даному найменуванню, а його поверхня – бути без тріщин і розривів. Залежно від типу борошна та рецептури, скоринка може мати різний колір – від світло-золотавого до темно-коричневого. М'якуш має бути добре пропеченим, еластичним, не липким, без грудок і слідів непромісу. Смак і аромат – властиві даному сорту хліба, приємні, без сторонніх присмаків і запахів [15; 10; 9].

Значення вологості м'якушки, кислотності та пористості для кожного з трьох видів хліба зведено в таблицю 1.2. Контроль маси готових виробів, згідно з ДСТУ 7044:2022, виконують за затвердженими методиками.

Таблиця 1.2 – Фізико-хімічні показники трьох видів хліба

Назва хліба	Маса, кг	Форма розміри	Вологість м'якушки, %, не більше	Кислотність, град., не більше	Пористість, %, не менше
Хліб «Заводський» (пшеничний)	0,5	кругла, Ø 18 см	41,0	3,0	67
Хліб «Сонячний» (з кукурудзяним борошном)	0,3	прямокутна, 12×23 см	43,5	3,0	68
Хліб «Делікатесний» (житньо-пшеничний)	0,8	кругла, Ø 20 см	43,0	5,0	65

Готову продукцію приймають партіями. Для оцінки її якості відповідно до ДСТУ 7044:2022 з кожної партії виділяють вибірку для лабораторного аналізу. Органолептику перевіряють візуальним методом, а фізико-хімічні показники визначають у заводській лабораторії за стандартними методиками [14].

2.1.2 Характеристика сировини та допоміжних матеріалів

У проєктованому цеху для виготовлення трьох видів хліба застосовують основні та допоміжні види сировини. До основних належать: борошно пшеничне вищого гатунку, житнє сіяне, кукурудзяне текстуроване, дріжджі хлібопекарські пресовані, сіль кухонна, а також вода питна для замішування тіста й приготування розчинів. Допоміжна сировина включає солод житній неферментований, цукор білий кристалічний, патоку, кмин, рослинну олію для змащування форм, а також борошно для підпилювання тістових заготовок під час формування [5].

Нижче подано детальну характеристику кожного компонента згідно з вимогами відповідних нормативних документів.

— Борошно пшеничне вищого гатунку використовують відповідно до ГСТУ 46.004-99. Воно має біле забарвлення, іноді з ледь помітним жовтуватим або кремовим відтінком. Не допускається наявність сторонніх запахів (затхлих чи кислих) та присмаків (гірких чи кислих). Високий вміст клейковини (не менше 24 %)

забезпечує належну еластичність тіста, добру пористість м'якушки та високу якість готового хліба [2].

— Борошно житнє сіяне (ГСТУ 46.006-99) має білий колір із легким сіруватим або кремовим відтінком. На відміну від пшеничного, воно не здатне утворювати клейковину, оскільки білки жита не формують пружно-еластичної структури. Тому тісто з такого борошна не має пружності, а готовий хліб відзначається щільною м'якушкою та характерним кислуватим присмаком [3].

— Борошно кукурудзяне текстуроване згідно з ДСТУ 46.008-99 має жовтуватий колір, солодкуватий смак і специфічний аромат, властивий кукурудзі. Оскільки це борошно не містить клейковини, його додають у невеликій кількості – 6 кг на 100 кг загальної маси борошна. Це сприяє розпушенню тіста та надає скоринці золотавого відтінку [6].

— Солод житній неферментований (ДСТУ 52061-2003) являє собою подрібнений сухий продукт, отриманий із пророщеного зерна жита. Його вносять у тісто для покращення смаку та аромату хліба, а також підвищення його харчової цінності. Солод має світло-коричневий колір, солодкуватий смак і приємний хлібний запах [13].

— Дріжджі хлібопекарські пресовані (ДСТУ 4812:2007) – це технічно чисті дріжджові культури, які забезпечують бродіння тіста, його розпушування, а також надають готовому хлібу пористої структури та характерного аромату. Вони мають сірувато-кремовий колір, приємний дріжджовий запах, щільну консистенцію, що легко кришиться [12].

— Сіль кухонна харчова (ДСТУ 3583:2015) додається для поліпшення смаку хліба. Крім того, вона впливає на розвиток клейковини та регулює процеси бродіння. Сіль повинна мати білий або сірувато-білий колір, без сторонніх запахів і присмаків [7].

— Цукор білий кристалічний (ДСТУ 4623:2023) – це очищений кристалічний продукт, який має бути білого кольору з блиском, без сторонніх запахів

і присмаків. Його додають для живлення дріжджів, надання виробам солодкуватого присмаку та покращення кольору скоринки [11].

— Патока (ДСТУ 4498:2005) – це густий сироп жовтого або темно-жовтого кольору, який одержують гідролізом крохмалю. У хлібопекарській промисловості патоку додають для надання хлібу темного кольору, солодкуватого присмаку та підвищення еластичності м'якушки. Вона має бути однорідною, без сторонніх запахів і присмаків [8].

— Кмин (ДСТУ ISO 6465:2003) – це прянощі, які додають хлібу специфічного аромату та смаку. Він має бути чистим, без сторонніх запахів і присмаків, цілим або з мінімальним вмістом подрібнених плодів [16].

Фізико-хімічні показники якості борошна та решти сировини наведено в таблицях 2.1 та 2.2.

Таблиця 2.1 – Фізико-хімічні показники борошна

	Борошно пшеничне	Борошно житнє сіяне	Борошно кукурудзяне
Нормативний документ	ГСТУ 46.004-99	ГСТУ 46.006-99	ДСТУ 46.008-99
Вологість, %, не більше	15,0	15,0	15,0
Кислотність, град., не більше	3,5	7,0	5,0
Клейковина, %, не більше	24,0	-	-
Зольність, %, не більше	0,55	0,75	1,2

Таблиця 2.2 – Фізико-хімічні показники додаткової сировини

Сировина	Нормативний документ	Вологість, %, не більше	Кислотність, град., не більше
Солод житній неферментований	ДСТУ 52061-2003	12,0	6,5
Дріжджі пресовані	ДСТУ 4812:2007	75,0	4,0
Сіль кухонна харчова	ДСТУ 3583:2015	0,5	–
Цукор білий кристалічний	ДСТУ 4623:2023	0,06	–
Патока	ДСТУ 4498:2005	22,0	5,0
Кмин	ДСТУ ISO 6465:2003	12,0	–

2.1.3 Вибір та обґрунтування технологічних схем

Для виробництва трьох видів хліба в проєктованому цеху обрано технологічні схеми, які відповідають сучасним вимогам хлібопекарської промисловості. Вибір методів приготування тіста базується на порівняльній оцінці сильних і слабких сторін кожного з них [5], а також на тому, як різні способи впливають на кінцеву якість виробів [23].

Для хліба «Заводський» застосовують безопарний безперервний метод замішування тіста. Безопарний спосіб скорочує тривалість виробничого циклу на 30–40 % порівняно з опарним, завдяки чому зростає загальна продуктивність лінії [5]. У цьому методі всі компоненти (борошно, вода, дріжджі, сіль) вводять одночасно, що спрощує процес і зменшує кількість необхідного обладнання. Безперервний режим гарантує рівномірне дозування сировини, безперервне замішування, бродіння та поділ тіста. Така організація підвищує продуктивність лінії на 15–20 % порівняно з періодичними схемами. Безопарне тісто має дещо нижчу еластичність, однак цей метод цілком придатний для виробництва масових сортів хліба [19].

Для хліба «Сонячний» обрано періодичний спосіб на великій густій опарі. Опарний метод покращує смако-ароматичні властивості готових виробів, робить м'якушку більш ніжною та пористою [23]. Це особливо важливо при додаванні кукурудзяного борошна, яке не утворює клейковини. Опара подовжує технологічний цикл порівняно з безопарним способом, але позитивно позначається на якості хліба. При використанні кукурудзяного борошна (до 10–15 % від маси пшеничного) опарний спосіб є найбільш раціональним, оскільки забезпечує достатнє розпушення тіста та стабільну якість виробу. Періодичний спосіб дозволяє гнучко регулювати технологічні параметри.

Для хліба «Делікатесний» застосовують безперервний спосіб на рідкій заквасці. Використання закваски замість дріжджів покращує смак та аромат житньо-пшеничного хліба, подовжує термін його зберігання до 48 годин та підвищує харчову цінність за рахунок накопичення органічних кислот [5]. Рідка закваска має вологість 72 % і забезпечує стабільний перебіг бродіння. Безперервний спосіб дозволяє

виключити простої обладнання, забезпечити рівномірне завантаження печей та знизити витрати енергоносіїв на 10–15 % [19].

Опис технологічного процесу для кожного виду хліба детально наведено в підрозділі 2.1.4.

2.1.4 Опис технологічного процесу виробництва хліба

На початковому етапі здійснюють підготовку сировини. Борошно пшеничне вищого гатунку надходить на підприємство, проходить вхідний контроль якості та зберігається в силосі ХЕ-160А (Л.1, П.3) місткістю 29 т протягом 7 діб. Звідти його подають у просіювач Ш2-ХМВ (Л.1, П.5) продуктивністю 7,8 т/год, де воно автоматично просіюється крізь сито з отворами 3 мм. Завдяки цьому борошно очищають від випадкових домішок і насичують киснем. Житнє борошно просіюють аналогічно. Кукурудзяне борошно зберігають у мішках і просіюють на вібраційному просіювачі МВПМ-300 (Л.1, П.28) продуктивністю 300 кг/год. Якість просіювання контролюють щозмінно, а металомангнітні домішки видаляють за допомогою магнітних сепараторів [19].

Солод житній неферментований зберігають у мішках у сухому прохолодному приміщенні за температури, що не перевищує 25 °С. Перед використанням його просіюють на тому самому вібраційному просіювачі МВПМ-300 (Л.1, П.28), що видаляє випадкові домішки та руйнує грудки. За потреби після просіювання солод подрібнюють. У тісто його вносять у сухому вигляді на початку замісу разом із борошном. Солод житній неферментований містить активні ферменти, які сприяють розкладанню крохмалю та накопиченню цукрів [23].

Пресовані дріжджі розчиняють у теплій воді (30–35 °С) у дріжджомішалці Х- 14 (Л.1, П.3) до утворення однорідної маси – таким чином отримують дріжджову суспензію. Кухонну сіль аналогічно змішують із теплою водою в солерозчиннику (Л.1, П.18) до концентрації 26 %, що дає сольовий розчин. Цукровий розчин готують за тим самим принципом; його концентрація становить 50 %. Патоку зберігають у бочках у приміщенні з температурою 8–12 °С і з підтриманням вологості

на рівні 75 %. Перед використанням патоку підігрівають до 40–50 °С для зменшення в'язкості, після чого проціджують крізь сито.

Після завершення підготовчих операцій приступають до замішування тіста.

Для хліба «Заводський» застосовують безопарний безперервний метод. У тістомісильну машину Х-26А (Л.1, П.30) продуктивністю 650 кг/год завантажують борошно, дріжджову суспензію та сольовий розчин. Після замісу вологість тіста доводять до 42 %, початкова температура становить 29 °С. Така вологість забезпечує оптимальну консистенцію тіста для подальшого бродіння [5].

Потім тісто надходить у корито для бродіння (Л.1, П.31) об'ємом 1,5 м³, де вистоюється 160 хвилин за температури 30–32 °С. За цей час відбувається спиртове бродіння: тісто насичується вуглекислим газом, накопичує органічні кислоти та остаточно дозріває. Кислотність готового тіста доводять до 3,0–3,5 градусів. Підвищення температури бродіння до 30–32 °С пришвидшує процес, але потребує ретельного контролю кислотності [23].

Після бродіння тісто обминають – це видаляє надлишок вуглекислого газу та активізує дріжджову мікрофлору. Далі в тістоподільній машині Парта SN (Л.1, П.32) (продуктивність 18 шт/хв) тісто ділять на заготовки вагою 0,52–0,55 кг. Таку масу обирають з урахуванням технологічних втрат (упікання, усихання, охолодження), оскільки кінцева маса готового хліба становить 0,5 кг. Точність поділу тіста є критичним фактором для забезпечення стандартної маси виробів [19].

Тістові заготовки обробляють на тістоокруглювачі СО 1600 (Л.1, П.33), що надає їм правильної форми та гладкої поверхні. Потім вони вистоюються 5–10 хвилин, протягом яких відновлюється структура клейковини після механічного впливу. Далі заготовки формують у тістоформувальній машині, надаючи їм круглої форми діаметром 18 см.

Сформовані заготовки розміщують на листах і подають у вистійну шафу РМК (Л.1, П.36) (максимальна кількість колик – 47 шт). Там вони проходять остаточне вистоювання протягом 50–55 хвилин. Температуру в камері підтримують на рівні 35–40 °С, а відносну вологість – 75–80 %. За цей проміжок часу заготовки

збільшуються в об'ємі, стають еластичними, а їхня структура набуває пористості. При нижчій вологості скоринка стає грубою, а при вищій – заготовки розпливаються [5].

Після вистоювання заготовки випікають у тунельній печі TF9-3 (Л.1, П.37) продуктивністю 252 кг/год. Температура випікання – 180 °С, тривалість – 55 хвилин. На цьому етапі на поверхні виробів утворюється золотава скоринка, м'якушка стає еластичною, а вологість знижується до норми – не більше 41 % (згідно з таблицею 2.1). Готовий хліб вивантажують з печі та охолоджують до температури 25–27 °С усередині виробу.

Для хліба «Сонячний» тісто замішують періодичним способом на великій густій опарі. Спершу готують опару. У тістомісильну машину періодичної дії ASM 80 EVO MIXER (Л.1, П.40) об'ємом 135 дм³ завантажують 60 кг пшеничного борошна вищого гатунку та дріжджову суспензію. Вологість опари доводять до 44 %, початкова температура становить 28 °С. Опару залишають бродити на 225 хвилин за температури 30–32 °С. Кислотність готової опари дорівнює 3,0–3,5 градусів. Тривале бродіння опари сприяє накопиченню ароматичних речовин [23].

Коли опара дозріла, до неї додають решту компонентів: залишок пшеничного борошна, кукурудзяне борошно, сольовий та цукровий розчини. Тісто замішують до однорідної консистенції. Тривалість замісу – 8–10 хвилин, початкова температура тіста – 29 °С, вологість – 44 %. Тісто бродить 60–70 хвилин за температури 30–32 °С. Після бродіння його обминають – це видаляє надлишок вуглекислого газу та активізує дріжджову мікрофлору.

У тістоподільній машині марки Рарта SN (Л.1, П.32) тісто ділять на шматки масою 0,32–0,33 кг (з урахуванням упікання, кінцева маса виробу – 0,3 кг). Далі заготовки пропускають через тістоокруглювач, вистоюють 5–10 хвилин і формують [5]. Хліб «Сонячний» випікають у металевих формах розміром 12×23 см.

Сформовані заготовки укладають у форми й подають на остаточне вистоювання у вистійну шафу ШХР (Л.1, П.46) із двома вагонетками на 18 листів. Вистоювання триває 45–50 хвилин за температури 35–40 °С і відносної вологості 75–80 % [19].

Вистояні заготовки випікають у подовій печі Frosty FOV-60D (Л.1, П.47) продуктивністю 129,6 кг/год. Температура випікання – 210–230 °С, тривалість – 35

хвилин. Під час випікання утворюється золотава скоринка, м'якушка стає еластичною, а вологість знижується до норми – не більше 43,5 % (згідно з таблицею 2.3) [5]. Готовий хліб охолоджують до 25–27 °С усередині м'якушки [19].

Для хліба «Делікатесний» тісто готують безперервним способом на рідкій заквасці. Використання закваски замість дріжджів покращує смак та аромат виробу, подовжує термін його зберігання та підвищує харчову цінність. Рідка закваска має вологість 72 % і забезпечує стабільний перебіг бродіння.

Спочатку готують закваску. У тістомісильну машину періодичної дії ХЗ- 2М- 300 (Л.1, П.49) з об'ємом ємності 300 дм³ завантажують житнє борошно, воду та частину стиглої закваски для її відновлення – це становить 50 % від загальної маси. Закваску залишають бродити на 3,4–4 години за температури 28–30 °С у ємності ХЕ- 43 (Л.1, П.50) об'ємом 3000 дм³.

Коли закваска дозріла, приступають до замішування тіста. У тістомісильну машину безперервної дії Х-26А (Л.1, П.30) продуктивністю 650 кг/год подають закваску, решту житнього борошна, пшеничне борошно, солод житній неферментований, дріжджову суспензію, сольовий розчин, патоку, кмин та решту води. Тісто замішують протягом 8–10 хвилин; початкова температура тіста становить 30 °С, вологість – 47 % [5].

Після замішування тісто перекачують у корито для бродіння (Л.1, П.31) об'ємом 892,5 дм³, де воно бродить 65–70 хвилин за температури 30–32 °С. На цьому етапі дріжджі розкладають цукри на етанол і вуглекислий газ, тісто збільшується в об'ємі та набуває пористості. Житнє тісто не обминають, оскільки воно не має пружної клейковини, тому після бродіння воно одразу подається на поділ [23].

Далі в тістоподільній машині марки Рарта SN (Л.1, П.32) тісто ділять на шматки масою 0,83–0,85 кг. Таку масу обирають з урахуванням технологічних втрат, адже кінцева маса готового хліба становить 0,8 кг. Після поділу заготовки одразу формують без проміжного вистоювання, щоб уникнути розтікання тіста. Заготовки обробляють на тістокруглювачі СО 1600 (Л.1, П.33), що надає їм правильної форми та гладкої поверхні. Потім їх формують у тістоформувальній машині, надаючи круглої форми діаметром 20 см [5].

Сформовані заготовки подають у вистійну шафу РМК (Л.1, П.36), максимальна кількість колісок у якій – 47 штук. Вистоювання триває 45 хвилин за температури 35–37 °С і відносної вологості 75–80 %. За цей час заготовки збільшуються в об'ємі, стають еластичними, а їхня структура стає пористою [19].

Вистояні заготовки випікають у тунельній печі ТФ9-3 (Л.1, П.37) продуктивністю 480 кг/год. Температура випікання – 200–240 °С, тривалість – 30 хвилин. Під час випікання на поверхні утворюється темна скоринка, м'якушка стає щільною та еластичною, а вологість знижується до норми – не більше 43 % (згідно з таблицею 2.1) [5]. Готовий хліб вивантажують з печі та охолоджують до температури 25–27 °С усередині м'якушки.

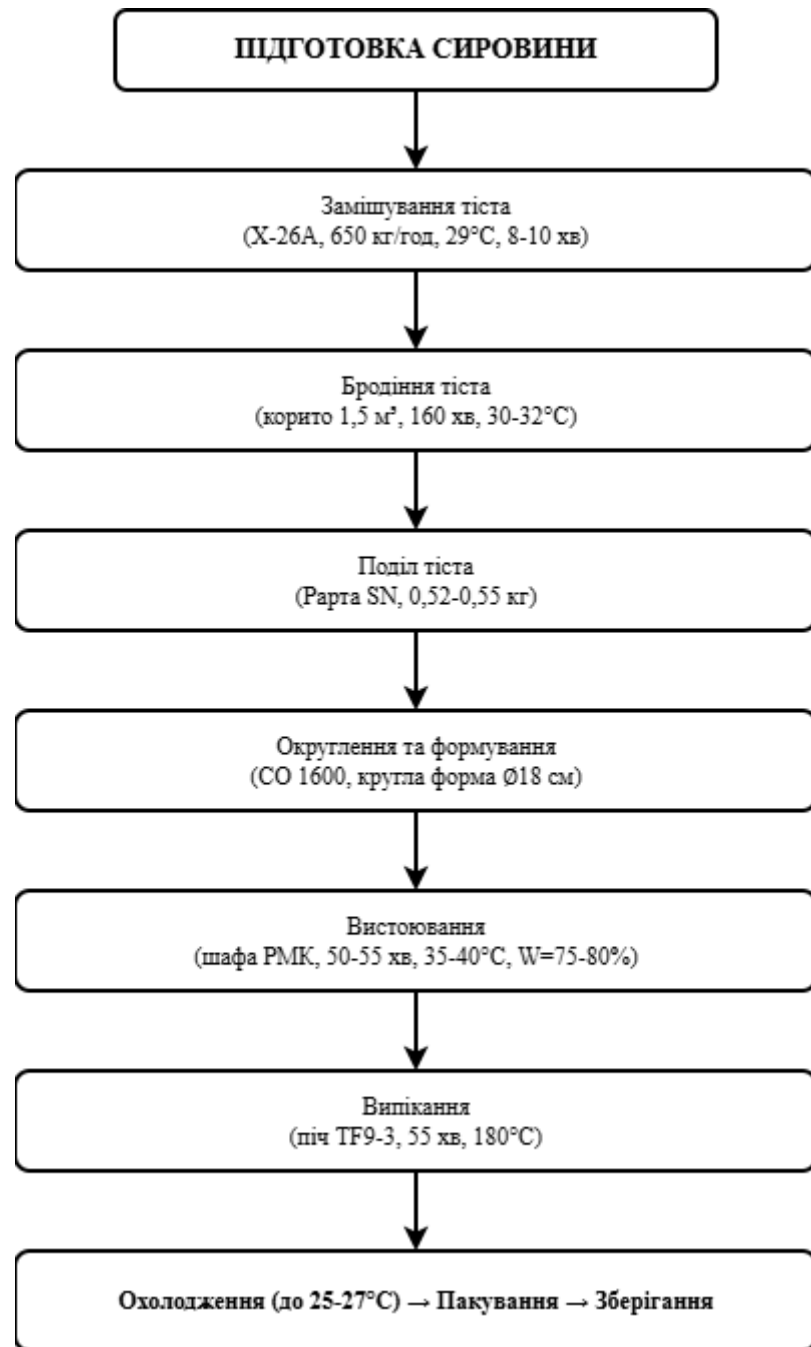


Рисунок 1.1 - Технологічна схема виробництва хліба «Заводський»

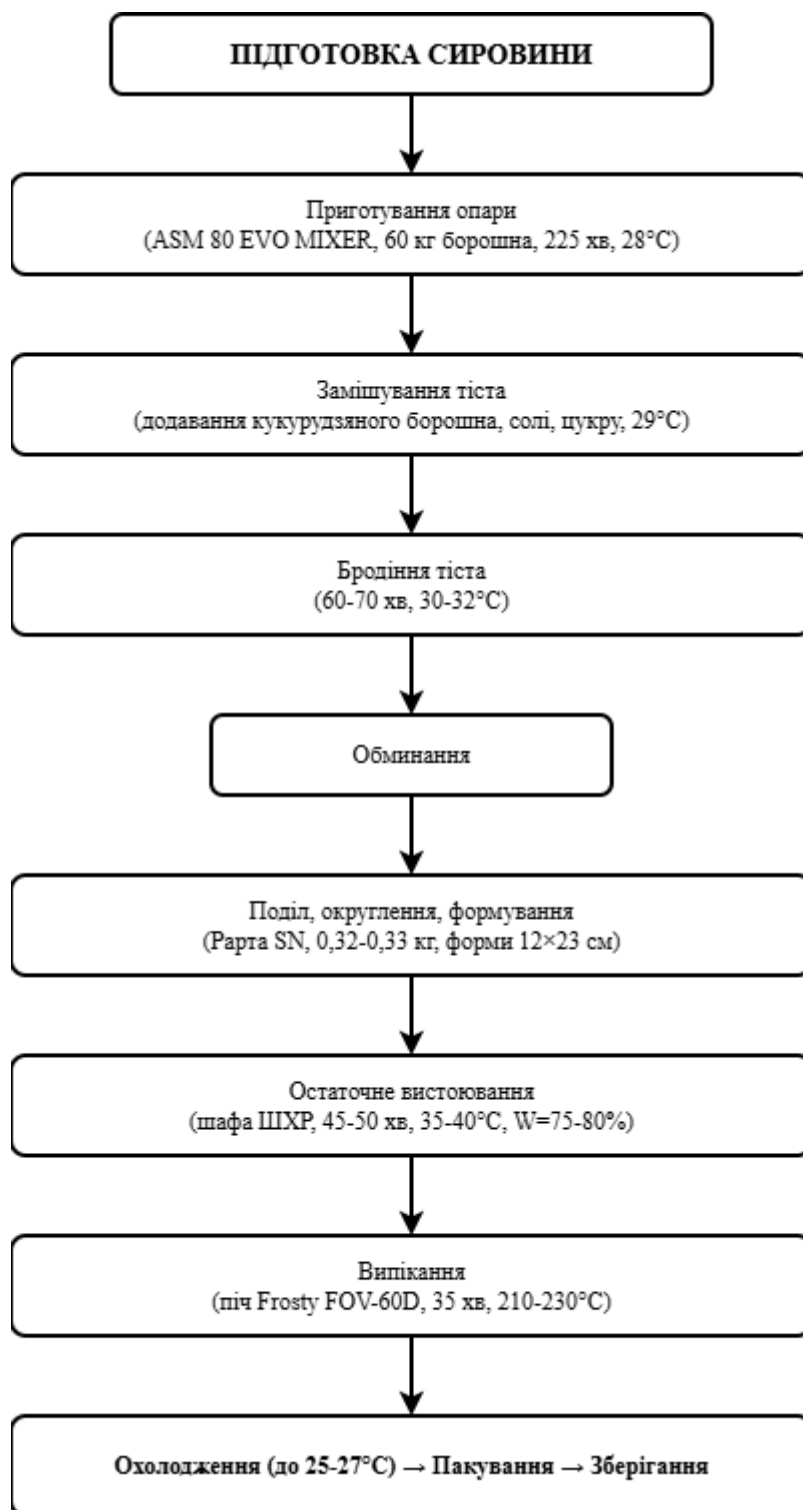


Рисунок 1.2 – Технологічна схема приготування хліба «Сонячний»

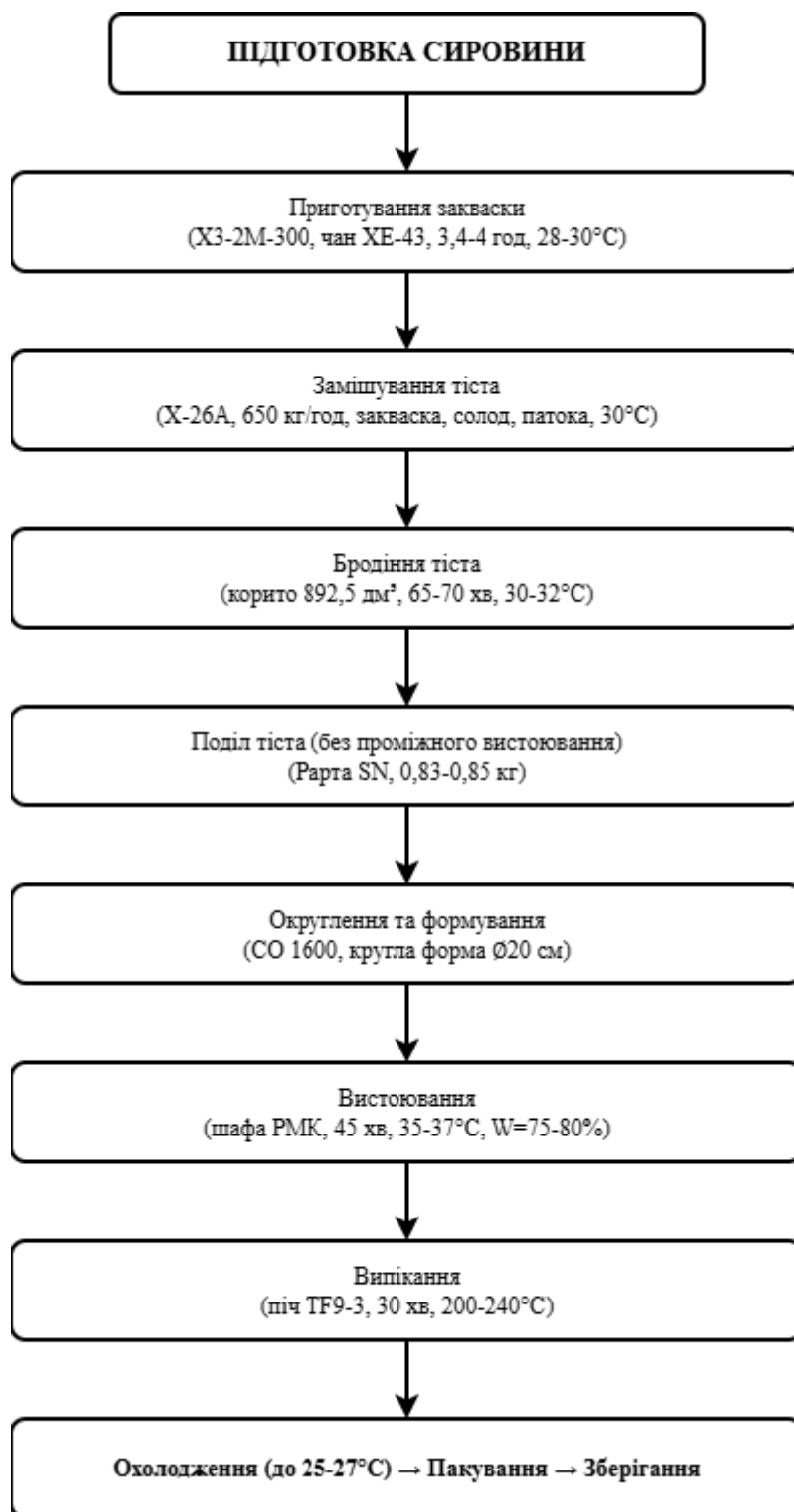


Рисунок 1.3 – Технологічна схема приготування хліба «Делікатесний»

2.2 Технологічні розрахунки виробництва зпроектованого асортименту

2.2.1 Таблиця вихідних даних

Таблиця 2.3 - Вихідні дані для розрахунків

Вихідні дані	Хліб «Заводський» подовий	Хліб «Сонячний»	Хліб «Делікатесний»
	РЦУ 00389676.6354:2015	РЦУ, ТПУ 00389676.6357:2015	
Борошно пшеничне вищого сорту, кг	100,0	94,0	10,0
Борошно житнє сіяне, кг	-	-	85,0
Солод житній неферментований, кг	-	-	5,0
Дріжджі хлібопекарські пресовані, кг	2,0	3,0	0,3
Борошно кукурудзяне текстуроване, кг	-	6,0	-
Сіль кухонна харчова, кг	1,4	1,5	1,5
Цукор, кг	-	1,0	-
Патока, кг	-	-	5,0
Кмин, кг	-	-	0,4
Разом	103,4	105,5	107,2
Вологість виробу, %, не більше	41,0	подовий 43,5	43,0
Плановий вихід, %	125,0	135,0	132,0
Спосіб приготування тіста	безопарний, безперервний	опарний, періодичний (в діжах)	закваска, безперервний
Кількість борошна в опару, кг	-	60	-
Вологість опари, %	-	44	-
Вологість закваски	-	-	72
Вологість тіста, %	42	44	47
Початкова температура опари °С	-	28	-
Початкова температура закваски, °С	-	-	28
Початкова температура тіста °С	29	29	30
Тривалість бродіння опари, хв	-	210 - 240	-
Тривалість бродіння закваски, год	-	-	3,4-4

2.2.2 Розрахунок продуктивності печей

Таблиця 2.4 – Дані для розрахунку виробничої потужності печей

Назва виробу	Маса виробу, кг	Число виробів на листі, поді, шт		Час випікання, хв
		По довжині	По ширині	
Хліб «Заводський»	0,5	42	11	55
Хліб «Сонячний»	0,3	2	2	40
Хліб «Делікатесний»	0,8	39	10	30

Для визначення виробничої потужності хлібопекарського підприємства та формування графіка роботи печей необхідно розрахувати їхню погодинну продуктивність $P_{год}$, кг/год.

Для розрахунку продуктивності тунельних печей користуємось формулою:

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

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

n - кількість виробів по ширині поду, шт;

g_s - маса одного виробу згідно зі стандартом, кг;

$\tau_{вип}$ - час, необхідний для випікання, хв.

Для розрахунку продуктивності подових печей використовуємо дану формулу:

$$P_{год} = \frac{(N_{ш}^n + N_{д}^n) \cdot n \cdot g_s \cdot 60}{\tau_{вип} + 5} \quad (2.2)$$

де, $N_{д}^n$, $N_{ш}^n$ - кількість виробів на листі (відповідно вздовж і впоперек);

n - кількість листів у печі;

g_s - вага хліба, кг;

$\tau_{вип}$ - тривалість випікання, хв.

Продуктивність печі за добу обчислюємо за формулою:

$$P_{доб} = P_{год} \cdot \tau_{печ} \quad (2.3)$$

де $\tau_{печ}$ - добова тривалість роботи печі, що за нормативами для тунельних печей

- 23 год., а подових - 8 год.

Розрахунок продуктивності печі для хліба «Заводський»:

Число виробів по ширині поду печі (n), шт, обчислюємо за формулою:

$$n = \frac{B - a}{b + a}, \quad (2.4)$$

в якій B – ширина робочої поверхні, мм;

b – ширина заготовки, мм;

a – проміжок між ними, мм.

$$n = \frac{2500 - 30}{180 + 30} = 11,7 \Rightarrow 11(\text{шт})$$

Число виробів, що розміщуються по довжині поду печі N , шт, обчислюємо за формулою:

$$N = \frac{L - a}{l + a}, \quad (2.5)$$

у якій L позначає довжину поду печі, мм;

l - довжину одного виробу, мм.

$$N = \frac{9000 - 30}{180 + 30} = 42,7 \Rightarrow 42(\text{шт})$$

Визначаємо погодинну продуктивність печі за формулою (2.1):

$$P_{\text{год}} = \frac{42 \cdot 11 \cdot 0,5 \cdot 60}{55} = 252 \quad \text{кг/год}$$

На основі отриманих даних розраховуємо добову продуктивність печі за формулою (2.3):

$$P_{\text{доб}} = 252 \cdot 23 = 5796 \quad (\text{кг/доб})$$

Розрахунок продуктивності печі для хліба «Сонячний»:

Кількість виробів по ширині листа, обчислюємо за формулою:

$$N_{\text{ш}}^{\text{л}} = \frac{B - a}{b + a}, \quad (2.6)$$

$$N_{\text{ш}}^{\text{л}} = \frac{800 - 23}{230 + 23} = 3,07 \Rightarrow 3 \quad \text{шт.}$$

Число виробів, що розміщуються по довжині поду печі, обчислюємо за формулою:

$$N_{\partial}^x = \frac{L - a}{l + a}, \quad (2.7)$$

У якій L, l позначає довжину листа та виробу, мм;

$$N_{\partial}^x = \frac{600 - 23}{120 + 23} = 4,03 \Rightarrow 4 \text{ шт.}$$

Розраховуємо продуктивність печі за одну годину за формулою (2.2):

$$P_{\text{год}} = \frac{(3 \cdot 4) \cdot 24 \cdot 0,3 \cdot 60}{35 + 5} = 129,6 \text{ кг/год}$$

Обчислюємо добову продуктивність печі за формулою (2.3):

$$P_{\text{доб}} = 129,6 \cdot 8 = 1036,8 \text{ (кг/доб)}$$

Розрахунок для хліба «Делікатесний»:

Число виробів по ширині поду печі, обчислюємо за формулою (2.4):

$$n = \frac{2500 - 30}{200 + 30} = 12,9 \Rightarrow 12 \text{ (шт)}$$

Число виробів, що розміщуються по довжині поду печі N , шт, обчислюємо за формулою (2.5):

$$N = \frac{9000 - 30}{200 + 30} = 39 \text{ (шт)}$$

Визначаємо погодинну продуктивність печі за формулою (2.1):

$$P_{\text{год}} = \frac{10 \cdot 30 \cdot 0,8 \cdot 60}{30} = 480 \text{ кг/год}$$

На основі отриманих даних розраховуємо добову продуктивність печі за формулою (2.3):

$$P_{\text{доб}} = 480 \cdot 23 = 11040 \text{ (кг/доб)}$$

Для підвищення виробничих показників підприємства передбачено встановлення двох тунельних пічок TF9-3 та подової печі Frosty FOV-60D.

Таблиця 2.5 - Виробнича потужність цеху

№	Назва виробу	Тип та марка печі	Продуктивність, кг/год	Час роботи печі, год/доб	Продуктивність, кг/доб
1	Хліб «Заводський», 0,5 кг	Тунельна піч TF9-3	252	23	5796
2	Хліб «Сонячний», 0,3 кг	Подова піч Frosty FOV-60D	129,6	8	1036,8
3	Хліб «Делікатесний», 0,8 кг	Тунельна піч TF9-3	480	23	11040

Таблиця 2.6 - Режим роботи тунельних печей TF9-3

№	Марка печі		23:20-11:00		11:20-23:00	
1.	TF9-3	+	////////////////////	+	////////////////////	+
2.	TF9-3	+	////////////////////	+	////////////////////	+

Умовні позначення:

//////////////////// - робочий режим печі

+ - профілактичні роботи

Табл.2.7 - Графік роботи подової печі Frosty FOV-60D

№	Час	Тривалість, год	Характер роботи печі	Технологічний процес
1	00:00 – 04:00	4	Робота печі (нічна зміна)	Випікання готових заготовок
2	04:00 – 06:00	2	Простій	Охолодження, підготовка обладнання
3	06:00 – 11:00	5	Простій	Заміс, бродіння та формування заготовок
4	11:00 – 15:00	4	Робота печі (денна зміна)	Випікання виробів
5	15:00 – 18:00	3	Простій	Охолодження та пакування продукції
6	18:00 – 00:00	6	Простій	Приготування заготовок, заміс тіста, формування

2.2.3 Розрахунок пофазних рецептур

Хліб «Заводський»:

Згідно з нормативними вимогами, тісто для хліба «Заводський» готуємо безопарним способом, що передбачає одноразове замішування всіх рецептурних компонентів з подальшим бродінням тіста.

На основі поданої рецептури розраховуємо масу сухих речовин в тісті.

Таблиця 2.8 - Вміст сухих речовин

Сировина	Маса, кг	Вологість, %	Кількість сухих речовин, кг
Борошно пшеничне вищого гатунку	100,0	14,5	85,5
Дріжджі пресовані	2,0	75	0,5
Сіль кухонна	1,4	-	1,4
Разом	103,414	-	87,4

Вихід тіста, кг:

$$G_m = \frac{\sum G_{cp}^{сир} \cdot 100}{100 - W_m} \quad (2.8)$$

де $\sum G_{cp}^{сир}$ - сумарна кількість сухих компонентів, кг;

W_m – вологість тіста, %

$$W_m = W_{хл} + 1 \quad (2.9)$$

де $W_{хл}$ – вологість виробу, %

$$W_m = 41 + 1 = 42 \% \\ G_m = \frac{87,4 \cdot 100}{100 - 42} = 150,69 \text{ кг}$$

Кількість води, яку потрібно додати в тісто, кг, визначають за формулою:

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

де $\sum G_{сир}$ – загальна маса всієї сировини, кг.

$$G_B^T = 150,69 - 103,4 = 47,29 \text{ кг.}$$

Масу сольового розчину, кг, розраховують за формулою :

$$G_{p.c} = \frac{G_c \cdot 100}{C_c} \quad (2.11)$$

де C_c – концентрація розчину (26%).

$$G_{p.c} = \frac{1,4 \cdot 100}{26} = 5,38 \text{ кг}$$

Кількість води, що надходить разом із сольовим розчином:

$$G_g^{p.c} = G_{p.c} - G_c \quad (2.12)$$

$$G_g^{p.c} = 5,38 - 1,4 = 3,98 \text{ кг}$$

Масу дріжджової суспензії, кг, знаходимо так:

$$G_{др.сус.} = G_{др.} + G_{др.} \cdot 3 \quad (2.13)$$

$$G_{др.сус.} = 2 + 2 \cdot 3 = 8 \text{ кг}$$

Вода, внесена з дріжджовою суспензією, кг:

$$G_g^{\partial p.сус.} = G_{\partial p.сус.} - G_{др.} \quad (2.14)$$

$$G_g^{\partial p.сус.} = 8 - 2 = 6 \text{ кг}$$

Загальна кількість води для замішування (з урахуванням усіх розчинів) визначається за формулою (2.15) – вона враховує воду, яка вже внесена з розчином солі та дріжджовою суспензією.

$$G_g^{1m} = G_g^m - G_g^{p.c.} - G_g^{\partial p.сус.} \quad (2.15)$$

$$G_g^{1m} = 47,29 - 3,98 - 6 = 37,31 \text{ кг}$$

Отримані результати розрахунку пофазної рецептури приготування тіста для хліба подано у вигляді таблиці.

Таблиця 2.9 - Пофазна рецептура приготування тіста для хліба «Заводський», кг

Сировина та напівфабрикати	Всього	Тісто
Борошно пшеничне вищого гатунку	100,0	100,0
Розчин солі	5,38	5,38
Дріжджова суспензія	8,0	8,0
Вода	37,31	37,31
Разом	150,69	150,69

Хліб «Сонячний»:

Відповідно до нормативних вимог, тісто для хліба «Сонячний» готують опарним способом із використанням великої густої опари, що передбачає попереднє приготування опари з частини борошна, води та дріжджів з подальшим внесенням решти сировини та замішування тіста.

Таблиця 2.10 - Сухі речовини у тісті

Сировина	Маса, кг	Вологість, %	Вміст сухих речовин, кг
Борошно пшеничне вищого гатунку	94,0	14,5	80,37
Дріжджі хлібопекарські пресовані	3,0	75	0,75
Борошно кукурудзяне текстуроване	6,0	14,5	5,13
Сіль кухонна харчова	1,5	-	1,5
Цукор білий кристалічний	1,0	0,15	0,9
Разом	105,5	-	88,65

За формулою (2.9) визначаємо вологість тіста, %:

$$W_m = 43,5 + 0,5 = 44 \%$$

Розраховуємо вихід тіста за формулою (2.8):

$$G_m = \frac{88,65 \cdot 100}{100 - 44} = 158,3$$

Масу води в тісті обчислюємо за формулою (2.10)

$$G_{B^T} = 158,3 - 105,5 = 52,8$$

Масу розчину солі визначаємо за формулою (2.11)

$$G_{p.c} = \frac{1,5 \cdot 100}{26} = 5,77$$

Масу цукрового розчину обчислюють аналогічно сольовому, кг:

$$G_{p.ц} = \frac{G_{ц} \cdot 100}{C_{ц}} \quad (2.16)$$

де $C_{ц}$ - концентрація цукрового розчину (50%).

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

Воду, що додають із розчинами, кг, знаходимо за формулами (2.12) та (2.17)

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

$$G_{\epsilon}^{p.ц} = G_{p.ц} - G_{\epsilon} \quad (2.17)$$

$$G_{\epsilon}^{p.ц} = 2 - 1 = 1 \text{ кг}$$

Загальну кількість великої густої опари обчислюємо, з урахуванням вмісту сухих речовин.

Таблиця 2.11 - Маса сухих речовин у великій густій опарі

Сировина	Маса, кг	Вологість, %	Маса сухих речовин
Борошно пшеничне вищого сорту	60,0	14,5	51,3
Дріжджі хлібопекарські пресовані	3,0	75	0,75
Разом	63,0	-	52,05

Масу готової опари обчислюють через вміст сухих речовин, кг:

$$G_o = \frac{\sum G_{c.p} \cdot 100}{100 - W_o} \quad (2.18)$$

$$G_o = \frac{52,05 \cdot 100}{100 - 44} = 92,94 \text{ кг}$$

Кількість води, потрібної для приготування опари кг:

$$G_{\text{в}} = G_o - \sum G_{\text{сир}} \quad (2.19)$$

$$G_{\text{в}} = 92,94 - 63 = 29,94 \text{ кг}$$

Масу дріжджової суспензії, кг, визначаємо за формулою (2.13)

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

Воду у дріжджовій суспензії, кг, обчислюємо за формулою (2.14)

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

Вода, яку безпосередньо додають в опару (крім тієї, що вже в дріжджовій суспензії), кг:

$$G_B^0 = G_g - G_B^{др.с} \quad (2.20)$$

$$G_B^0 = 29,94 - 9 = 20,94 \text{ кг}$$

Загальна кількість води, що вноситься під час замішування тіста, кг, визначаємо за формулою (2.15):

$$G_g^{1m} = 52,8 - 4,27 - 1 - 9 - 20,94 = 17,59 \text{ кг}$$

Результати розрахунків пофазної рецептури приготування тіста для хліба «Сонячний» наведено в таблиці 2.12.

Таблиця 2.12 - Пофазна рецептура приготування тіста для хліба «Сонячний»

Сировина і напівфабрикати	Всього	Опара	Тісто
Борошно пшеничне вищого гатунку	94,0	60,0	34,0
Борошно кукурудзяне текстуроване	6,0	-	6,0
Дріжджова суспензія	12,0	12,0	-
Розчин солі	5,77	-	5,77
Розчин цукру	2,0	-	2,0
Вода	38,53	20,94	17,59
Опара	-	-	92,94
Разом	158,3	92,94	158,3
Дріжджова суспензія	12,0	12,0	-

Хліб «Делікатесний»:

Відповідно до нормативних вимог, приготування тіста для хліба «Делікатесний» здійснюється із застосуванням рідкої закваски середньої вологості (72%), яку вносять у процесі замішування у кількості 50% від маси борошна.

Таблиця 2.13 - Кількість сухих речовин у тісті

Сировина	Маса, кг	Вологість, %	Сухі речовини, кг
Борошно пшеничне вищого гатунку	10,0	14,5	72,6
Борошно житнє сіяне	85,0	14,5	8,55
Солод житній неферментований	5,0	10,0	4,5
Дріжджі пресовані	0,3	75,0	0,075
Сіль кухонна	1,5	-	1,5
Патока	5,0	22,0	3,9

Розрахунки виходу тіста, кількості води у заквасці, розчинах, дріжджової суспензії аналогічні, як у попередніх видах хліба.

Вологість тіста, %, визначаємо за формулою (2.9):

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

Обчислюємо масу виходу тіста за формулою (2.8):

$$G_m = \frac{91,5 \cdot 100}{100 - 44} = 163,39 \text{ кг}$$

Кількість води в тісті розраховуємо за формулою (2.10)

$$G_{в}^T = 163,39 - 107,2 = 56,19 \text{ кг}$$

Далі розраховуємо масу сольового розчину, кг, за формулою (2.11)

$$G_{p.c} = \frac{1,5 \cdot 100}{26} = 5,77$$

Кількість води на приготування розчину солі, кг, визначаємо за формулами (2.12):

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

Наступним кроком розраховуємо масу дріжджової суспензії, кг, за формулою (2.13):

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

Кількість води у дріжджовій суспензії, кг, обчислюємо за формулою (2.14)

$$G_B^{дп.с} = 1,2 - 0,3 = 0,9 \text{ кг}$$

Обчислюємо загальну кількість води в тісті, що дорівнює числу води в заквасці, кг, за формулою (2.15):

$$G_{\epsilon}^{1m} = G_{\epsilon}^{1з} = 56,19 - 4,27 - 0,9 = 51,02 \text{ кг}$$

Кількість борошна, що надходить із заквасою, кг:

$$G_{\epsilon}^з = \frac{G_з - (100 - W_з)}{100 - W_{\epsilon}} \quad (2.21)$$

де $G_з$ – загальна маса закваски, яку вносять у тісто (% від маси борошна);

$W_з$, W_{ϵ} – вологість закваски та борошна відповідно, %.

$$G_{\epsilon}^з = \frac{51,02 - (100 - 72)}{100 - 14,5} = 12,42 \text{ кг}$$

Маса закваски дорівнює сумі борошна і води, використаних для її приготування:

$$G_з = G_{\epsilon}^з + G_{\epsilon}^з \quad (2.22)$$

$$G_з = 51,02 + 24,84 = 75,86 \text{ кг}$$

У процесі складання рецептури закваски враховуємо використання частини стиглої закваски для її відновлення – 50% від загальної маси. Відповідну масу, кг, обчислюємо за формулою:

$$G_{.смз} = \frac{\% G_{смз} \cdot G_з}{100} \quad (2.23)$$

$$G_{.смз} = \frac{50 \cdot 75,86}{100} = 37,93 \text{ кг}$$

Масу борошна, яка витрачається на поновлення закваски, кг, розраховуємо за формулою:

$$G_{\epsilon}^{см.з} = \frac{G_{см.з} - (100 - W_з)}{100 - W_{\epsilon}} \quad (2.24)$$

$$G_{\epsilon}^{см.з} = \frac{37,93 - (100 - 72)}{100 - 14,5} = 12,42 \text{ кг}$$

Вода, що міститься у стиглій заквасці, кг, визначаємо за формулою:

$$G_{\epsilon}^{см.з} = G_{см.з} - G_{\epsilon}^{см.з} \quad (2.25)$$

$$G_{\text{в}}^{\text{ст.з}} = 37,93 - 12,42 = 25,51 \text{ кг}$$

Борошно та вода для живильної суміші:

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

$$G_{\text{б}}^{\text{ж.с}} = 24,84 - 12,42 = 12,42 \text{ кг}$$

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

$$G_{\text{в}}^{\text{ж.с}} = 51,02 - 25,51 = 25,51 \text{ кг}$$

Загальна маса живильної суміші:

$$G_{\text{ж.с}} = G_{\text{б}}^{\text{ж.с}} + G_{\text{в}}^{\text{ж.с}} \quad (2.28)$$

$$G_{\text{ж.с}} = 12,42 + 25,51 = 37,93 \text{ кг}$$

Таблиця 2.14 – Технологічна рецептура закваски

Сировина	Стигла закваска, кг	Живильна суміш, кг	Всього, кг
Борошно житнє сіяне	12,42	12,42	—
Вода	25,51	25,51	—
Стигла закваска	—	—	37,93
Живильна суміш	—	—	37,93
Разом	37,93	37,93	75,86

Таблиця 2.15 – Рецептура приготування тіста для хліба «Делікатесний» за фазами, кг на 100 кг борошна

Сировина	Маса, кг	Закваска, кг	Тісто, кг
Борошно житнє сіяне	85,0	24,84	60,16
Борошно пшеничне вищого ґатунку	10,0	—	10,0
Солод житній	5,0	—	5,0
Дріжджова суспензія	1,2	—	1,2
Розчин солі	5,77	—	5,77
Патока	5,0	—	5,0
Кмин	0,4	—	0,4
Вода	51,02	51,02	—
Закваска	—	—	75,86
Разом	163,39	75,86	163,39

2.2.4 Розрахунок виходу хліба

Вихід хліба – один із ключових технологічних показників. Він показує, наскільки ефективно використовується борошно, і обчислюється як відношення маси готового хліба до маси основної сировини (у відсотках). Для кожного виробу нормативна документація встановлює мінімальний плановий вихід (зі 100 кг борошна). Розрахунок ведуть для борошна з вологістю 14,5 %; у разі відхилення фактичної вологості показник коригують. На кінцевий вихід впливають вологість тіста, витрати сировини, втрати при випіканні, усиханні тощо.

Хліб «Заводський»:

Показник передбачуваного виходу хліба, %, визначаємо за формулою:

$$B_x = G_m - (B_{\delta} + B_m + Z_{\delta p} + Z_{\delta o p r} + Z_{y n} + Z_{y k l} + Z_{y c} + B_{k p} + B_{u m} + B_{\delta p}) \quad (2.29)$$

Середньозважену вологість сировини, %, обчислюємо за формулою:

$$W_{c u u} = \frac{G_{\delta} \cdot W_{\delta} + G_{\delta p} \cdot W_{\delta p} + G_c \cdot W_c}{G_{\delta} + G_{\delta p} + G_{m.c} + G_{m.c}} \quad (2.30)$$

де W_{δ} , $W_{\delta p}$, W_c - вологість борошна, дріжджів, солі %

$$W_{c u u} = \frac{100 \cdot 14,5 + 2 \cdot 75 + 1,4 \cdot 0}{100 + 2 + 1,4} = 15,47 \quad \%$$

Розрахунок маси тіста, кг:

$$G_m = \frac{G_{c u p} (100 - W_{c u p})}{(100 - W_m)} \quad (2.31)$$

$$G_m = \frac{103,4 \cdot (100 - 15,47)}{(100 - 42)} = 150,69 \quad \text{кг}$$

Втрати борошна на початковому етапі (до замішування) розраховують за формулою:

$$B_{\delta} = \frac{g_{\delta} (100 - W_{\delta})}{100 - W_m} \quad (2.32)$$

де g_{δ} – нормативний відсоток втрат, %.

$$B_{\delta} = \frac{0,04(100 - 14,5)}{100 - 42} = 0,058\%$$

Наступним кроком розраховуємо масову частку вологи у відходах, %:

$$W_{cp^i} = \frac{G_m \cdot W_m + 100 \cdot W_{\delta}}{G_m + 100} \quad (2.33)$$

$$W_{cp^i} = \frac{150,66 \cdot 42 + 100 \cdot 14,5}{150,66 + 100} = 31,03 \quad \%$$

Технологічні втрати борошна та напівфабрикатів від замішування до випікання, кг:

$$B_m = \frac{g_m (100 - W_{cp^i})}{100 - W_m} \quad (2.34)$$

$$B_m = \frac{0,05(100 - 31,03)}{100 - 42} = 0,059 \quad \text{кг}$$

Витрати при бродінні напівфабрикатів, кг:

$$G_{\delta p} = \frac{C_{\text{сух.р}} \cdot 0,95(G_{\text{сир}} - g_{\text{обр}})(100 - W_{cp})}{1,96 \cdot 100(100 - W_T)} \quad (2.35)$$

де $C_{\text{сух.р}}$ – частка сухих речовин, яка витрачається при бродінні (у % від загальної маси сухих компонентів тіста);

$g_{\text{обр}}$ – технологічні втрати борошна під час оброблення тіста (% від маси борошна).

$$G_{\delta p} = \frac{2,5 \cdot 0,95(103,4 - 0,7)(100 - 31,03)}{1,96 \cdot 100(100 - 42)} = 1,48 \quad \text{кг}$$

Розрахунок затрат при обробленні тіста, кг, здійснюємо:

$$G_{\text{обр}} = \frac{g_{\text{обр}} (W_m - W_{\delta})}{100 - W_m} \quad (2.36)$$

$$G_{\text{обр}} = \frac{0,6(42 - 14,5)}{100 - 42} = 0,28 \quad \text{кг}$$

Далі обчислюємо витрати, зумовлені упіканням виробів G_{yn} , кг:

$$G_{yn} = g_{yn} \frac{G_m - (B_{\delta} + B_m + G_{\delta p} + G_{\text{обр}})}{100} \quad (2.37)$$

$$G_{yn} = 10 \frac{150,69 - (0,058 + 0,059 + 1,48 + 0,28)}{100} = 14,9 \quad \text{кг}$$

Масу виробів, які втрачаються при укладанні гарячого хліба, знаходять за допомогою формули:

$$G_{укл} = g_{укл} \frac{G_m - (B_{\bar{o}} + B_m + G_{\bar{o}p} + G_{обp} + G_{yn})}{100} \quad (2.38)$$

$$G_{yn} = 0,6 \frac{150,69 - (0,058 + 0,059 + 1,48 + 0,28 + 14,9)}{100} = 0,8 \text{ кг}$$

Витрати, зумовлені усиханням хліба, кг:

$$G_{yc} = g_{yc} \frac{G_m - (B_{\bar{o}} + B_m + G_{\bar{o}p} + G_{обp} + G_{yn} + G_{укл})}{100} \quad (2.39)$$

$$G_{yc} = 3,1 \frac{150,69 - (0,058 + 0,059 + 1,48 + 0,28 + 14,9 + 0,8)}{100} = 4,12 \text{ кг}$$

Втрати, зумовлені відхиленням маси штучних виробів, кг, розраховуємо так:

$$B_{штуч.} = g_{шт.} \frac{G_m - (B_{\bar{o}} + B_m + G_{\bar{o}p} + G_{обp} + G_{yn} + G_{укл} + G_{yc})}{100} \quad (2.40)$$

$$B_{штуч} = 0,4 \frac{150,69 - (0,058 + 0,059 + 1,48 + 0,28 + 14,9 + 0,8 + 4,12)}{100} = 0,52 \text{ кг}$$

За формулою (2.41), здійснюємо перерахунок втрат відносно маси хліба, %:

$$q_{кр} = \frac{g_{кр} \cdot 100}{B_{хл}^{пл}} \quad (2.41)$$

$$q_{кр} = \frac{0,03 \cdot 100}{125} = 0,024 \%$$

Число втрат у вигляді крихт і лому, кг:

$$B_{кр.} = g_{кр.} \frac{G_m - (B_{\bar{o}} + B_m + G_{\bar{o}p} + G_{обp} + G_{yn} + G_{укл} + G_{yc} + B_{штуч})}{100} \quad (2.42)$$

$$B_{кр} = 0,024 \frac{150,69 - (0,058 + 0,059 + 1,48 + 0,28 + 14,9 + 0,8 + 4,12 + 0,52)}{100} = 0,27 \text{ кг}$$

Кількість витрат при переробці браку, кг, визначаємо так:

$$B_{\bar{o}p.} = g_{\bar{o}p.кp.} \frac{G_m - (B_{\bar{o}} + B_m + G_{\bar{o}p} + G_{обp} + G_{yn} + G_{укл} + G_{yc} + B_{штуч} + B_{кр})}{100} \quad (2.43)$$

$$B_{\bar{o}p} = 0,02 \frac{150,69 - (0,058 + 0,059 + 1,48 + 0,28 + 14,9 + 0,8 + 4,12 + 0,52 + 0,27)}{100} = 0,025$$

За формулою (2.29), використовуючи обчислені вище значення втрат, визначаємо очікуваний вихід готової продукції:

$$B_x = 150,69 - (0,058 + 0,059 + 1,48 + 0,28 + 14,9 + 0,8 + 4,12 + 0,52 + 0,27 + 0,025) = 128,2$$

Згідно з даними таблиці 2.3, плановий вихід хліба становить 125%, тоді як розрахункове значення дорівнює 128,2 %. Розрахунковий вихід дещо більший за плановий показник. Дане відхилення зумовлене прийнятими технологічними параметрами та особливостями врахування втрат під час виробництва. Різниця значень є в межах допустимих технологічних відхилень.

Хліб «Сонячний»:

За формулою (2.30) знаходимо середню вологість сировини, %:

$$W_{сир} = \frac{100 \cdot 14,5 + 3 \cdot 75 + 1,5 \cdot 0 + 1 \cdot 0,15}{100 + 3 + 1,5 + 1} = 15,9 \%$$

Розрахунок маси тіста, кг, знаходимо за формулою (2.31):

$$G_m = \frac{105,5 \cdot (100 - 15,9)}{(100 - 44)} = 158,4 \text{ кг}$$

Величину втрат борошна до початку процесу замішування тіста, кг, обчислюємо за формулою (2.32):

$$B_6 = \frac{0,05(100 - 14,5)}{100 - 44} = 0,076\%$$

Наступним кроком розраховуємо вологість у відходах, %:

$$W_{сп} = \frac{158,4 \cdot 44 + 100 \cdot 14,5}{158,4 + 100} = 32,58 \%$$

Сукупні технологічні втрати на всіх етапах від замішування до випікання розраховують за формулою (2.34).

$$B_m = \frac{0,04(100 - 32,58)}{100 - 44} = 0,05 \text{ кг}$$

Витрати під час бродіння напівфабрикатів, кг, розраховуємо за (2.35):

$$G_{бр} = \frac{3,1 \cdot 0,95(105,5 - 0,7)(100 - 32,58)}{1,96 \cdot 100(100 - 44)} = 1,89 \text{ кг}$$

Розрахунок затрат при обробленні тіста, кг, (2.36):

$$G_{обр} = \frac{0,7(44 - 14,5)}{100 - 44} = 0,37 \text{ кг}$$

Далі обчислюємо витрати, зумовлені упіканням виробів, кг, за формулою (2.37):

$$G_{ун} = 8 \frac{158,4 - (0,076 + 0,05 + 1,89 + 0,37)}{100} = 12,48 \text{ кг}$$

Втрати, що виникають при укладанні гарячих виробів, кг, обчислюємо за формулою (2.38):

$$G_{укл} = 0,6 \frac{158,4 - (0,076 + 0,05 + 1,89 + 0,37 + 12,48)}{100} = 0,86 \text{ кг}$$

За формулою (2.39) знаходимо витрати, зумовлені усиханням хліба, кг:

$$G_{ус} = 3,4 \frac{158,4 - (0,076 + 0,05 + 1,89 + 0,37 + 12,48 + 0,86)}{100} = 4,85 \text{ кг}$$

Втрати, зумовлені відхиленням маси штучних виробів, кг, розраховуємо за (2.40):

$$B_{штуч} = 0,4 \frac{158,4 - (0,076 + 0,05 + 1,89 + 0,37 + 12,48 + 0,86 + 4,85)}{100} = 0,55 \text{ кг}$$

За формулою (2.41), визначаємо втрати відносно маси хліба, %:

$$q_{кр} = \frac{0,03 \cdot 100}{135} = 0,02 \%$$

Кількість продукту, що перетворюється на крихти або лом, знаходимо за формулою (2.42):

$$B_{кр} = 0,02 \frac{158,4 - (0,076 + 0,05 + 1,89 + 0,37 + 12,48 + 0,86 + 4,85 + 0,55)}{100} = 0,027 \text{ кг}$$

Втрати, пов'язані з утилізацією бракованої продукції, кг, обчислюємо за формулою (2.43):

$$B_{бр} = 0,02 \frac{158,4 - (0,076 + 0,05 + 1,89 + 0,37 + 12,48 + 0,86 + 4,85 + 0,55 + 0,027)}{100} = 0,027$$

Враховуючи розраховані вище показники втрат під час технологічного процесу, здійснюємо розрахунок передбачуваного виходу хліба за формулою (2.29):

$$B_x = 158,4 - (0,076 + 0,05 + 1,89 + 0,37 + 12,48 + 0,86 + 4,85 + 0,55 + 0,027 + 0,027) = 137,26$$

Згідно з даними таблиці 2.3, плановий вихід хліба «Сонячний» становить 135%, тоді як розрахункове значення дорівнює 137,26 %. При порівнянні встановлено

незначне перевищення розрахункового показника над плановим, що зумовлене особливостями прийнятих технологічних параметрів та врахуванням втрат у виробничому процесі. Отримане відхилення є в межах норми.

Хліб «Делікатесний»:

Середньозважену вологість усіх компонентів тіста знаходимо за формулою (2.30):

$$W_{\text{сум}} = \frac{95 \cdot 14,5 + 5 \cdot 10 + 0,3 \cdot 75 + 1,5 \cdot 0 + 5 \cdot 22 + 0,4 \cdot 0}{95 + 5 + 0,3 + 1,5 + 5 + 0,4} = 14,5 \%$$

Використовуючи (2.31), обчислюємо, скільки кілограмів тіста виходить з центнера борошна:

$$G_m = \frac{107,2 \cdot (100 - 14,5)}{(100 - 44)} = 163,6 \text{ кг}$$

За допомогою (2.32) знаходимо B_{σ} – масу борошна, втрачену до замішування:

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

Далі обчислюємо відсоток води, що міститься у відходах, за формулою (2.33):

$$W_{\text{сп}^1} = \frac{163,6 \cdot 44 + 100 \cdot 14,5}{163,6 + 100} = 32,8 \%$$

За допомогою (2.34) розраховуємо масу борошна і напівфабрикатів, втрачених під час виробництва:

$$B_m = \frac{0,04(100 - 32,8)}{100 - 44} = 0,048 \text{ кг}$$

Для визначення витрат під час бродіння напівфабрикатів використовуємо формулу (2.35):

$$G_{\text{бр}} = \frac{2,2 \cdot 0,95(107,2 - 0,7)(100 - 32,8)}{1,96 \cdot 100(100 - 44)} = 1,36 \text{ кг}$$

Втрати при обробленні тіста, кг, визначаємо за формулою (2.36):

$$G_{\text{обр}} = \frac{0,8(44 - 14,5)}{100 - 44} = 0,42 \text{ кг}$$

Далі обчислюємо витрати, під час випікання виробів, кг, за формулою (2.37):

$$G_{yn} = 10 \frac{163,6 - (0,06 + 0,048 + 1,36 + 0,42)}{100} = 16,53 \text{ кг}$$

Втрати при укладанні щойно випеченої продукції визначаємо за формулою (2.38):

$$G_{укл} = 0,6 \frac{163,6 - (0,06 + 0,048 + 1,36 + 0,42 + 16,53)}{100} = 1,09 \text{ кг}$$

Обчислюємо витрати, зумовлені усиханням хліба, кг, за формулою (2.39):

$$G_{ус} = 4 \frac{163,6 - (0,06 + 0,048 + 1,36 + 0,42 + 16,53 + 1,09)}{100} = 7,31 \text{ кг}$$

Втрати, зумовлені відхиленням маси штучних виробів, кг, (2.40):

$$B_{штуч} = 0,4 \frac{163,6 - (0,06 + 0,048 + 1,36 + 0,42 + 16,53 + 1,09 + 7,31)}{100} = 0,76 \text{ кг}$$

Щоб виразити втрати у відсотках до маси хліба, використовуємо формулу (2.41):

$$q_{кр} = \frac{0,02 \cdot 100}{132} = 0,015 \%$$

Кількість продукту, що перетворюється на крихти або лом, знаходимо за формулою (2.42):

$$B_{кр} = 0,015 \frac{163,6 - (0,06 + 0,048 + 1,36 + 0,42 + 16,53 + 1,09 + 7,31 + 0,76)}{100} = 0,02 \text{ кг}$$

За формулою (2.43) визначаємо $G_{бр}$ – масу браку, який підлягає переробці:

$$B_{бр} = 0,02 \frac{163,6 - (0,06 + 0,048 + 1,36 + 0,42 + 16,53 + 1,09 + 7,31 + 0,76 + 0,02)}{100} = 0,027$$

Враховуючи розраховані вище показники втрат під час технологічного процесу, обчислюємо передбачуваний вихід хліба за формулою (2.29):

$$B_x = 163,6 - (0,06 + 0,048 + 1,36 + 0,42 + 16,53 + 1,09 + 7,31 + 0,76 + 0,02 + 0,027) = 135,9$$

Згідно з даними таблиці 2.3, плановий вихід хліба «Делікатесний» становить 132%, тоді як розрахункове значення дорівнює 135,9%. При порівнянні встановлено незначне перевищення розрахункового показника над плановим, що зумовлене особливостями прийнятих технологічних параметрів та врахуванням втрат у виробничому процесі. Отримане відхилення є в межах норми.

Таблиця 2.16 – Узагальнені показники виходу хліба

Назва хліба	Вихід хліба, %	
	Розрахунковий	Плановий
Хліб «Заводський»	128,2	125,0
Хліб «Сонячний»	137,26	135,0
Хліб «Делікатесний»	135,9	132,0

2.2.5 Розрахунок виробничих рецептур та вибір технологічних параметрів

Пофазну рецептуру переводять у виробничу за допомогою спеціального коефіцієнта. Якщо технологічна лінія працює безперервно, витрати компонентів розраховують на кожну хвилину. Якщо ж процес періодичний, то розрахунок ведуть на одне завантаження тістомісильної ємності.

Хліб «Заводський»

Лінія для «Заводського» працює безперервно, тому виробничу рецептуру розраховують, виходячи з кількості сировини, що споживається за хвилину.

Годинну потребу в борошні обчислюємо за:

$$G_{\bar{o}}^{год} = \frac{P_{год} \cdot 100}{B_x} \quad (2.44)$$

де $P_{год}$ – продуктивність печі за 1 годину, кг/год;

B_x – плановий вихід хліба, %.

$$G_{\bar{o}}^{год} = \frac{252 \cdot 100}{125} = 201,6 \quad \text{кг/год}$$

Щоб адаптувати рецептуру до виробничих умов, використовують коефіцієнт, який визначають за (2.45):

$$K_{x\bar{o}} = \frac{G_{\bar{o}}^{год}}{100 \cdot 60} \quad (2.45)$$

$$K_{x\bar{o}} = \frac{201,6}{100 \cdot 60} = 0,03$$

Розраховані дані зведені в таблицю 2.17.

Таблиця 2.17 – Пофазна виробнича рецептура для хліба «Заводський»

Сировина і напівфабрикати	Тісто, кг
Борошно пшеничне вищого гатунку	3,0
Розчин солі	0,16
Дріжджова суспензія	0,24
Вода	1,12
Разом	4,52

Теплоємність тіста, кДж/кг·К, знаходимо за формулою:

$$C_m = \frac{W_m + (100 - W_m) \cdot C_{\bar{o}}}{100} \quad (2.46)$$

де $C_{\bar{o}}$ – питома теплоємність борошна (1,8 кДж/кг·для пшеничного вищого гатунку)

$W_{\text{нф}}$ – вологість тіста.

$$C_m = \frac{42 + (100 - 42) \cdot 1,8}{100} = 1,45 \quad \text{кДж/кг·К}$$

Наступним кроком є визначення температури води, необхідної для замішування тіста, °С:

$$t_{\bar{e}} = t_m + \frac{G_{\bar{o}} \cdot C_{\bar{o}} (t_m - t_{\bar{o}})}{G_{\bar{e}} \cdot C_{\bar{e}}} + n \quad (2.47)$$

де t_m , $t_{\bar{o}}$ – температурні показники тіста(29°С) та борошна(20°С);

$C_{\bar{o}}$, $C_{\bar{e}}$ – питомі теплоємності борошна(1,8 кДж/кг·К) та води(4,2 кДж/кг·К);

n – коефіцієнт порправки, що залежить від пори року (у розрахунках приймаємо виробництво влітку, то коефіцієнт порправки становить 1).

$$t_{\bar{e}} = 29 + \frac{100 \cdot 1,8(29 - 20)}{37,31 \cdot 4,2} + 1 = 40,34 \quad ^\circ\text{C}$$

Масу кожної тістової заготовки обчислюємо за формулою:

$$n_{\text{шт}}^m = \frac{G_{\text{хл}} \cdot 100 \cdot 100}{(100 - G_{\text{yn}})(100 - G_{\text{yc}})} \quad (2.48)$$

де $G_{\text{хл}}$ – маса випеченого хліба, кг;

G_{yt} – показник втрати під час упікання, %;

G_{yc} – втрати від усихання, %.

$$n_{шм}^m = \frac{0,5 \cdot 100 \cdot 100}{(100 - 14,9)(100 - 4,12)} = 0,61 \text{ кг}$$

Хліб «Сонячний»:

Оскільки для «Сонячного» обладнання працює періодично, рецептуру складають на один цикл замішування в діжі.

Визначаємо максимальну кількість борошна, яку можна засипати в діжу, кг:

$$G_{\delta}^{діж} = \frac{g_{\delta} \cdot V_{діж}}{100} \quad (2.49)$$

де g_{δ} – норма завантаження на 100 дм³, кг;

V_{δ} – об'єм діжі, дм³.

Для виробництва хліба «Сонячний» використовуємо промисловий тістоміс ASM 80 EVO MIXER з геометричним об'ємом діжі 135 дм³.

$$G_{\delta}^{діж} = \frac{30 \cdot 135}{100} = 40,5 \text{ кг}$$

Коефіцієнт перерахунку пофазної рецептури розраховуємо за формулою:

$$K_{діж} = \frac{G_{\delta}^{діж}}{100} \quad (2.50)$$

$$K_{діж} = \frac{40,5}{100} = 0,405$$

Таблиця 2.18 – Виробнича рецептура (пофазна) для хліба «Сонячний»

Сировина і напівфабрикати	Етапи технологічного процесу за порцію	
	Опара	Тісто
Борошно пшеничне вищого гатунку	24,3	13,77
Борошно кукурудзяне текстуроване	—	2,43
Дріжджова суспензія	4,86	—
Розчин солі	—	2,34
Розчин цукру	—	0,81
Вода	8,48	7,13
Опара	—	37,64
Разом	37,64	64,12

Теплоємність опари знаходять аналогічно до теплоємності тіста (2.46):

$$C_o = \frac{44 + (100 - 44) \cdot 1,8}{100} = 1,44 \quad \text{кДж/кг} \cdot \text{К}$$

Після цього за (2.51) розраховують потрібну температуру води:

$$t_e = t_m + \frac{G_b \cdot C_b (t_m - t_b)}{G_e \cdot C_e} + \frac{G_o \cdot C_o (t_m - t_o)}{G_e \cdot C_e} + n \quad (2.51)$$

тут t_o – температура опари (28°C);

C_o – питома теплоємність опари;

$$t_e = 29 + \frac{100 \cdot 1,8(29 - 20)}{38,53 \cdot 4,2} + \frac{92,94 \cdot 1,44(29 - 28)}{20,94 \cdot 4,2} + 1 = 41,53 \quad ^\circ\text{C}$$

Розрахунок маси шматків тіста, кг, здійснюємо за формулою (2.48):

$$n_{\text{шт}}^m = \frac{0,3 \cdot 100 \cdot 100}{(100 - 12,48)(100 - 4,85)} = 0,36 \quad \text{кг}$$

Хліб «Делікатесний»:

Безперервна технологія виробництва «Делікатесного» передбачає розрахунок виробничої рецептури на хвилині витрати сировини.

Годинні затрати борошна обчислюємо за (2.44):

$$G_b^{\text{год}} = \frac{480 \cdot 100}{132} = 363,63 \quad \text{кг/год}$$

Далі знаходимо коефіцієнт перерахунку пофазної рецептури для виробничих умов:

$$K_{\text{хв}} = \frac{363,63}{100 \cdot 60} = 0,06$$

Отримані результати розрахунку виробничої рецептури подано у таблиці 2.19.

Таблиця 2.19 – Виробнича рецептура (пофазна) для хліба «Делікатесний»

Сировина і напівфабрикати	Етапи технологічного процесу за хвилину	
	Закваска , кг	Тсіто , кг
Борошно житнє сіяне	1,49	3,6
Борошно пшеничне вищого гатунку	—	0,6
Солод житній	—	0,3
Дріжджова суспензія	—	0,07

Продовження таблиці 2.19

Розчин солі	—	0,35
Патока	—	0,3
Кмин	—	0,02
Вода	3,06	—
Закваска	—	4,55
Разом	4,55	9,8

Теплоємність рідкої закваски розраховуємо за формулою (2.46), підставляючи її вологість:

$$C_m = \frac{72 + (100 - 72) \cdot 1,8}{100} = 1,22 \quad \text{кДж/кг} \cdot \text{К}$$

За формулою (2.51) визначаємо необхідну температуру води, враховуючи теплоємність закваски та її початкову температуру:

$$t_g = 30 + \frac{100 \cdot 1,8(30 - 20)}{51,02 \cdot 4,2} + \frac{75,86 \cdot 1,22(30 - 28)}{51,02 \cdot 4,2} + 1 = 40,26 \quad ^\circ\text{C}$$

Розрахунок маси шматків тіста, кг, здійснюємо за формулою (2.48):

$$n_{шм}^m = \frac{0,8 \cdot 100 \cdot 100}{(100 - 16,53)(100 - 7,31)} = 1,03 \quad \text{кг}$$

2.3 Розрахунок витрат і запасів сировини

Для організації виробничого процесу необхідно встановити витрати основної та додаткової сировини, що використовуються для виготовлення напівфабрикатів та тіста. Обчислення здійснюють з врахуванням виробничої рецептури та технологічної схеми виробництва.

Хліб «Заводський»:

Спочатку знаходимо, скільки борошна потрібно за годину, кг/год:

$$G_{\sigma}^{год} = \frac{P_{год} \cdot 100}{B_x} \quad (2.55)$$

$$G_{\text{б}}^{\text{год}} = \frac{252 \cdot 100}{125} = 201,6 \quad \text{кг/ГОД}$$

Щоб знайти, скільки кожного компонента потрібно за годину, використовуємо формулу:

$$G_{\text{сир}}^{\text{год}} = \frac{G_{\text{б}}^{\text{год}} \cdot C_{\text{сир}}}{100} \quad (2.56)$$

Дріжджів:

$$G_{\text{др}}^{\text{год}} = \frac{201,6 \cdot 2}{100} = 4,032 \quad \text{кг/ГОД}$$

Солі:

$$G_{\text{сир}}^{\text{год}} = \frac{201,6 \cdot 1,4}{100} = 2,8 \quad \text{кг/ГОД}$$

Подобові витрати основної та додаткової сировини, кг/доб, визначаємо за формулою:

$$G_{\text{сир}}^{\text{доб}} = G_{\text{сир}}^{\text{год}} \cdot t_n \quad (2.57)$$

де t_n – час роботи печі на добу, год.

Борошна пшеничного вищого гатунку:

$$G_{\text{б.пш.}}^{\text{доб}} = 201,6 \cdot 23 = 4636,8 \quad \text{кг/доб}$$

Дріжджів:

$$G_{\text{др}}^{\text{доб}} = 4,032 \cdot 23 = 92,736 \quad \text{кг/доб}$$

Солі:

$$G_{\text{сіль}}^{\text{доб}} = 2,8 \cdot 23 = 64,4 \quad \text{кг/доб}$$

Хліб «Сонячний»:

Здійснюємо аналогічні розрахунки, як і для хліба «Заводський».

Годинну витрату борошна для хліба «Сонячний» знаходимо за формулою (2.55):

$$G_{\text{б}}^{\text{год}} = \frac{129,6 \cdot 100}{135} = 96,2 \text{ кг/год}$$

Годинні витрати всієї сировини розраховуємо за формулою (2.56):

Борошна пшеничного вищого гатунку:

$$G_{\text{б.пш}}^{\text{год}} = \frac{96,2 \cdot 94}{100} = 90,4 \text{ кг/год}$$

Борошна кукуркдзяного:

$$G_{\text{б.кук.}}^{\text{год}} = \frac{96,2 \cdot 6}{100} = 5,77 \text{ кг/год}$$

Дріжджів:

$$G_{\text{др}}^{\text{год}} = \frac{96,2 \cdot 3}{100} = 2,88 \text{ кг/год}$$

Солі:

$$G_{\text{сіль}}^{\text{год}} = \frac{96,2 \cdot 1,5}{100} = 1,44 \text{ кг/год}$$

Цукру:

$$G_{\text{цук}}^{\text{год}} = \frac{96,2 \cdot 1}{100} = 0,96 \text{ кг/год}$$

Добову кількість сировини знаходять за формулою (2.57):

Борошна пшеничного вищого гатунку:

$$G_{\text{б.пш}}^{\text{доб}} = 90,4 \cdot 8 = 723,2 \text{ кг/доб}$$

Борошна кукуркдзяного:

$$G_{\text{б.кук.}}^{\text{доб}} = 5,77 \cdot 8 = 46,16 \text{ кг/доб}$$

Дріжджів:

$$G_{\text{др}}^{\text{доб}} = 2,88 \cdot 8 = 23,04 \text{ кг/доб}$$

Солі:

$$G_{\text{сіль}}^{\text{доб}} = 1,44 \cdot 8 = 11,52 \text{ кг/доб}$$

Цукру:

$$G_{цук}^{доб} = 0,96 \cdot 8 = 7,68 \text{ кг/доб}$$

Хліб «Делікатесний»:

Погодинні витрати борошна, кг/год:

$$G_{б}^{год} = \frac{480 \cdot 100}{132} = 363,63 \text{ кг/год}$$

Годинні витрати всієї сировини, кг/год, визначаємо за формулою (2.56):

Борошна пшеничного вищого гатунку:

$$G_{б.ви}^{год} = \frac{363,63 \cdot 10}{100} = 36,36 \text{ кг/год}$$

Борошна житнього сіяного:

$$G_{б.ж.с.}^{год} = \frac{363,63 \cdot 85}{100} = 309,08 \text{ кг/год}$$

Сододу житнього неферментованого:

$$G_{сол.ж.}^{год} = \frac{363,63 \cdot 5}{100} = 18,18 \text{ кг/год}$$

Дріжджів:

$$G_{др}^{год} = \frac{363,63 \cdot 0,3}{100} = 1,09 \text{ кг/год}$$

Солі:

$$G_{сіль}^{год} = \frac{363,63 \cdot 1,5}{100} = 5,45 \text{ кг/год}$$

Патоки:

$$G_{пат}^{год} = \frac{363,63 \cdot 5}{100} = 18,18 \text{ кг/год}$$

Кмину:

$$G_{км}^{год} = \frac{363,63 \cdot 0,4}{100} = 1,45 \text{ кг/год}$$

За формулою (2.57) обчислюємо, кількість сировини за добу:

Борошна пшеничного вищого ґатунку:

$$G_{б.пш.}^{доб} = 36,36 \cdot 23 = 836,3 \text{ кг/доб}$$

Борошна житнього сіяного:

$$G_{б.ж.с.}^{доб} = 309,08 \cdot 23 = 7108,8 \text{ кг/доб}$$

Солоду житнього неферментованого:

$$G_{сол.ж.}^{доб} = 18,18 \cdot 23 = 418,14 \text{ кг/доб}$$

Дріжджів:

$$G_{др}^{доб} = 1,09 \cdot 23 = 25,07 \text{ кг/доб}$$

Солі:

$$G_{сіль}^{доб} = 5,45 \cdot 23 = 125,35 \text{ кг/доб}$$

Патоки:

$$G_{пат}^{доб} = 18,18 \cdot 23 = 418,14 \text{ кг/доб}$$

Кмину:

$$G_{км}^{доб} = 1,45 \cdot 23 = 33,35 \text{ кг/доб}$$

Таблиця 2.20 - Витрати сировини під час виробництва за добу

Сировина	Хліб «Заводський»	Хліб «Сонячний»	Хліб «Делікатесний»	Разом, кг	Разом, т
Борошно пшеничне вищого ґатунку	4636,8	723,2	836,3	6196,3	6,196
Борошно житнє сіяне	—	—	7108,8	7108,8	7,108
Борошно кукурудзяне	—	46,16	—	46,16	0,046
Солод житній	—	—	418,14	418,14	0,42
Дріжджі пресовані	92,736	23,04	25,07	140,846	0,141
Сіль кухонна	64,4	11,52	125,35	201,27	0,201
Цукор білий	—	7,68	—	7,68	0,008
Патока	—	—	418,14	418,14	0,42

2.4 Розрахунок площ основних та допоміжних приміщень

Щоб визначити необхідні площі та місткості складу для зберігання сировини, всі дані вносимо у таблицю 2.21.

Таблиця 2.21 – Розрахунок складських запасів сировини

Сировина	Добові витрати сировини, т	Вид зберігання	Нормативний термін запасу, днів	Запас сировини, т
Борошно пшеничне вищого гатунку	6,196	Безтарно у силосах	7	52,86
Борошно житнє сіяне	7,108	Безтарно у силосах	7	49,76
Борошно кукурудзяне	0,046	Тарно у мішках	6	0,796
Солод житній	0,42	Тарно у мішках	10	4,18
Дріжджі пресовані	0,141	Тарно у ящиках	3	0,5521
Сіль кухонна	0,201	Тарно у мішках	15	3,343
Цукор білий	0,008	Тарно у мішках	15	0,3312
Патока	0,42	Тарно у бочках	15	6,2721
Кмин	0,033	Тарно контейнерах	15	0,5002

Необхідну складську площу для зберігання сировини в тарі, м², визначаємо за формулою:

$$F_{\text{сир}} = \frac{G_{\text{сир}}^{\text{доб}}}{q} \cdot \tau \mu, \quad (2.58)$$

тут τ – нормативний запас сировини, днів;

q – навантаження на 1 м², т/м²;

μ - коефіцієнт проходів (для борошна – 1,85, для інших складників – 1,5).

Розраховуємо потрібну площу складу за формулою (2.58):

Кукурудзяне борошно:

$$F_{\text{кук.бор}} = \frac{0,046}{0,65} \cdot 6 \cdot 1,85 = 0,79 \text{ м}^2$$

Сіль:

$$F_{\text{соли}} = \frac{0,201}{0,54} \cdot 3 \cdot 1,5 = 1,68 \text{ м}^2$$

Солод житній:

$$F_{\text{сол.ж.}} = \frac{0,42}{0,66} \cdot 10 \cdot 1,5 = 9,5 \text{ м}^2$$

Цукор:

$$F_{\text{цук}} = \frac{0,008}{0,8} \cdot 15 \cdot 1,5 = 0,23 \text{ м}^2$$

Патока:

$$F_{\text{пат}} = \frac{0,42}{0,66} \cdot 15 \cdot 1,5 = 14,3 \text{ м}^2$$

Кмин:

$$F_{\text{км}} = \frac{0,033}{0,54} \cdot 15 \cdot 1,5 = 1,37 \text{ м}^2$$

Загалом складські приміщення для зберігання сировини в мішках, бочках та ящиках займуть 27,87 м².

За тією ж формулою (2.58) обчислюють площу для зберігання дріжджів:

Дріжджі:

$$F_{\text{др}} = \frac{0,141}{0,54} \cdot 3 \cdot 1,5 = 1,17 \text{ м}^2$$

Площа, необхідна для розміщення дріжджів у холодильній камері, становить 1,17 м².

Площу складу готової продукції, м², розраховуємо за формулою:

$$S = S_i \cdot P_i \quad (2.59)$$

$$S = 10 \cdot 17,87 = 178,7 \text{ м}^2$$

Площа експедиції становить 20 % від загальної площі складу готової продукції:

$$S = 178,7 \cdot 0,2 = 35,74 \text{ м}^2$$

2.5 Підбір технологічного обладнання

2.5.1 Розрахунок обладнання для зберігання та підготовки сировини

У цеху пшеничне та житнє борошно зберігають у силосах. Кількість силосів для кожного виду розраховують за формулою:

$$N = \frac{G_{\text{б}}^{\text{доб}} \cdot \tau}{V_{\text{б}}} \quad (2.60)$$

Для пшеничного борошна вищого гатунку:

$$N_{\text{пш.б.}} = \frac{7,55 \cdot 7}{29} = 1,8 \quad \text{шт}$$

Для житнього сіяного борошна:

$$N_{\text{ж.с.б.}} = \frac{7,108 \cdot 7}{29} = 1,71 \quad \text{шт}$$

Таким чином, прийнято два силоси ХЕ-160А для пшеничного борошна і стільки ж – для житнього. Усього – 4 силоси.

2.5.2 Розрахунок устаткування для просіювання

Просіювачі очищають борошно від домішок, насичують киснем і розпушують. Для пшеничного та житнього борошна використовують просіювач Ш2-ХМВ.

Для кукурудзяного борошна (у мішках) застосовують МВПМ-300 (0,3 т/год).

Кількість борошняних ліній розраховують за формулою:

$$N_{\text{бл}} = \frac{G_{\text{б}}^{\text{год}}}{P_{\text{б.л}}^{\text{год}}} \quad (2.61)$$

де $G_{\text{б}}^{\text{год}}$ - годинна витрата борошна, т/год;

$P_{\text{б.л}}^{\text{год}}$ – продуктивність однієї лінії, т/год.

$$N_{\text{бор.л.}} = \frac{0,33}{5,4} = 0,06 \quad \text{шт}$$

$$N_{\text{бор.л.}}^{\text{ж.б.}} = \frac{0,309}{5,4} = 0,057 \quad \text{шт}$$

Отже, потрібна одна борошняна лінія для пшеничного борошна і одна – для житнього.

Час роботи просіювача, хв, обчислюємо за формулою:

$$\tau = \frac{G_{\text{б}}^{\text{год}} \cdot 60}{P} \quad (2.62)$$

де $G_{\text{б}}^{\text{год}}$ – загальні витрати борошна за годину, т/год;

P – продуктивність просіювача, т/год.

Для пшеничного борошна:

$$\tau_{\text{пш.б.}} = \frac{0,33 \cdot 60}{6} = 3,3 \quad \text{хв}$$

Для житнього сіяного:

$$\tau_{\text{ж.б.}} = \frac{0,309 \cdot 60}{6} = 3,09 \quad \text{хв}$$

Для кукурудзяного:

$$\tau_{\text{кук.б.}} = \frac{0,006 \cdot 60}{0,3} = 1,2 \quad \text{хв}$$

2.5.3 Розрахунок та підбір виробничих силосів

При двозмінній роботі запас борошна у виробничих силосах має становити 10 годин. Для пшеничного та житнього борошна передбачають силоси ХЕ-112 об'ємом 2,73 м³.

Необхідний об'єм силосів, м³, обчислюємо за формулою:

$$V_{\text{в.с}} = \frac{G_{\text{б}}^{\text{год}} \cdot \tau}{\rho_{\text{б}}} \quad (2.63)$$

тут τ – запас борошна, год;

$\rho_{\text{б}}$ – насипна густина борошна.

Для хліба «Заводський»:

$$V_{\text{вир.с.}}^{\text{пш.б.}} = \frac{0,2016 \cdot 10}{0,5} = 4,032 \text{ м}^3$$

«Сонячний»:

$$V_{\text{вир.с.}}^{\text{пш.б.}} = \frac{0,09 \cdot 10}{0,5} = 1,8 \text{ м}^3$$

«Делікатесний»:

$$V_{\text{вир.с.}}^{\text{пш.б.}} = \frac{0,036 \cdot 10}{0,5} = 0,72 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{вир.с.}}^{\text{ж.б.}} = \frac{0,309 \cdot 10}{0,45} = 6,86 \text{ м}^3$$

Кількість силосів розраховуємо за формулою:

$$N_{\text{вир.с.}} = \frac{V_{\text{вир.с.}}}{V_c} \quad (2.64)$$

де V_c - фактичний об'єм одного силоса, м^3 .

Для хліба «Заводський»:

$$N_{\text{вир.с.}}^{\text{пш.б.}} = \frac{4,032}{2,73} = 1,47 \text{ шт}$$

«Сонячний»:

$$N_{\text{вир.с.}}^{\text{пш.б.}} = \frac{1,8}{2,73} = 0,65 \text{ шт}$$

«Делікатесний»:

$$N_{\text{вир.с.}}^{\text{пш.б.}} = \frac{0,72}{2,73} = 0,26 \text{ шт}$$

Для кожної технологічної лінії передбачено окремі силоси для зберігання борошна. Під пшеничне борошно вищого ґатунку для хліба «Заводський» встановлюють два резервуари, для «Сонячного» – один. Для житньо-пшеничного хліба «Делікатесний» монтують один силос для пшеничного борошна та три – для

житнього сіяного. Загалом на підприємстві використовують чотири силоси моделі ХЕ-112 та один силос ХЕ-6.

2.5.4 Розрахунок ємностей для зберігання сировини у рідкому стані

На даному виробництві у рідкому стані зберігається патока, сольовий та цукровий розчини.

Об'єм ємностей для розчинів із запасом – 2 доби, розраховуємо за формулою:

$$V = \frac{G_{\text{сир.}}^{\text{доб.}} \cdot \tau_z \cdot 100 \cdot K}{c \cdot \rho} \quad (2.65)$$

де K – коефіцієнт на піноутворення ($K = 1,2$);

c – концентрація розчинів;

ρ – густина розчинів;

τ_z – запас сировини, діб.

Сольовий розчин:

$$V_{\text{с.р.}} = \frac{0,201 \cdot 2 \cdot 100 \cdot 1,2}{1,2 \cdot 26} = 1,55 \text{ м}^3$$

Цукровий розчин:

$$V_{\text{ц.р.}} = \frac{0,008 \cdot 2 \cdot 100 \cdot 1,2}{1,23 \cdot 50} = 0,03 \text{ м}^3$$

Для зберігання патоки об'єм бака, м^3 , обчислюють за формулою:

$$V_{\text{нат}} = \frac{G_{\text{нат}}^{\text{доб.}} \cdot \tau_z \cdot K}{\rho} \quad (2.66)$$

$$V_{\text{нат.}} = \frac{0,42 \cdot 2 \cdot 1,2}{1,4} = 0,72 \text{ м}^3$$

Отже, необхідні ємності: для сольового розчину – $1,55 \text{ м}^3$, для цукрового – $0,03 \text{ м}^3$, для патоки – $0,72 \text{ м}^3$.

2.5.5 Обладнання для замішування та бродіння напівфабрикатів

Хліб «Заводський»:

Для безопарного приготування тіста хліба «Заводський» передбачено тістомісильну машину безперервної дії Х-26А продуктивністю 650 кг/год. Її продуктивність обчислюємо за формулою:

$$P_{т.м.} = g_{нф} \cdot K_3 \quad (2.67)$$

де $g_{нф}$ – маса напівфабрикату, що замішується за хвилину, кг;

K_3 – коефіцієнт, який враховує технологічні паузи ($K_3 = 1,07$)

$$P_{т.м.} = 4,52 \cdot 1,07 = 4,83 \text{ (кг/хв)} = 289,8 \text{ (кг/год)}$$

Обчислюємо кількість тістомісильних машин за формулою:

$$N_{т.м.} = \frac{P_{т.м.}}{P} \quad (2.68)$$

де P – фактична продуктивність тістоміси, кг/год.

$$N_{т.м.} = \frac{289,8}{650} = 0,44$$

Згідно розрахунків, приймаємо 1 тістомісильну машину.

Готове тісто з машини, подаємо у корито для бродіння. Його об'єм знаходимо за формулою:

$$V_{кор.} = \frac{G_{\sigma}^m \cdot \tau_m \cdot 100}{q} \quad (2.69)$$

де G_{σ}^m – хвилинні витрати борошна на приготування тіста, кг/хв.;

τ_m – час, необхідний для бродіння тіста, хв;

q – норма завантаження борошна на 100 дм³ об'єму корита, кг ($q=32$).

$$V_{кор.} = \frac{3 \cdot 160 \cdot 100}{32} = 1500 \text{ дм}^3 = 1,5 \text{ м}^3$$

Отже, для хліба «Заводський» встановлюємо одну тістомісильну машину Х-26 та одне корито для бродіння тіста об'ємом 1,5 м³.

Хліб «Сонячний»:

Для періодичного замішування тіста хліба «Сонячний» на великій густій опарі застосовують спіральну тістомісильну машину ASM 80 EVO MIXER з об'ємом діжі 135 дм³.

Максимальне завантаження борошна в діжу, кг, обчислюють за формулою:

$$G_{\delta}^{діж} = \frac{V_{діж} \cdot q}{100} \quad (2.70)$$

де $V_{діж}$ – місткість діжі ;

q – норма завантаженн на 100 дм³ ($q=30$).

$$G_{\delta}^{діж} = \frac{135 \cdot 30}{100} = 40,5 \quad \text{кг}$$

Кількість діж, необхідних для годинної роботи печі, шт, визначають за формулою:

$$D_{год} = \frac{G_{сир.}^{год}}{G_{\delta}^{діж}} \quad (2.71)$$

де $G_{сир.}^{год}$ - годинні витрати сировини та напівфабрикатів.

Для тіста:

$$D_{год}^m = \frac{96,2}{40,5} = 2,37 \quad \text{шт}$$

Для опари:

$$D_{год}^{on} = \frac{57,6}{40,5} = 1,42 \quad \text{шт}$$

Таким чином, згідно з рорахунками, передбачено використання трьох діж для замішування тіста та двох для приготування опари на одну годину роботи.

Розраховуємо ритм замішування, хв, за формулою:

$$r = \frac{60}{D_{год}} \quad (2.72)$$

Опара:

$$r_{on} = \frac{60}{1,42} = 42,2 \quad \text{хв}$$

Тісто:

$$r_m = \frac{60}{2,37} = 25,3 \text{ хв}$$

Для опари він становить 42,2 хв, для тіста – 25,3 хв. Обидва значення не перевищують допустимих меж (60 хв для опари, 30 хв для тіста).

Зайнятість діж на замішування та бродіння:

$$\tau_{\phi}^{нф} = \tau_{зам} + \tau_{бр} + \tau_{дод} \quad (2.73)$$

де $\tau_{зам}$ – тривалість замішування (опари – 10 хв, тіста – 8 хв).;

$\tau_{бр}$ - тривалість бродіння (опари – 225 хв, тіста – 65 хв);

$\tau_{дод}$ – час на допоміжні операції, (приймаємо 7 х).

Для опари:

$$\tau_{\phi}^o = 10 + 225 + 7 = 242 \text{ хв}$$

Для тіста:

$$\tau_{\phi}^m = 8 + 65 + 7 = 80 \text{ хв}$$

Визначаємо загальну кількість діж:

$$D_{нф} = \frac{\tau_{\phi}^{нф}}{r_{нф}} \quad (2.74)$$

Опара:

$$D_o = \frac{242}{42,2} = 5,7 \text{ шт}$$

Тісто:

$$D_m = \frac{80}{25,3} = 3,16 \text{ шт}$$

Для опари потрібно 6 діж, для тіста – 4.

Зайнятість тістоміса, хв, обчислюємо за формулою:

$$\tau_{т.м} = \tau_{зам} + \tau_{обм} + \tau_{зач} \quad (2.75)$$

де $\tau_{обм}$ - час на обминання напівфабрикату (приймаємо 3 хвилини);

$\tau_{зач}$ - час на зачищення (приймаємо 2 хвилини).

Для опари:

$$\tau_{m.m.}^o = 10 + 3 + 2 = 15_{\text{ХВ}}$$

Для тіста:

$$\tau_{m.m.}^m = 8 + 3 + 2 = 13_{\text{ХВ}}$$

Розраховуємо кількість тістомісів:

$$N_{m.m.} = \frac{\tau_{m.m.}}{r} \quad (2.76)$$

Для опари:

$$N_{m.m.}^o = \frac{15}{42,2} = 0,35_{\text{ШТ}}$$

Для тіста :

$$N_{m.m.}^m = \frac{13}{25,3} = 0,51_{\text{ШТ}}$$

Отже, для хліба «Сонячний» приймають одну машину ASM 80 EVO MIXER, 6 діж для опари, 4 діжі для тіста, один тістоміс для опари та один для тіста.

Хліб «Делікатесний»

Для виробництва хліба «Делікатесний» з використанням рідкої закваски застосовують тістомісильну машину безперервної дії X-26A продуктивністю 650 кг/год.

Необхідний об'єм чану для бродіння закваски, м³:

$$V_{ч.закв.} = \frac{60 \cdot G_{закв.}^{хв} \cdot \tau_{бр.закв.} \cdot K_o \cdot K_{п.п.}}{\rho} \quad (2.77)$$

де $G_{закв.}$ – витрати закваски за хвилину, кг/хв;

$\tau_{бр}$ - тривалість бродіння, год;

K_o – коефіцієнт збільшення об'єму ($K_o=1,5$);

$K_{п.п.}$ – коефіцієнт попереднього приготування ($K_{п.п.}=2$);

ρ – густина закваски, кг/дм³ ($\rho = 1,05$).

$$V_{\text{ч.закв.}} = \frac{60 \cdot 4,55 \cdot 3,5 \cdot 1,5 \cdot 2}{1,05} = 2730 \text{ дм}^3$$

Найкраще підійде чан для бродіння закваски марки ХЕ – 43, об'ємом 3000 дм³.

Визначаємо кількість чанів для бродіння:

$$N_{\text{ч.закв.}} = \frac{V_{\text{ч.закв.}}}{V} \quad (2.78)$$

де V – фактичний об'єм чану, дм³.

$$N_{\text{ч.закв.}} = \frac{2730}{3000} = 0,91 \Rightarrow \text{приймаємо 1 шт}$$

Масу закваски в одному чані, кг:

$$G_{\text{закв.}} = \frac{60 \cdot G_{\text{закв.}}^{\text{хв.}} \cdot \tau_{\text{бр.закв.}}}{N_{\text{ч.закв.}}} \quad (2.79)$$

$$G_{\text{закв.}} = \frac{60 \cdot 4,55 \cdot 3,5}{1} = 955,5 \text{ кг}$$

Ритм заповнення та вивільнення чану, хв:

$$r = \frac{60 \cdot \tau_{\text{бр.}}}{N_{\text{ч.закв.}}} \quad (2.80)$$

$$r = \frac{60 \cdot 3,5}{1} = 210 \text{ хв}$$

Для замішування закваски використовують машину ХЗ-2М-300 з об'ємом чаші 240 дм³. Робочий об'єм приймають на 25 % менше (180 дм³).

Кількість замішувань на один чан:

$$N_{\text{зам.}} = \frac{G_{\text{закв.}}^1}{V_{\text{роб.}} \cdot \rho} \quad (2.81)$$

де $V_{\text{роб.}}$ - робочий об'єм тістоміса, дм³;

ρ - густина закваски, кг/дм³, ($\rho = 1,05$).

$$N_{\text{зам.}} = \frac{955,5}{180 \cdot 1,05} = 5,05, \text{ приймаємо 5 шт}$$

Обчислюємо ритм замішування за числом замісів на один чан, хв:

$$r_{зам} = \frac{r}{N_{зам.}} \quad (2.82)$$

$$r_{зам} = \frac{210}{5,05} = 41,58 \text{ хв}$$

Обладнання для приготування закваски розрахували, тому далі обчислимо обладнання для замішування тіста.

Продуктивність машини Х-26А розраховують за формулою (2.66) – аналогічно до розрахунків хліба «Заводський»:

$$P_{т.м.} = 9,8 \cdot 1,07 = 10,4 \text{ (кг/хв)} = 624 \text{ (кг/год)}$$

Кількість машин за (2.67):

$$N_{т.м.} = \frac{624}{650} = 0,96$$

Згідно розрахунків, приймаємо 1 тістомісильну машину.

Готове тісто з тістомісильної машини, переміщаємо у коритоподібні ємності для подальшого його бродіння.

Визначаємо об'єм корита для бродіння, дм^3 , за (2.68):

$$V_{кор.} = \frac{4,2 \cdot 68 \cdot 100}{32} = 892,5 \text{ дм}^3$$

Отже, для хліба «Делікатесний» встановлюють: один чан ХЕ-43 для бродіння закваски, одну машину ХЗ-2М-300 для замішування закваски, одну тістомісильну машину Х-26А та одне корито для бродіння тіста об'ємом $892,5 \text{ дм}^3$.

2.5.6 Розрахунок та підбір обладнання для оброблення

Після замішування тісто ділять на шматки однакової маси. Для цього використовують тістоподільні машини, які забезпечують рівномірність поділу.

Кількість машин залежить від кількості заготовок, необхідних для безперебійної роботи печі. Цю кількість визначаємо за формулою:

$$N_{\text{міст.заг.}} = \frac{P_{\text{год}}}{60 \cdot g_{\text{в}}} \quad (2.83)$$

де $P_{\text{год}}$ – продуктивність печі за одну годину, кг/год;

$g_{\text{в}}$ – вага одного виробу, кг.

Для хліба «Заводський»:

$$N_{\text{міст.заг.}} = \frac{252}{60 \cdot 0,5} = 8,4 \quad \text{шт}$$

«Сонячний»:

$$N_{\text{міст.заг.}}^{\text{сон.}} = \frac{129,6}{60 \cdot 0,3} = 7,2 \quad \text{шт}$$

«Делікатесний»:

$$N_{\text{міст.заг.}}^{\text{дел.}} = \frac{480}{60 \cdot 0,8} = 10 \quad \text{шт}$$

Обчислюємо необхідну кількість тістоподільних машин марки Рарта SN:

$$N_{\text{міст.м.}} = \frac{N_{\text{міст.заг.}} \cdot K}{P_{\text{міст.м.}}} \quad (2.84)$$

де P – фактична продуктивність машини, шт/хв, (для пшеничного хліба - 18 шт/хв; для житнього - 17 шт/хв);

K – коефіцієнт запасу ($K= 1,05$).

Для «Заводського»:

$$N_{\text{міст.м.}}^{\text{зав.}} = \frac{8,4 \cdot 1,05}{18} = 0,49 \quad , \text{ приймаємо } 1 \text{ шт.}$$

Для «Сонячного»:

$$N_{\text{міст.м.}}^{\text{сон.}} = \frac{7,2 \cdot 1,05}{18} = 0,42 \quad \text{шт, приймаємо } 1 \text{ шт.}$$

Для «Делікатесного»:

$$N_{\text{міст.заг.}}^{\text{дел.}} = \frac{10 \cdot 1,05}{17} = 0,61 \quad \text{шт, приймаємо } 1 \text{ шт.}$$

Отже, для кожної лінії потрібна одна тістоподільна машина. Загалом встановлюють три машини Рарта SN.

Сформовані заготовки перед випіканням проходять остаточне вистоювання. Кількість робочих колисок у вистійній шафі розраховують виходячи з кількості заготовок, які одночасно перебувають у шафі. Загальну кількість заготовок визначають за формулою:

$$N_{\text{міст.заг.}}^{\text{ост.вист.}} = \frac{P_{\text{год}} \cdot \tau_{\text{ост.вист.}}}{60 \cdot g_{\text{г}}} \quad (2.85)$$

де $\tau_{\text{ост.вист.}}$ - тривалість вистоювання, хв.

Для хліба «Заводський»:

$$N_{\text{міст.заг.}}^{\text{ост.вист.}} = \frac{252 \cdot 55}{60 \cdot 0,5} = 462 \quad \text{шт}$$

«Сонячний»:

$$N_{\text{міст.заг.}}^{\text{ост.вист.}} = \frac{129,6 \cdot 50}{60 \cdot 0,3} = 360 \quad \text{шт}$$

«Делікатесний»:

$$N_{\text{міст.заг.}}^{\text{ост.вист.}} = \frac{480 \cdot 45}{60 \cdot 0,8} = 450 \quad \text{шт}$$

Кількість робочих колисок для вистоювання хліба «Заводський» та «Делікатесний», шт:

$$N_{\text{кол}} = \frac{N_{\text{міст.заг.}}^{\text{ост.вист.}}}{n_{\text{міст.заг.}}} \quad (2.86)$$

де $n_{\text{міст.заг.}}$ - тістові заготовки на одній колісці шафи, шт.

Для хліба «Заводський»:

$$N_{\text{кол}} = \frac{462}{11} = 42 \quad \text{шт}$$

«Делікатесний»:

$$N_{\text{кол}} = \frac{450}{12} = 37,5, \text{ приймаємо } 38 \text{ шт}$$

Таким чином, для «Заводського» потрібно 42 коліски, для «Делікатесного» – 38. Обирають вистійну шафу РМК з максимальною місткістю 47 колисок, що забезпечує безперервність процес

Для формового хліба «Сонячний» заготовки вистояються на листах у вагонетках. Кількість вагонеток визначають за:

$$N_{\text{ваг.}}^{\text{ост.вист.}} = \frac{N_{\text{міст.заг.}}^{\text{ост.вист.}}}{n_{\text{в}}^{\text{л}} n_{\text{л}}} \quad (2.87)$$

де $n_{\text{в}}^{\text{л}}$ - кількість тістових заготовок на листі, шт;

$n_{\text{л}}$ - кількість листів у вистійній шафі, шт.

$$N_{\text{ваг.}}^{\text{ост.вист.}} = \frac{360}{12 \cdot 18} = 1,66 \quad \text{шт}$$

Отже, для хліба «Сонячний» потрібно 1 вистійна шафа марки ШХР з двома вагонетками на 18 листів.

2.5.7 Розрахунок та підбір лотків і вагонеток

Кількість лотків для зберігання хліба протягом однієї години:

$$N_{\text{л}}^{\text{год}} = \frac{P_{\text{год}}}{n \cdot g} \quad (2.88)$$

де $P_{\text{год}}$ – продуктивність печі за 1 годину, кг/год;

n - кількість виробів на одному лотку, шт;

g – маса одного виробу, кг.

Для «Заводського»:

$$N_{\text{л}}^{\text{год}} = \frac{252}{16 \cdot 0,5} = 31,5, \text{ приймаємо 32 лотки.}$$

Для «Сонячного»:

$$N_{\text{л}}^{\text{год}} = \frac{129,6}{14 \cdot 0,3} = 30,8, \text{ приймаємо 31 лоток.}$$

Для «Делікатесного»:

$$N_{\text{л}}^{\text{год}} = \frac{480}{17 \cdot 0,8} = 35,3, \text{ приймаємо 36 лотків.}$$

Отже, для зберігання хліба «Заводський» необхідно 32 лотки, для хліба «Сонячний» - 31 лоток, для хліба «Делікатесний» - 36 лотків.

Кількість вагонеток на годину:

$$N_{ваг.}^{год.} = \frac{N_{л}^{год.}}{N_{л}} \quad (2.89)$$

де $N_{л}^{ваг.}$ - кількість листів у вагонетці, шт.

Для хліба «Заводський»:

$$N_{ваг.}^{год.} = \frac{32}{36} = 0,8, \text{ приймаємо 1 вагонетку.}$$

Для хліба «Сонячний»:

$$N_{ваг.}^{год.} = \frac{31}{36} = 0,8, \text{ приймаємо 1 вагонетку.}$$

Для хліба «Делікатесний»:

$$N_{ваг.}^{год.} = \frac{36}{36} = 1$$

Отже, для зберігання хліба всіх видів, на підприємстві встановлюємо по одній вагонетці марки СТК-2 Майстер Ефес, з місткістю на 36 листів.

Ритм заповнення вагонеток, хв:

$$r = \frac{60}{N_{л}^{год.}} \quad (2.90)$$

«Заводський»:

$$r = \frac{60}{32} = 1,87 \text{ хв}$$

«Сонячний»:

$$r = \frac{60}{31} = 1,93 \text{ хв}$$

«Делікатесний»:

$$r = \frac{60}{36} = 1,6 \text{ хв}$$

Кількість вагонеток, для зберігання хліба до реалізації:

$$N_{ваг.}^{зб.} = N_{ваг.}^{год.} \cdot \tau_{зб.} \quad (2.91)$$

Для хліба «Заводський»:

$$N_{ваг.}^{зб.} = 0,8 \cdot 6,5 = 5,2, \text{ приймаємо 6 вагонеток.}$$

Для хліба «Сонячний»:

$$N_{ваг.}^{зб.} = 0,8 \cdot 6,5 = 5,2, \text{ приймаємо 6 вагонеток.}$$

Для хліба «Делікатесний»:

$$N_{ваг.}^{зб.} = 1 \cdot 6,5 = 6,5 \text{ приймаємо 7 вагонеток.}$$

Таблиця 2.22 - Обладнання, необхідне для безперервного процесу виробництва.

№	Назва устаткування	Кількість	Марка	Розмір
	Силос для зберігання борошна	4	ХЕ-160А	12200 × Ø2500 мм
	Просіювач борошна	2	А2ХПГ	450 x450 x 450 мм
	Виробничий силос	4	ХЕ-112	1000 x1000 x 1000 мм
	Тістоміс	2	Х-26А	1802 x 977 x 1725 мм
	Тістоміс	1	ASM 80 EVO MIXER	1190 x 750 x 1420 мм
	Тістоміс для закваски	1	Х3-2М-300	1400 x 850 x 1550 мм
	Тістоподільна машина	3	СО 1600	600 x 690 x 1095 мм
	Вистійна шафа	2	РМК	1200 x 100 x 2000 мм
	Вистійна шафа	1	ШХР	800 x 1860 x 500 мм
	Тунельна піч	2	TF9-3	13000 x 3400 x3300мм
	Подова піч	1	Frosty FOV-60D	1220 x 820 x 1530 мм

2.6. Технохімічний контроль

Технохімічний контроль на підприємстві організовано для забезпечення відповідності продукції нормам. До завдань виробничої лабораторії належить оцінка якості сировини, відстеження технологічних режимів, аналіз напівфабрикатів та перевірка готової продукції.

Уся сировина, що надходить на підприємство, супроводжується документами (сертифікати, паспорти). Лабораторія перевіряє, чи відповідають її показники вимогам стандартів [1]. Основні контрольовані параметри сировини зведено в таблицю 2.23.

Таблиця 2.23 – Контрольовані показники якості сировини

Сировина	Нормативний документ	Контрольовані показники
Борошно пшеничне в/г	ГСТУ 46.004-99	колір, запах, смак, вологість ($\leq 15\%$), клейковина ($\geq 24\%$), кислотність ($\leq 3,5$ град), зольність ($\leq 0,55\%$), відсутність шкідників
Борошно житнє сіяне	ГСТУ 46.006-99	колір, запах, смак, вологість ($\leq 15\%$), кислотність (≤ 7 град), зольність ($\leq 0,75\%$), відсутність шкідників
Борошно кукурудзяне	ДСТУ 46.008-99	колір (жовтуватий), запах, смак (солонуватий), вологість ($\leq 15\%$), кислотність (≤ 5 град)
Дріжджі пресовані	ДСТУ 4812:2007	колір (сірувато-кремовий), запах (дріжджовий), підйомна сила (≤ 70 хв), вологість ($\leq 75\%$), кислотність (≤ 4 град)
Сіль кухонна	ДСТУ 3583:2015	колір (білий або сірувато-білий), відсутність сторонніх запахів і присмаків, вологість ($\leq 0,5\%$), NaCl ($\geq 97\%$)
Цукор	ДСТУ 4623:2023	колір (білий з блиском), відсутність сторонніх запахів і присмаків, вологість ($\leq 0,06\%$), поляризація ($\geq 99,7\%$)
Патока	ДСТУ 4498:2005	колір (жовтий або темно-жовтий), консистенція (густий сироп), сухі речовини ($\geq 78\%$)
Кмин	ДСТУ ISO 6465:2003	колір, запах, смак (властиві), вологість ($\leq 12\%$), домішки ($\leq 2\%$)

Технологічні параметри контролюють на кожному етапі виробництва. Перелік контрольованих точок наведено в таблиці 2.24.

Таблиця 2.24 – Контроль технохімічного процесу виробництва хліба

Стадія процесу	Контрольований параметр	Нормативне значення	Періодичність контролю
Підготовка сировини	Якість просіювання	Відсутність домішок, сито 2-3 мм	Кожна партія
Приготування дріжджової суспензії	Температура води	30–35 °C	Кожна зміна
Приготування сольового розчину	Концентрація	26 %	Кожна зміна
Приготування цукрового розчину	Концентрація	50 %	Кожна зміна
Замішування тіста	Температура після замісу	29–30 °C	Кожен заміс
Замішування тіста	Вологість	42–47 %	Кожна зміна
Бродіння опари	Температура	30–32 °C	Кожна зміна
Бродіння опари	Тривалість	210–240 хв	Кожна партія

Готові вироби перевіряють за органолептичними та фізико-хімічними показниками, таблиці 2.25 та 2.26.

Таблиця 2.25 – Органолептичні показники готових виробів

Показник	Хліб «Заводський»	Хліб «Сонячний»	Хліб «Делікатесний»
Форма	кругла, діаметр 18 см	прямокутна, 12×23 см	кругла, діаметр 20 см
Поверхня	гладка, без тріщин	гладка, без тріщин	гладка, без тріщин
Колір скоринки	золотавий	золотавий	темно-коричневий
Стан м'якушки	пропечена, еластична	пропечена, ніжна	пропечена, щільна
Смак	властивий пшеничному хлібу	солодкуватий	кислувато-солодкий
Запах	властивий пшеничному хлібу	із кукурудзяним ароматом	властивий житньо-пшеничному хлібу

Таблиця 2.26 – Фізико-хімічні показники готових виробів

Показник	Хліб «Заводський»	Хліб «Сонячний»	Хліб «Делікатесний»
Маса, кг	0,5	0,3	0,8
Вологість м'якушки, %, не більше	41,0	43,5	43,0
Кислотність, град., не більше	3,0	3,0	5,0
Пористість, %, не менше	67	68	65

Контроль маси виробів проводять зважуванням згідно з ДСТУ не рідше одного разу за зміну. Відхилення від стандартної маси не повинні перевищувати допустимих меж. Готову продукцію зберігають у сухих чистих приміщеннях з належною вентиляцією. Умови зберігання та терміни реалізації наведено в таблиці 2.27.

Таблиця 2.27 – Умови зберігання та терміни реалізації готової продукції

Показник	Нормативне значення
Температура в приміщенні	6–20 °С
Відносна вологість повітря	не більше 75 %
Термін реалізації «Заводський»	24 години
Термін реалізації «Сонячний»	24 години
Термін реалізації «Делікатесний»	48 годин

3. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОХОРОНИ ПРАЦІ

1.4 Працездатність людини-оператора

Працездатність людини-оператора є важливим фактором ефективного функціонування виробничої системи, оскільки від її рівня залежить якість виконання технологічних операцій, продуктивність праці та безпека виробничого процесу. Людина-оператор здійснює контроль за роботою обладнання, керує технологічними процесами, аналізує отриману інформацію та приймає відповідні рішення. Тому підтримання високого рівня працездатності персоналу є одним із головних завдань організації виробництва.

Працездатність людини-оператора визначається сукупністю фізіологічних, психологічних та професійних характеристик, які забезпечують можливість виконання виробничих завдань протягом певного часу без значного зниження ефективності праці. На рівень працездатності впливають умови праці, складність виконуваних операцій, ступінь відповідальності, рівень професійної підготовки, режим праці та відпочинку, а також індивідуальні особливості працівника.

У процесі трудової діяльності працездатність людини змінюється. На початку робочої зміни відбувається період входження в роботу, коли організм адаптується до виробничого навантаження. Після цього настає період стійкої високої працездатності, що характеризується максимальною продуктивністю праці та мінімальною кількістю помилок. Наприкінці робочої зміни або під впливом значних навантажень спостерігається зниження працездатності внаслідок розвитку втоми, що може негативно впливати на якість роботи та безпеку праці.

Одним із основних чинників збереження працездатності людини-оператора є створення оптимальних умов праці. Виробничі приміщення повинні відповідати санітарно-гігієнічним вимогам щодо температури повітря, відносної вологості, швидкості руху повітря, освітленості та рівня шуму. Недостатнє освітлення, підвищений шум, вібрація або несприятливий мікроклімат можуть призводити до швидкого розвитку втоми та зниження концентрації уваги.

Важливу роль відіграє раціональна організація робочого місця оператора. Розташування органів керування, приладів контролю та засобів відображення інформації повинно забезпечувати зручність користування та мінімальні витрати фізичних зусиль. Ергономічно правильно організоване робоче місце сприяє підвищенню продуктивності праці та зменшенню навантаження на організм працівника.

Для підтримання високого рівня працездатності необхідно дотримуватися раціонального режиму праці та відпочинку. Регламентовані перерви дозволяють зменшити втому, відновити функціональний стан організму та підтримувати стабільну продуктивність праці протягом робочої зміни. Особливе значення це має для операторів, діяльність яких пов'язана з підвищеною концентрацією уваги та високою відповідальністю за результати роботи.

Таким чином, працездатність людини-оператора є складним показником, що залежить від багатьох взаємопов'язаних факторів. Забезпечення сприятливих умов праці, раціональної організації робочого місця, належного режиму праці та відпочинку, а також підтримання високого рівня професійної підготовки персоналу сприяють підвищенню ефективності виробничої діяльності, зниженню ризику помилок та створенню безпечних умов праці.

2.48 Заходи щодо створенню повної безпеки роботи всіх видів обладнання на дільниці.

Безпека роботи обладнання на виробничій дільниці є одним із найважливіших факторів забезпечення безперебійного технологічного процесу, збереження здоров'я працівників та запобігання виникненню аварійних ситуацій. Для створення безпечних умов праці необхідно передбачити комплекс організаційних, технічних, санітарно-гігієнічних і протипожежних заходів, спрямованих на усунення або мінімізацію виробничих небезпек.

Усе технологічне обладнання, що використовується на дільниці, повинно відповідати вимогам чинних нормативних документів з охорони праці та технічної безпеки. Перед введенням в експлуатацію обладнання перевіряють на справність, а в процесі роботи здійснюють його регулярний технічний огляд, профілактичне

обслуговування та своєчасний ремонт. Експлуатація несправного обладнання не допускається, оскільки це може призвести до травмування працівників, пошкодження майна або порушення технологічного процесу.

Важливим заходом безпеки є захист працівників від контакту з рухомими частинами машин і механізмів. Для цього всі небезпечні вузли обладнання повинні бути оснащені захисними кожухами, огороженнями або блокувальними пристроями, які унеможливають доступ до них під час роботи. Пускові та вимикальні пристрої необхідно розміщувати у зручних і легкодоступних місцях, а обладнання повинно бути оснащене системами аварійного відключення на випадок виникнення небезпечної ситуації.

Особлива увага приділяється електробезпеці. Усі електричні установки, машини та апарати повинні мати надійне заземлення або занулення відповідно до вимог електробезпеки. Електричні мережі мають бути обладнані автоматичними вимикачами та пристроями захисного відключення, які запобігають виникненню коротких замикань, перевантажень та ураженню працівників електричним струмом. Періодично проводяться перевірки стану ізоляції проводів і справності електрообладнання.

До роботи на обладнанні допускаються лише працівники, які пройшли відповідне навчання, інструктажі з охорони праці та ознайомлені з правилами безпечного виконання робіт. Повторні інструктажі проводяться відповідно до встановлених термінів, а також після модернізації обладнання або змін у технологічному процесі. Працівники повинні чітко знати порядок дій у разі аварійних ситуацій та вміти користуватися засобами пожежогасіння.

Для підтримання безпечних умов праці на дільниці необхідно забезпечити належний санітарно-гігієнічний стан виробничих приміщень. Робочі місця повинні утримуватися в чистоті, проходи та евакуаційні виходи мають бути вільними від сторонніх предметів. Освітлення повинно відповідати встановленим нормам і забезпечувати добру видимість під час виконання технологічних операцій. Система вентиляції має ефективно видаляти надлишкове тепло, пару, пил та інші шкідливі виділення, підтримуючи оптимальні параметри мікроклімату.

Працівники дільниці повинні бути забезпечені необхідними засобами індивідуального захисту: спеціальним одягом, взуттям, рукавицями, головними уборами та іншими засобами відповідно до характеру виконуваних робіт. Використання засобів індивідуального захисту дозволяє знизити ризик травмування та негативного впливу виробничих факторів на організм людини.

Важливою складовою безпеки є дотримання вимог пожежної безпеки. На дільниці повинні бути встановлені первинні засоби пожежогасіння, зокрема вогнегасники відповідного типу, пожежний інвентар та засоби оповіщення про пожежу. На видимих місцях розміщуються плани евакуації, знаки безпеки та інструкції щодо дій у разі виникнення пожежі. Забороняється захащувати підходи до засобів пожежогасіння та евакуаційних виходів.

Таким чином, комплексне виконання організаційних, технічних, санітарно-гігієнічних та протипожежних заходів забезпечує безпечну експлуатацію всіх видів обладнання на дільниці, створює належні умови праці для персоналу, сприяє зниженню виробничого травматизму та підвищенню ефективності роботи підприємства.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі виконано технологічне проектування хлібопекарського цеху в м. Дубно Рівненської області для випуску трьох видів хліба.

Техніко-економічне обґрунтування підтвердило доцільність будівництва цеху в Дубно завдяки вигідному транспортному положенню (перетин трас Е40, Е85, залізниця) та стабільному попиту (населення регіону – понад 80 тис. осіб). Розрахована річна потреба в хлібі становить 3 805 т, проєктна потужність цеху (17 872,8 кг/добу) перевищує мінімально необхідну (12 683,33 кг/добу), що створює резерв для розширення.

Обраний асортимент охоплює різні категорії споживачів: пшеничний хліб «Заводський» (0,5 кг), пшеничний з кукурудзяним борошном «Сонячний» (0,3 кг) та житньо-пшеничний «Делікатесний» (0,8 кг). Розроблено технологічні схеми для кожного виду з обґрунтуванням способів приготування тіста (безопарний, опарний, на заквасці).

Виконано технологічні розрахунки: підібрано печі (тунельні TF9-3 та подова Frosty FOV-60D), розраховано пофазні рецептури, визначено вихід хліба (128,2–137,26 %), добові витрати сировини та площі складських приміщень (27,87 м²).

Підібрано основне технологічне обладнання для всіх стадій виробництва, включаючи силоси, просіювачі, тістомісильні машини, тістоподільники, вистійні шафи, печі та вагонетки.

Розроблено систему технохімічного контролю, що забезпечує стабільну якість продукції та її відповідність нормативним вимогам. Розглянуто питання безпеки життєдіяльності та охорони праці.

Графічна частина включає апаратурно-технологічні схеми, план цеху та розрізи виробничого приміщення.

Реалізація проєкту дасть змогу забезпечити населення регіону якісною продукцією розширеного асортименту, створити нові робочі місця та підвищити продовольчу безпеку району.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Визначення якості хліба: показники, лабораторні методи.: <https://analit-pribor.com.ua/uk/developments/yak-vyznachyty-yakist-hliba/>
2. ГСТУ 46.004-99 Борошно пшеничне. Технічні умови. – К.: Держстандарт України, 1999.
3. ГСТУ 46.006-99 Борошно житнє. Технічні умови. – К.: Держстандарт України, 1999.
4. Демографічна катастрофа у 2025 році погіршилася: Мін'юст оприлюднив статистику смертності і народжуваності: <https://vsirazom.ua/news/demografichn-a-katastrofa-u-2025-roczy-pogirshylasya-minyust-oprylyudnyv-statystyku-smertnosti-i-narodzhuvanosti>
5. Дробот В. І. Технологія хлібопекарського виробництва : підручник. – К.: ЛОГОС, 2002. – 320 с.
6. ДСТУ 46.008-99 Борошно кукурудзяне. Технічні умови. – К.: Держстандарт України, 1999.
7. ДСТУ 3583:2015 Сіль кухонна. Загальні технічні умови. – К.: Держспоживстандарт України, 2015.
8. ДСТУ 4498:2005 Патока крохмальна. Технічні умови. – К.: Держспоживстандарт України, 2005.
9. ДСТУ 4583:2023 Хліб із житнього та суміші житнього і пшеничного борошна. Загальні технічні умови. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2024.
10. ДСТУ 4587:2023 Вироби булочні. Загальні технічні умови. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2024.
11. ДСТУ 4623:2023 Цукор. Технічні умови. – К.: Держспоживстандарт України, 2023.
12. ДСТУ 4812:2007 Дріжджі хлібопекарські пресовані. Технічні умови. – К.: Держспоживстандарт України, 2007.
13. ДСТУ 52061-2003 Солод житній сухий. Технічні умови. – К.: Держспоживстандарт України, 2003.

14. ДСТУ 7044:2022 Вироби хлібобулочні. Правила приймання, методи відбирання проб, методи визначання маси виробів. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2023.
15. ДСТУ 7517:2024 Хліб із пшеничного борошна. Загальні технічні умови. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2024.
16. ДСТУ ISO 6465:2003 Кмин цілий. Технічні умови. – К.: Держспоживстандарт України, 2003.
17. Дубно. Вікіпедія. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Дубно>
18. Маковецька Л. О., Кирилюк Л. В. Промисловість Дубенського району. 2017. URL: <https://internationalconference2014.wordpress.com/2017/05/11/промисловість-дубенського-району/>
19. Теличкун В. І., Гавва О. М., Теличкун Ю. С., Губеня О. О., Десик М. Г., Чепелюк О. М. Технологічні комплекси харчових виробництв : навчальний посібник. – Київ : Сталь, 2017. – 456 с.
20. Технохімічний контроль у виробництві. Studfile. URL: <https://studfile.net/preview/9268616/page:11/>
21. Технологічні розрахунки у хлібопекарському виробництві (задачник): Навчально-методичний посібник / За ред. чл.кор. В.І. Дробот. – К.: Кондор, 2010. – 440 с.
22. Філія АТ «Державна продовольчо-зернова корпорація України» «Дубенський комбінат хлібопродуктів». URL: <https://esg.saveecobot.com/companies/37506080>
23. Циганенко В. А. Технологія хлібопекарського виробництва : навч. посібник. – Київ : ЦП «КОМПРИНТ», 2017. – 420 с.
24. Чисельність населення (за оцінкою) по містах обласного значення та районах на 1 грудня 2020 року. Головне управління статистики у Рівненській області. URL: <https://www.gusrv.gov.ua/statinform/demograf/2020/naselmis1120.htm>