

## Кваліфікаційна робота

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект хлібопекарського цеху з виробництва хлібобулочних  
виробів із застосуванням сучасних технологічних рішень

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

(шифр і назва спеціальності)

|                      |                                           |                                                                       |
|----------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
|                      | <div><div></div><div>(підпис)</div></div> | <div><div>Платек Н.Д.</div><div>(прізвище та ініціали)</div></div>    |
| Керівник             | <div><div></div><div>(підпис)</div></div> | <div><div>Криськова Л.П.</div><div>(прізвище та ініціали)</div></div> |
| Науковий консультант | <div><div></div><div>(підпис)</div></div> | <div><div>Кухтин М.Д.</div><div>(прізвище та ініціали)</div></div>    |
| Нормоконтроль        | <div><div></div><div>(підпис)</div></div> | <div><div>Дацишин К.Є.</div><div>(прізвище та ініціали)</div></div>   |
| Завідувач кафедри    | <div><div></div><div>(підпис)</div></div> | <div><div>Кухтин М.Д.</div><div>(прізвище та ініціали)</div></div>    |
| Рецензент            | <div><div></div><div>(підпис)</div></div> | <div><div>Зварич Н.М.</div><div>(прізвище та ініціали)</div></div>    |

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

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Кафедра харчової біотехнології і хімії

(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2026 р.

## З А В Д А Н Н Я НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 181 «Харчові технології»

(шифр і назва спеціальності)

студенту Платек Наталії Дмитрівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект хлібопекарського цеху з виробництва хлібобулочних виробів  
із застосуванням сучасних технологічних рішень

Керівник роботи Криськова Лариса Петрівна, асистент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «20» 01 2026 року № 4/9-19

2. Термін подання студентом завершеної роботи 12.06.2026 р.

3. Вихідні дані до роботи Асортимент:

1) Булочка «Здобна соєва»

2) Хліб «Літній»

3) Хліб «Європейський»

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

Вступ. Техніко-економічне обґрунтування. Технологічна частина (вибір та обґрунтування технологічних процесів і режимів виробництва продуктів; технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту; розрахунок витрат і запасів сировини; розрахунок площ виробничих приміщень; підбір і розрахунок технологічного обладнання; технохімічний контроль виробництва продуктів запроєктованого асортименту). Безпека життєдіяльності, основи охорони праці. Список використаних інформаційних джерел.

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

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

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

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

## 6. Консультанти розділів роботи

| Розділ                                        | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата   |                  |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------|------------------|
|                                               |                                           | завдання видав | завдання прийняв |
| Технологічна частина                          | Криськова Л. П., асистент каф. ХБ         |                |                  |
| Техніко-економічне обґрунтування              | Криськова Л. П., асистент каф. ХБ         |                |                  |
| Безпека життєдіяльності, основи охорони праці | Комар Р.В., доцент каф. МТ                |                |                  |
|                                               |                                           |                |                  |
|                                               |                                           |                |                  |
|                                               |                                           |                |                  |
|                                               |                                           |                |                  |

7. Дата видачі завдання 11.05.2026 р

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів роботи                                                           | Термін виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------|
| 1     | Вступ                                                                         | 11.05.2026 р.                  |          |
| 2     | Техніко-економічне обґрунтування                                              | 12.05 – 14.05.2026 р.          |          |
| 3     | Технологічна частина                                                          | 15.05 – 02.06.2026 р.          |          |
|       | Вибір і обґрунтування технологічних процесів та режимів виробництва продуктів | 15.05 – 17.05.2026 р.          |          |
|       | Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту               | 18.05 – 27.05.2026 р.          |          |
|       | Технохімічний контроль виробництва продуктів запроєктованого асортименту      | 28.05 – 29.05.2026 р.          |          |
|       | Розрахунок витрат і запасів сировини. Розрахунок площ виробничих приміщень    | 30.05.2026 р.                  |          |
|       | Підбір і розрахунок технологічного обладнання                                 | 31.05 – 02.06.2026 р.          |          |
| 4     | Безпека життєдіяльності, основи охорони праці                                 | 03.06 – 04.06.2026 р.          |          |
| 5     | Викреслювання аркушів графічної частини                                       | 05.06 – 10.06.2026 р.          |          |
| 6     | Висновки. Список використаних інформаційних джерел                            | 11.06.2026 р.                  |          |
| 7     | Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки                      | 11.06.2026 р.                  |          |
| 8     | Подача роботи для перевірки на плагіат                                        | до 11.06.2026 р.               |          |
| 9     | Подання кваліфікаційної роботи до захисту                                     | 12.06.2026 р.                  |          |
|       |                                                                               |                                |          |
|       |                                                                               |                                |          |
|       |                                                                               |                                |          |

Студент

(підпис)

Платек Н.Д.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Криськова Л. П.

(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» виконана на тему: «Проект хлібопекарського цеху з виробництва хлібобулочних виробів із застосуванням сучасних технологічних рішень».

Робота має традиційну структуру та складається зі вступу, трьох основних розділів, висновків і списку використаних джерел. У процесі виконання роботи проведено техніко-економічне обґрунтування проєкту, розроблено технологічні рішення та здійснено підбір сучасного обладнання для виробництва хлібобулочних виробів. Відповідно до завдання проєктом передбачено виробництво булочки «Здобна соєва», хліба «Літній» та хліба «Європейський».

У першому розділі наведено техніко-економічне обґрунтування проєкту. Обґрунтовано вибір місця розташування підприємства, проведено аналіз сировинної бази та каналів реалізації продукції. Визначено перспективність розміщення хлібопекарського цеху в місті Калуш Івано-Франківської області, виконано оцінку споживчого ринку та обґрунтовано асортимент продукції. Також проведено SWOT-аналіз проєктованого підприємства та визначено основні фактори, що впливають на його ефективну діяльність.

Другий розділ присвячений технологічній частині проєкту. У ньому наведено характеристику сировини та готової продукції, розроблено принципово-технологічні схеми виробництва, виконано продуктові розрахунки та визначено виробничу програму підприємства. Проведено розрахунок виходу готової продукції, потреби в основній та допоміжній сировині, визначено площі складських приміщень і виробничих відділень. Крім того, здійснено підбір сучасного технологічного обладнання, розраховано необхідну кількість машин та апаратів, а також розроблено систему технотехнічного контролю виробництва.

У третьому розділі розглянуто питання охорони праці та безпеки виробничої діяльності. Висвітлено основні вимоги до організації безпечних

умов праці на підприємстві, проаналізовано шкідливі та небезпечні виробничі фактори, розроблено заходи щодо їх попередження. Особливу увагу приділено інженерно-технічним рішенням з охорони праці, виробничій санітарії, пожежній безпеці та забезпеченню безпечної експлуатації технологічного обладнання.

Результати виконаної роботи можуть бути використані при проєктуванні нових або модернізації діючих підприємств хлібопекарської галузі, а також для впровадження сучасних технологічних рішень, спрямованих на підвищення ефективності виробництва, покращення якості продукції та забезпечення її конкурентоспроможності на ринку.

## ЗМІСТ

|                                                                                                                       | ст.       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| ВСТУП.....                                                                                                            | 8         |
| <b>РОЗДІЛ 1 ТЕХНІКО - ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ</b>                                                                    |           |
| ПІДПРИЄМСТВА.....                                                                                                     | 10        |
| 1.1 Характеристика місця розташування підприємства.....                                                               | 10        |
| 1.2 Характеристика сировинної зони .....                                                                              | 13        |
| 1.3 Обґрунтування асортименту продукції .....                                                                         | 15        |
| 1.4 Характеристика каналів реалізації продукції.....                                                                  | 17        |
| <b>РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА .....</b>                                                                            | <b>19</b> |
| 2.1 Вибір та обґрунтування технологічних процесів й режимів<br>виробництва продуктів запроєктованого асортименту..... | 19        |
| 2.1.1 Нормативні показники продуктів запроєктованого асортименту                                                      | 19        |
| 2.1.2 Вибір та обґрунтування технологічних схем .....                                                                 | 20        |
| 2.1.3 Характеристика сировини та допоміжних матеріалів .....                                                          | 22        |
| 2.1.4 Опис технологічного процесу продуктів запроєктованого<br>асортименту.....                                       | 24        |
| 2.2 Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого<br>асортименту.....                                           | 29        |
| 2.2.1 Таблиця вихідних даних для розрахунку запроєктованого<br>асортименту .....                                      | 29        |
| 2.2.2 Підбір та розрахунок печей .....                                                                                | 31        |
| 2.2.3 Розрахунок пофазних рецептур .....                                                                              | 33        |
| 2.2.4 Розрахунок виходу виробу.....                                                                                   | 39        |
| 2.2.5 Розрахунок виробничих рецептур та вибір технологічних<br>параметрів.....                                        | 47        |
| 2.3 Розрахунок витрат і запасів сировини .....                                                                        | 53        |
| 2.4 Розрахунок площ основних та допоміжних приміщень .....                                                            | 55        |
| 2.5 Підбір та розрахунок технологічного обладнання .....                                                              | 58        |
| 2.6 Технохімічний контроль виробництва продуктів запроєктованого                                                      |           |

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
|                                                           | 7  |
| асортименту .....                                         | 60 |
| РОЗДІЛ 3 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ .. | 64 |
| 3.1 Організація безпечної роботи електроустановок .....   | 64 |
| 3.2 Ризик як кількісна оцінка небезпек .....              | 66 |
| ВИСНОВКИ .....                                            | 68 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ.....             | 69 |

## ВСТУП

Хлібопекарська промисловість належить до стратегічно важливих галузей харчової промисловості, оскільки забезпечує населення продукцією першої необхідності та є важливою складовою продовольчої безпеки держави. Хліб і хлібобулочні вироби займають значне місце у структурі харчування населення України, що зумовлює постійну потребу в їх виробництві та вдосконаленні технологій виготовлення. В умовах зростання конкуренції на ринку харчових продуктів, підвищення вимог споживачів до якості продукції та необхідності раціонального використання ресурсів особливої актуальності набуває проектування сучасних хлібопекарських підприємств.

Сучасні технології дозволяють автоматизувати окремі виробничі процеси, забезпечити стабільність технологічних режимів, підвищити продуктивність праці та гарантувати безпечність готової продукції.

Актуальність теми кваліфікаційної роботи обумовлена необхідністю створення ефективних підприємств хлібопекарської галузі, здатних забезпечувати населення якісними хлібобулочними виробами відповідно до сучасних вимог ринку. Важливим завданням є також впровадження інноваційних технічних та технологічних рішень, які сприяють зменшенню енерговитрат, підвищенню економічної ефективності виробництва та покращенню конкурентоспроможності підприємств галузі.

Метою кваліфікаційної роботи є розроблення проєкту хлібопекарського цеху з виробництва хлібобулочних виробів із застосуванням сучасних технологічних рішень, що забезпечують ефективне використання виробничих ресурсів, високу якість продукції та стабільність технологічного процесу.

Практичне значення роботи полягає у розробленні проєкту сучасного хлібопекарського цеху для виробництва булочки «Здобна соєва», хліба «Літній» та хліба «Європейський», який може бути використаний як основа для створення або модернізації підприємств хлібопекарської галузі. Запропоновані технологічні рішення спрямовані на підвищення ефективності виробництва,



забезпечення стабільної якості продукції та раціональне використання матеріальних і енергетичних ресурсів.

Для виконання кваліфікаційної роботи використано комплекс нормативних документів, стандартів, технологічних інструкцій, довідкових матеріалів і фахових наукових джерел. Розрахункова частина базується на сучасних методах інженерного проєктування та технологічного моделювання, що дозволяє забезпечити технічну й економічну обґрунтованість запропонованих рішень.

Таким чином, проєктування хлібопекарського цеху із застосуванням сучасних технологічних рішень є актуальним і практично значущим завданням, реалізація якого сприятиме підвищенню ефективності функціонування підприємств хлібопекарської галузі та забезпеченню населення якісною продукцією широкого асортименту.

# 1 ТЕХНІКО – ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

## 1.1 Характеристика місця розташування підприємства

Вибір місця розташування хлібопекарського підприємства є одним із визначальних чинників його ефективної діяльності, оскільки безпосередньо впливає на забезпечення виробництва сировиною, організацію логістичних процесів, формування ринків збуту та рівень економічної результативності функціонування підприємства. Тому при розробленні проекту хлібопекарського цеху з виробництва хлібобулочних виробів із застосуванням сучасних технологічних рішень важливим є обґрунтування вибору населеного пункту для його розміщення.

Для обґрунтування виробничої потужності проєктованого хлібопекарського цеху необхідно виконати розрахунки, що дають змогу визначити орієнтовний обсяг виробництва хлібобулочних виробів відповідно до потреб населення обраного населеного пункту. При цьому враховують чисельність потенційних споживачів та рекомендовану норму споживання хліба і хлібобулочних виробів.

Згідно з рекомендаціями щодо раціонального споживання хлібобулочних виробів, річна норма споживання становить 96 кг/особу на рік.

$$Ч_{\text{м}} = \frac{\Pi}{\text{н}}$$

де  $\Pi$  – річна потреба хліба, кг;

$\text{Ч}$  – чисельність міста, тис. чол;

$\text{Н}$  – раціональна норма споживання хліба на одну особу за рік, кг

$$\Pi = \Pi_{\text{зм}} * K_{\text{зм}}$$

$\Pi_{\text{зм}}$  – кількість готової продукції, виготовленої за добу, кг;

$K_{\text{зм}}$  – кількість діб за рік

$$\Pi = 19722,5 * 250 = 4930625 \text{ кг}$$

$$Ч_{\text{м}} = \frac{1\ 541\ 940}{101} = 51360,68 \text{ осіб}$$

Для реалізації проєкту обрано місто Калуш Івано-Франківської області. Калуш є одним із найбільших промислових центрів Прикарпаття та характеризується вигідним економіко-географічним положенням, розвиненою транспортною інфраструктурою та наявністю значної кількості потенційних споживачів хлібобулочних виробів. Місто має населення 67 000 тис. осіб.

До основних переваг розташування проєктованого підприємства у місті Калуш належать:

- вигідне розташування в центральній частині західного регіону України, що забезпечує зручне транспортне сполучення з іншими містами Івано-Франківської області;
- наявність автомобільних шляхів регіонального та державного значення, які сприяють своєчасному постачанню сировини та реалізації готової продукції;
- достатня чисельність населення міста та прилеглих територій, що формує стабільний попит на хліб і хлібобулочні вироби щоденного споживання;
- розвинена мережа торговельних підприємств, супермаркетів, закладів громадського харчування та об'єктів роздрібної торгівлі, через які може здійснюватися реалізація продукції;
- наявність трудових ресурсів для забезпечення виробничого процесу;
- можливість розширення ринку збуту за рахунок постачання продукції до навколишніх населених пунктів та сусідніх громад.

Асортимент проєктованого хлібопекарського цеху представлений такими виробами:

- булочка «Здобна соєва»;
- хліб «Літній»;
- хліб «Європейський».

Обраний асортимент характеризується стабільним попитом серед населення та охоплює різні групи споживачів. Булочка «Здобна соєва» належить до популярних здобних виробів повсякденного споживання. Хліб «Літній» є традиційним видом продукції, що користується сталим попитом у

населення. Хліб «Європейський» орієнтований на сучасні тенденції розвитку ринку хлібобулочних виробів та задовольняє потреби споживачів у продукції з покращеними органолептичними характеристиками.

В таблиці 1.1 подано SWOT-аналіз для цеху з виробництва хлібобулочних виробів. В ній подано сильні та слабкі сторони пекарні, а також можливості та загрози.

Таблиця 1.1 - SWOT-аналіз для цеху

| Сильні сторони                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Слабкі сторони                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>-Вигідне розташування підприємства у місті Калуш з розвинутою транспортною інфраструктурою;</li> <li>- Стабільний попит на хлібобулочні вироби серед населення;</li> <li>- Використання сучасних технологічних рішень та механізації виробничих процесів;</li> <li>- Раціонально сформований асортимент продукції різних товарних груп;</li> <li>- Наявність сировинної бази в регіоні та сусідніх областях;</li> <li>- Можливість швидкого постачання свіжої продукції споживачам.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Необхідність значних початкових інвестицій у сучасне технологічне обладнання;</li> <li>- Високі витрати на енергоносії та їх залежність від ринкових коливань;</li> <li>- Обмежений термін зберігання готової продукції;</li> <li>- Значна залежність від регулярності поставок сировини;</li> <li>- Необхідність постійного контролю якості та безпечності продукції;</li> <li>- Висока конкуренція на регіональному ринку хлібобулочних виробів.</li> </ul>                      |
| Можливості                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Загрози                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Розширення асортименту продукції функціонального та оздоровчого призначення;</li> <li>- Збільшення обсягів реалізації через торговельні мережі та заклади;</li> <li>-Відкриття власних фірмових торговельних точок;</li> <li>-Впровадження енергоощадних технологій та автоматизації виробництва;</li> <li>-Розширення ринку збуту на територію Калуської громади та сусідніх районів;</li> <li>-Участь у програмах підтримки малого та середнього бізнесу.</li> </ul>                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Зростання цін на борошно, дріжджі, цукор та іншу сировину;</li> <li>- Посилення конкуренції з боку великих хлібо заводів та локальних пекарень;</li> <li>- Зниження купівельної спроможності населення;</li> <li>- Коливання вартості енергоресурсів та паливно-мастильних матеріалів;</li> <li>- Порушення логістичних ланцюгів постачання сировини;</li> <li>- Посилення вимог щодо безпечності харчових продуктів та необхідність додаткових витрат на їх виконання.</li> </ul> |

Проведений SWOT-аналіз свідчить, що проєкт хлібопекарського цеху в місті Калуш має достатню кількість внутрішніх переваг та зовнішніх можливостей для успішного функціонування. Найбільш вагомими сильними сторонами є стабільний попит на хлібобулочні вироби, вигідне розташування підприємства та використання сучасних технологічних рішень. Основними ризиками залишаються висока конкуренція на ринку, коливання цін на сировину та енергоносії. Водночас реалізація проєкту є економічно доцільною, оскільки наявні можливості розвитку переважають потенційні загрози та сприяють

Проєктом передбачається використання сучасних технологічних рішень, спрямованих на підвищення ефективності виробництва, забезпечення стабільної якості продукції та оптимізацію виробничих процесів. Використання високопродуктивного обладнання, механізація транспортних операцій, автоматизація окремих технологічних процесів та впровадження сучасних методів контролю якості відповідають сучасним вимогам до підприємств хлібопекарської галузі.

## **1.2 Характеристика сировинної зони**

Ефективність функціонування хлібопекарського підприємства значною мірою залежить від забезпеченості виробництва необхідними видами сировини, стабільності її постачання та якості. Формування сировинної зони є важливим етапом техніко-економічного обґрунтування проєкту, оскільки від раціональної організації постачання залежить безперервність виробничого процесу, рівень виробничих витрат і конкурентоспроможність готової продукції.

Для виготовлення зазначеного асортименту передбачається використання традиційної та допоміжної сировини, зокрема борошна пшеничного вищого та першого сортів, дріжджів хлібопекарських пресованих, кухонної солі, цукру-піску, маргарину, рослинної олії та інших рецептурних компонентів.

Івано-Франківська область має сприятливі умови для забезпечення підприємств харчової промисловості сировинними ресурсами. Регіон характеризується розвиненим агропромисловим комплексом, наявністю підприємств із виробництва та реалізації борошномельної продукції, а також зручними транспортними зв'язками із сусідніми областями Західної України.

Основними джерелами постачання сировини для проєктованого підприємства можуть бути:

- борошномельні підприємства Івано-Франківської, Тернопільської та Львівської областей;
- підприємства з виробництва та реалізації хлібопекарських дріжджів;
- цукрові заводи та торговельно-посередницькі організації Західного регіону України;
- виробники рослинних жирів та олій;
- підприємства оптової торгівлі харчовими інгредієнтами та допоміжними матеріалами.

Основною сировиною хлібопекарського виробництва є борошно, частка якого у загальній масі рецептурних компонентів становить понад 70 %. Тому особливу увагу необхідно приділяти якості борошна, його хлібопекарським властивостям та стабільності поставок.

Суттєвою перевагою розміщення підприємства у місті Калуш є розвинена транспортна інфраструктура, що забезпечує можливість оперативного постачання сировини автомобільним транспортом. Відстань до основних виробників та постачальників сировини є відносно невеликою, що дозволяє скоротити витрати на транспортування та забезпечити регулярність поставок. Крім того, наявність складських приміщень дає можливість створювати необхідні виробничі запаси сировини для безперебійної роботи підприємства.

Застосування сучасних технологічних рішень у проєктованому цеху передбачає використання механізованих систем приймання, транспортування та зберігання сировини, що сприяє зниженню втрат, покращенню санітарно-гігієнічного стану виробництва та підвищенню ефективності технологічного

процесу. Відповідно до сучасних вимог харчової промисловості особлива увага приділятиметься контролю якості сировини на всіх етапах її надходження та зберігання.

Таким чином, сировинна зона проєктованого хлібопекарського цеху характеризується достатнім рівнем забезпечення основними та допоміжними видами сировини, вигідним транспортним розташуванням і можливістю співпраці з постачальниками Івано-Франківської та сусідніх областей. Це створює необхідні передумови для стабільного функціонування підприємства, виробництва конкурентоспроможної продукції та ефективного використання сучасних технологічних рішень.

### **1.3 Обґрунтування асортименту продукції**

Вибір зазначеного асортименту обумовлений особливостями споживчого попиту населення регіону, тенденціями розвитку ринку хлібобулочних виробів та необхідністю забезпечення виробництва продукцією різних товарних груп.

Булочка «Здобна соєва» належить до групи здобних хлібобулочних виробів, які характеризуються стабільним попитом серед населення різних вікових категорій. Здобні вироби традиційно займають важливе місце в структурі споживання хлібобулочної продукції завдяки високим органолептичним показникам, привабливому зовнішньому вигляду та зручності використання.

Булочка «Здобна соєва» належить до групи здобних хлібобулочних виробів підвищеної харчової цінності. Використання соєвих інгредієнтів дозволяє покращити білковий склад продукції, підвищити її поживну цінність та розширити асортимент функціональних хлібобулочних виробів.

Доцільність включення булочки «Здобна соєва» до виробничої програми обумовлена такими перевагами:

- підвищеною харчовою та біологічною цінністю виробу за рахунок використання соєвої сировини;

- збільшеним вмістом повноцінного рослинного білка та незамінних амінокислот;
- зростанням попиту на продукцію здорового харчування серед споживачів;
- розширенням асортименту здобних хлібобулочних виробів функціонального призначення;
- високими органолептичними показниками та привабливим зовнішнім виглядом;
- підвищенням конкурентоспроможності підприємства на ринку хлібобулочної продукції;
- можливістю ефективного використання існуючого технологічного обладнання без суттєвих змін виробничого процесу.

Хліб «Літній» є виробом щоденного споживання, який належить до категорії традиційних сортів хліба.

Включення хліба «Літній» до виробничої програми обумовлено такими перевагами:

- високим рівнем споживчого попиту;
- стабільністю реалізації протягом року;
- доступністю основної сировини для виробництва;
- відповідністю традиційним харчовим уподобанням населення;
- можливістю виробництва значних обсягів продукції із застосуванням механізованих технологічних ліній.

Сучасні тенденції розвитку хлібопекарської галузі характеризуються зростанням попиту на вироби з покращеними споживчими властивостями та підвищеною харчовою цінністю. У зв'язку з цим до асортименту проєктованого підприємства включено хліб «Європейський».

До основних причин вибору цього виду продукції належать:

- орієнтація на сучасні тенденції споживчого ринку;
- підвищений інтерес споживачів до нових видів хлібобулочних виробів;



- можливість розширення асортименту продукції функціонального та профілактичного призначення;
- підвищення конкурентоспроможності підприємства;
- ефективне використання сучасного технологічного обладнання.

Виробництво хліба «Європейський» дозволяє підприємству зайняти окремий сегмент ринку та задовольнити попит споживачів, які надають перевагу продукції з покращеними органолептичними характеристиками.

Прийнятий асортимент продукції є раціональним з технологічної та економічної точок зору. Усі вироби виготовляються на основі подібних видів сировини, що спрощує організацію постачання, зберігання та підготовки компонентів до виробництва. Крім того, використання спільних технологічних операцій дозволяє забезпечити ефективне завантаження обладнання та знизити виробничі витрати.

Отже, обраний асортимент проєктованого хлібопекарського цеху, який включає булочку «Здобна соєва», хліб «Літній» та хліб «Європейський», повною мірою відповідає потребам споживчого ринку міста Калуш та прилеглих територій. Поєднання виробів масового попиту і продукції з покращеними споживчими характеристиками створює передумови для ефективної діяльності підприємства, раціонального використання виробничих потужностей та забезпечення стабільного збуту готової продукції.

#### **1.4 Характеристика каналів реалізації продукції**

Ефективна система збуту забезпечує своєчасне надходження продукції до споживачів, сприяє збільшенню обсягів реалізації, підвищенню конкурентоспроможності підприємства та забезпеченню його стабільного функціонування.

Особливістю хлібобулочних виробів є обмежений термін зберігання, що зумовлює необхідність організації ефективної логістики та швидкої доставки продукції до місць продажу. Тому система реалізації повинна забезпечувати

мінімальний проміжок часу між виробництвом і надходженням продукції до кінцевого споживача.

Найбільшу частку реалізації продукції доцільно здійснювати через регіональні та національні торговельні мережі, які функціонують на території міста Калуш та прилеглих населених пунктів. Реалізація через супермаркети та продуктові магазини є особливо актуальною для хліба «Літній» та хліба «Європейський», які належать до продукції щоденного споживання.

Важливим напрямом збуту є співпраця з невеликими продуктовими магазинами, пекарнями та спеціалізованими торговельними точками. Особливо ефективним цей канал є для реалізації булочки «Здобна соєва», яка характеризується високим попитом серед населення та швидкою оборотністю.

Перспективним напрямом збуту є співпраця із закладами ресторанного господарства, кафе, їдальнями, закладами швидкого харчування та іншими підприємствами.

На перспективу можливим є створення власної мережі фірмової торгівлі. Такий підхід забезпечує безпосередній контакт із кінцевим споживачем та дозволяє отримувати додаткову інформацію щодо рівня попиту та споживчих переваг.

Основним ринком збуту продукції проєктованого підприємства є місто Калуш та Калуська міська територіальна громада. Крім того, передбачається реалізація продукції в сусідніх населених пунктах Івано-Франківської області, що знаходяться в зоні економічно доцільного транспортування.

Отже, для проєктованого хлібопекарського цеху найбільш доцільним є використання комбінованої системи реалізації продукції, яка поєднує співпрацю з торговельними мережами, малими торговельними підприємствами, закладами громадського харчування та перспективний розвиток власної фірмової торгівлі. Такий підхід забезпечить стабільний збут булочки «Здобна соєва», хліба «Літній» та хліба «Європейський», сприятиме ефективному використанню виробничих потужностей і підвищенню економічної результативності діяльності підприємства.

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

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

#### 2.1.1 Нормативні показники продуктів запроєктованого асортименту

Булочка «Здобна соєва», хліб «Літній» та хліб «Європейський» виготовляються із борошна пшеничного вищого сорту, борошна пшеничного першого сорту та відповідають вимогам ДСТУ-П 4588:2006, ДСТУ 7517: 2024 та ДСТУ 7517:2014 [7]. Для кожного виду продукції встановлюються нормативні показники якості, які контролюються під час виробництва та реалізації.

Таблиця 2.1 – Нормативні показники якості булочки «Здобна соєва»

| Показник       | Характеристика                                                                                              |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Форма          | Відповідна способу формування, не розпливчаста                                                              |
| Поверхня       | Гладка, без тріщин, підривів і забруднень                                                                   |
| Колір скоринки | Від світло-жовтого до золотисто-коричневого                                                                 |
| Стан м'якушки  | Добре пропечена, еластична, без грудочок і слідів непромісу                                                 |
| Пористість     | Рівномірна, тонкостінна, добре розвинена                                                                    |
| Смак і запах   | Властиві здобному булочному виробу з легким присмаком соєвих компонентів, без сторонніх запахів і присмаків |

Таблиця 2.2 – Нормативні показники якості хліба «Літній»

| Показник       | Характеристика                                                |
|----------------|---------------------------------------------------------------|
| Форма          | Відповідна хлібній формі або подовому виробу                  |
| Поверхня       | Рівна, без великих тріщин і підривів                          |
| Колір скоринки | Від світло-коричневого до коричневого                         |
| Стан м'якушки  | Добре пропечена, еластична, пориста                           |
| Смак і запах   | Властиві даному виду хліба, без сторонніх присмаків і запахів |

Таблиця 2.3 – Нормативні показники якості хліба «Європейський»

| Показник       | Характеристика                                               |
|----------------|--------------------------------------------------------------|
| Форма          | Відповідна способу формування                                |
| Поверхня       | Гладка або з декоративними надрізами                         |
| Колір скоринки | Від золотистого до коричневого                               |
| Стан м'якушки  | Добре розвинена рівномірна пористість, еластична структура   |
| Смак і запах   | Приємні, властиві виробу, без сторонніх присмаків та запахів |

### ***2.1.2 Вибір та обґрунтування технологічних схем***

Вибір технологічної схеми виробництва є одним із найважливіших етапів проектування хлібопекарського підприємства, оскільки визначає послідовність виконання технологічних операцій, рівень механізації та автоматизації виробництва, якість готової продукції та ефективність використання виробничих ресурсів. Технологічні схеми повинні забезпечувати стабільність виробничого процесу, раціональне використання сировини, високу продуктивність обладнання та відповідність готової продукції вимогам нормативної документації.

Застосування безопарного способу до булочки «Здобна соєва» приготування тіста дозволяє забезпечити необхідні органолептичні показники виробу, скоротити тривалість технологічного процесу та підвищити продуктивність праці.

Для виробництва хліба «Літній» прийнято традиційну безопарну технологію. Обрана схема забезпечує отримання виробів зі стабільними фізико-хімічними та органолептичними показниками, а також створює умови для використання сучасного високопродуктивного обладнання.

Хліб «Європейський» характеризується підвищеними вимогами до структури м'якушки, зовнішнього вигляду та смакових властивостей, тому технологічна схема передбачає ретельний контроль параметрів технологічного процесу. Застосування сучасних режимів випікання та механізованого обладнання дозволяє забезпечити високі показники якості продукції та конкурентоспроможність виробу на ринку.

Вибір безопарної технології для булочки «Здобна соєва» та хліб «Літній» обумовлений такими перевагами:

- скороченням тривалості технологічного циклу;
- зменшенням виробничих площ;
- можливістю механізації та автоматизації виробничих процесів;
- зниженням виробничих витрат;
- стабільністю якості готової продукції;
- раціональним використанням обладнання та трудових ресурсів.

Для забезпечення високої якості продукції, формування добре розвиненої пористості м'якушки та характерного смаку для хліба «Європейський» доцільно використовувати опарний спосіб приготування тіста. Серед різновидів опарних технологій найбільш поширеним у промисловому хлібопеченні є приготування тіста на густих опарах.

Використання технології приготування тіста на густих опарах забезпечує такі переваги:

- покращення смакових та ароматичних властивостей хліба;
- підвищення пористості та еластичності м'якушки;
- збільшення питомого об'єму виробів;
- сповільнення процесів черствіння;
- підвищення стабільності технологічного процесу;
- покращення якості готової продукції.

Таким чином, обрані технологічні схеми виробництва булочки «Здобна соєва», хліба «Літній» та хліба «Європейський» відповідають сучасним вимогам хлібопекарської галузі, забезпечують високу якість готової продукції, ефективне використання виробничих потужностей та можливість впровадження сучасних технологічних рішень у діяльність проєктованого підприємства.

### 2.1.3 Характеристика сировини та допоміжних матеріалів

Якість хлібобулочних виробів значною мірою залежить від властивостей сировини, що використовується у виробництві. Правильний вибір основної та допоміжної сировини забезпечує стабільність технологічного процесу, високі органолептичні показники готової продукції та її відповідність вимогам нормативної документації.

Для виробництва булочки «Здобна соєва», хліба «Літній» та хліба «Європейський» передбачається використання основної та допоміжної сировини, яка відповідає вимогам чинних державних стандартів і супроводжується документами, що підтверджують її якість та безпечність.

*Борошно пшеничне.* Борошно є основною сировиною хлібопекарського виробництва та становить найбільшу частку рецептури виробів. Для виробництва запроєктованого асортименту використовується борошно пшеничне вищого та першого сортів. ДСТУ 46.004 – 99

Основні вимоги до борошна:

- відповідність вимогам чинних стандартів;
- відсутність сторонніх запахів та присмаків;
- білий або кремовий колір, характерний для відповідного сорту;
- оптимальні хлібопекарські властивості;
- відсутність зараженості шкідниками хлібних запасів.

Борошно забезпечує формування структури тіста, його газоутримувальної здатності та визначає об'єм, пористість і текстуру готових виробів.

*Дріжджі хлібопекарські пресовані.* Дріжджі використовуються для спиртового бродіння тіста та накопичення вуглекислого газу, який забезпечує розпушення тіста і формування пористої структури м'якушки. ДСТУ 4812:2007

Якісні дріжджі повинні характеризуватися:

- високою підйомною силою;
- рівномірною консистенцією;
- світло-кремовим кольором;

- властивим дріжджовим запахом без сторонніх домішок.

*Вода питна.* Вода є одним із основних компонентів рецептури та використовується для замішування тіста, підготовки розчинів і санітарної обробки обладнання. Для виробництва застосовується вода, що відповідає санітарно-гігієнічним вимогам до питної води.

*Сіль кухонна харчова.* Сіль використовується для покращення смакових властивостей виробів та регулювання процесів бродіння тіста. ДСТУ 3583:2015

Вона сприяє:

- зміцненню клейковинного каркаса;
- покращенню структури м'якушки;
- підвищенню газоутримувальної здатності тіста;
- формуванню характерного смаку виробів.

*Цукор-пісок.* Цукор входить до рецептури булочки «Черкаська» та окремих видів хліба як смакова і технологічна добавка. ДСТУ 4623:2006

Його використання забезпечує:

- покращення смаку виробів;
- інтенсифікацію процесу бродіння;
- утворення золотистого кольору скоринки;
- підвищення енергетичної цінності продукції.

*Олія соняшникова.* Олія соняшникова є важливою допоміжною сировиною у хлібопекарському виробництві та використовується для покращення технологічних властивостей тіста і споживчих характеристик готової продукції. Її внесення сприяє підвищенню пластичності тіста, покращенню структури м'якушки та уповільненню процесів черствіння виробів. Крім того, олія позитивно впливає на смак і аромат готової продукції, підвищує її харчову та енергетичну цінність. ДСТУ 4492:2017

*Олія соєва.* Олія соєва застосовується як джерело ненасичених жирних кислот та використовується для покращення структурно-механічних властивостей тіста. Її внесення забезпечує підвищення еластичності клейковинного каркаса, покращує формостійкість тістових заготовок та сприяє

збереженню свіжості готових виробів протягом тривалішого часу. ДСТУ 4534:2006

*Клейковина пшенична суха.* Клейковина пшенична суха належить до білкових поліпшувачів хлібопекарського виробництва та використовується для підвищення хлібопекарських властивостей борошна. Вона являє собою висушений білковий комплекс пшеничного зерна, що складається переважно з гліадину та глютеніну. ДСТУ 8781:2021

Додавання сухої клейковини забезпечує:

- підвищення газотримувальної здатності тіста;
- покращення структурно-механічних властивостей клейковинного каркаса;
- збільшення питомого об'єму виробів;
- покращення пористості та еластичності м'якушки;
- підвищення формостійкості тістових заготовок.

*Концентрат білковий соєвий.* Концентрат білковий соєвий використовується у виробництві функціональних та збагачених хлібобулочних виробів як джерело повноцінного рослинного білка. Його застосування дозволяє підвищити харчову та біологічну цінність продукції, збагатити її незамінними амінокислотами та покращити водопоглинальну здатність тіста. ДСТУ 4597:2006

#### ***2.1.4 Опис технологічного процесу продуктів запроєктованого асортименту***

Технологічний процес виробництва хлібобулочних виробів являє собою сукупність взаємопов'язаних операцій, спрямованих на перетворення сировини у готову продукцію із заданими показниками якості. Вибір технологічних режимів здійснюється з урахуванням рецептурного складу виробів, властивостей сировини, вимог нормативної документації та особливостей функціонування сучасного хлібопекарського обладнання.



У проєктованому хлібопекарському цеху передбачено виробництво булочки «Здобна соєва», хліба «Літній» та хліба «Європейський».

Технологічний процес починається з приймання, зберігання та підготовки сировини до виробництва. Борошно просіюють для видалення сторонніх домішок та аерації, що покращує його хлібопекарські властивості. Сіль і цукор попередньо розчиняють у воді та фільтрують. Дріжджі готують у вигляді дріжджової суспензії. Жировмісну сировину за необхідності розплавляють та доводять до температури, передбаченої технологічною інструкцією.

Булочка «Здобна соєва» належить до групи здобних хлібобулочних виробів підвищеної харчової цінності. Особливістю її рецептури є використання соєвого білкового концентрату та соєвої олії, які суттєво впливають на перебіг технологічного процесу та якість готової продукції.

Булочки виготовляють безопарним способом приготування тіста. Підготовлені відповідно до рецептури компоненти дозують та завантажують у тістомісильну машину (10), де здійснюється замішування тіста до отримання однорідної еластичної консистенції. Тривалість замішування становить близько 10 хвилин. Температура тіста після замішування повинна становити  $30,0 \pm 2,0$  °C, а його кінцева кислотність —  $2,5 \pm 0,5$  град.

Після замішування тісто залишають для бродіння, яке триває від 90 до 120 хвилин. У цей період відбуваються процеси накопичення продуктів бродіння, формування структури тіста та покращення його реологічних властивостей.

Готове тісто з діжі (11) за допомогою діжеперекидача (12) подається до тістоподільної машини (13), де його розділяють на тістові заготовки необхідної маси.

Після поділу тістові заготовки надходять до тістоокруглювальної машини (16), де їм надається округла форма та вирівнюється поверхня. Далі заготовки укладають на листи вагонеток (18) направляють на остаточне вистоювання у вистійну шафу (20).

Вистоювання проводять за температури 35 °С та відносної вологості повітря близько 75 %. Тривалість процесу становить 30–35 хвилин. У цей час відбувається остаточне розпушення тіста, збільшення об'єму заготовок та формування їх структури перед випіканням.

Випікання булочок здійснюють у парозволоженій камері ротаційної печі (17). Тривалість випікання становить близько 17 хвилин за температури 180–200 °С. У процесі теплової обробки формується скоринка, закріплюється структура м'якушки та створюються характерні смакові й ароматичні властивості готового виробу.

Після виходу з печі булочки охолоджують до температури навколишнього середовища, після чого направляють на пакування. Пакування здійснюють на пакувальній машині (19) у полімерні пакети із кліпсою, що забезпечує збереження свіжості продукції, захист від зовнішніх впливів та подовження терміну її реалізації.

Хліб «Літній» виготовляється за традиційною технологією безопарного способу приготування тіста. Особлива увага приділяється підтриманню оптимальних параметрів бродіння та випікання для забезпечення необхідної пористості та структури м'якушки.

Хліб «Літній» виготовляють безопарним способом приготування тіста, що забезпечує скорочення тривалості виробничого циклу та ефективне використання технологічного обладнання. Підготовлену сировину — борошно пшеничне першого сорту, дріжджову суспензію, сольовий розчин, соняшникову олію, а також гарячу і холодну воду — подають у тістомісильну машину (10) за допомогою дозувальної станції (9). У процесі замішування утворюється однорідне тісто з необхідними структурно-механічними властивостями.

Після замішування тісто надходить у корито для бродіння (11), де проходить процес дозрівання. Початкова температура тіста підтримується на рівні 29–30 °С. Тривалість бродіння становить 180–210 хвилин до досягнення кінцевої кислотності близько 3,5 град. У цей період відбуваються біохімічні

процеси, що забезпечують формування смаку, аромату та структури майбутнього виробу.

Дозріле тісто подається до приймальної воронки тістоподільної машини (13), де його розділяють на шматки заданої маси відповідно до рецептури. Після поділу тістові заготовки направляють до тістоокруглювальної машини (16), де їм надається правильна форма та ущільнюється поверхневий шар.

Далі заготовки за допомогою транспортера (15) переміщуються до шафи остаточного вистоювання (20). Вистоювання проводять протягом 30–45 хвилин за температури 35–38 °С та відносної вологості повітря 60–78 %. На цій стадії відбувається остаточне розпушення тіста, збільшення його об'єму та формування структури м'якушки.

Випікання хліба здійснюють у ротаційній печі (17). Залежно від маси виробу та конструктивних особливостей печі процес триває 30–45 хвилин за температури 170–230 °С. Під час теплової обробки формуються зовнішній вигляд, колір скоринки, смак та аромат готової продукції.

Після випікання вироби з поду печі надходять на стрічковий транспортер (15), а далі за допомогою транспортера (15) подаються на пакувальну машину (19) у поліпропіленові пакети, що забезпечують захист продукції від зовнішніх впливів та сприяють збереженню її свіжості. Після пакування хліб «Літній» укладають на вагонетки (18) та транспортують до експедиції для подальшого зберігання і реалізації споживачам.

Особливістю виробництва хліба «Європейський» є поєднання технології приготування тіста на густих опарах із використанням сухої пшеничної клейковини, що забезпечує покращення реологічних властивостей тіста, підвищення якості готової продукції, збільшення її об'єму, покращення структури м'якушки та подовження терміну збереження свіжості виробів.

Для замішування опари в діжу тістомісильної машини (10) подають необхідну кількість борошна за допомогою дозатора борошна (5), а також дріжджову суспензію та воду через дозувальну станцію (9). Після замішування отримують густу опару вологістю близько 48 %. Замішену опару залишають

для бродіння в діжі (11) на 60 хвилин. У процесі бродіння відбувається активний розвиток дріжджової мікрофлори, накопичення продуктів бродіння та формування властивостей, необхідних для отримання тіста високої якості.

Після завершення дозрівання опари до неї додають решту рецептурних компонентів. У діжу тістомісильної машини (10) подають борошно за допомогою дозатора (5), рідкі компоненти через дозувальну станцію (9), а суху пшеничну клейковину вносять відповідно до рецептури вручну. Замішування проводять до утворення однорідного еластичного тіста вологістю близько 45 %. Після замішування тісто залишають на бродіння в діжі (11) протягом 35 хвилин.

Готове тісто за допомогою діжеперекидача (12) подається до приймальної лійки тістоподільної машини (13), де його поділяють на заготовки встановленої маси. Після поділу тістові заготовки надходять до тістоокруглювальної машини (16), в якій їм надається округла форма та ущільнюється поверхневий шар.

Округлені заготовки направляють до тістозакатувальної машини (14), де формується овальна форма виробу. Сформовані заготовки надходять на остаточне вистоювання у шафу для вистоювання (20), яке триває близько 55 хвилин за температури 35 °С. У цей період відбувається остаточне розпушення тіста та формування необхідного об'єму майбутнього виробу.

Після завершення вистоювання тістові заготовки автоматично транспортуються конвеєром (15) до поду печі (17) та направляються на випікання. Випікання здійснюють протягом 30 хвилин за встановленими технологічними режимами, що забезпечують формування рівномірно забарвленої скоринки, добре розвиненої пористості та характерного смаку й аромату хліба.

Після охолодження хліб пакують на пакувальному автоматі (19) у полімерну упаковку, яка забезпечує збереження якості та свіжості продукції під час транспортування і реалізації.

Запаковані вироби укладають на лотки вагонеток (18) та транспортують до складу готової продукції, звідки вони надходять на реалізацію споживачам.

## 2.2 Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту

### 2.2.1 Таблиця вихідних даних для розрахунку запроєктованого асортименту

Таблиця 2.4 – Вихідні дані для розрахунків [7, 8].

| Показники і параметри,                   | Умовні         | Булочка          | Хліб            | Хліб                       |
|------------------------------------------|----------------|------------------|-----------------|----------------------------|
| Вологість, %                             | позн-<br>$W_T$ | «Здобна»<br>34,5 | «Ліній»<br>44,5 | «Європейськ<br>ий»<br>44,0 |
| Плановий вихід, %                        | 1              | 168,5            | 132,5           | 137,8                      |
| Тривалість бродіння опари,<br>хв         | 2              | 3                | 4               | 5                          |
| Стандарт на готові вироби:               | $T_o$          | ДСТУ-П           | ДСТУ-7517:      | ДСТУ                       |
| Показники якості виробів:                |                | 4588:2006.       | 2024            | 7517:2014                  |
| Тривалість бродіння тіста,<br>хв         | $T_T$          | 90-120           | 180-210         | 60                         |
| Маса виробу, кг                          | $G_{вир}$      | 0,05             | 0,6             | 0,7                        |
| Вологість, % не більше                   | $W_B$          | 34,0             | 44,0            | 44,0                       |
| Кислотність, град, не<br>більше          | K              | 2,5              | 3,0             | 2,5                        |
| Пористість, % не менше                   | П              | 63,0             | 67,0            | 68,0                       |
| Розмір виробу, мм:                       |                |                  |                 |                            |
| Діаметр                                  | d              | -                | -               | -                          |
| Довжина                                  | l              | 70               | 210             | 270                        |
| Ширина                                   | b              | 70               | 210             | 150                        |
| Рецептура на 100 кг борошна, кг          |                |                  |                 |                            |
| Борошно пшеничне вищого<br>сорту         | $G_6^{B.C}$    | 100              | -               | 97,0                       |
| Борошно пшеничне<br>першого сорту        |                | -                | 100             |                            |
| Дріжджі хлібопекарські<br>пресовані      | $G_{др}$       | 5,0              | 1,5             | 1,5                        |
| Сіль кухонна харчова                     | $G_c$          | 1,0              | 1,4             | 1,5                        |
| Цукор – пісок                            | $G_{ц}$        | 20,0             | -               | -                          |
| Олія соняшникова                         | $G_m$          | -                | 1,0             | -                          |
| Продовження таблиці 2.4                  |                |                  |                 |                            |
| Олія соєва                               |                | 14,0             |                 |                            |
| Клейковина пшенична суха                 | $G_{п}$        | -                | -               | 3,0-                       |
| Концентрат білковий<br>соєвий            | $G_m$          | 10,0             | -               | -                          |
| Разом                                    | -              | 150,0            | 103,9           | 103,0                      |
| Основні показники технологічних режимів: |                |                  |                 |                            |
| Вологість опари, %                       | $W_o$          | -                | -               | 44                         |

|                                                                            |                  |                |             |             |
|----------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------|-------------|-------------|
| хв                                                                         |                  |                |             |             |
| Спосіб приготування                                                        | -                | Безопарни<br>й | Безопарний  | Густа опара |
| Тривалість вистоювання,<br>хв                                              | $T_{\text{вис}}$ | 35-45          | 30-45       | 40-50       |
| Тривалість випікання, хв                                                   | $T_{\text{вип}}$ | 17             | 30-45       | 40-50       |
| Концентрація розчину солі                                                  |                  | 26             | 26          | 26          |
| Концентрація розчину<br>цукру                                              |                  | 50             | -           |             |
| Кратність розведення<br>дріжджів                                           |                  | 1:3            | 1:3         | 1:3         |
| Марка печі                                                                 |                  | PMDF200        | PMDF200     | PMDF200     |
| Технологічні витрати і затрати:                                            |                  |                |             |             |
| Втрати борошна до<br>замішування тіста, % до<br>маси борошна               | $g_b$            |                | 0,02 – 0,06 |             |
| Втрати борошна від<br>замішування до випікання,<br>% до маси борошна       | $g_t$            |                | 0,03 – 0,06 |             |
| Втрати сухих речовин на<br>бродіння, % до сухих<br>речовин тіста           | $C_{\text{сух}}$ |                | 3,3         |             |
| Втрати борошна під час<br>оброблення тіста, % до<br>маси тіста             | $g_{\text{обр}}$ |                | 0,6 – 1,0   |             |
| Втрати на упікання, % до<br>маси тіста                                     | $g_{\text{уп}}$  |                | 6,0 – 12,0  |             |
| Втрати під час укладання<br>гарячого хліба, % до маси<br>гарячого хліба    | $g_{\text{укл}}$ |                | 0,5 – 0,8   |             |
| Втрати від усихання хліба,<br>% до маси гарячого хліба                     | $g_{\text{ус}}$  |                | 2,5 – 4,0   |             |
| Масова частка крихт і<br>лому, % до маси борошна                           | $g_{\text{кр}}$  |                | 0,03        |             |
| Втрати за рахунок не<br>точності маси виробів, %<br>до маси гарячого хліба | $g_{\text{шт}}$  |                | 0,04 – 0,05 |             |

### 2.2.2 Підбір та розрахунок печей

Виробнича потужність лінії визначається на основі розрахунку потужності печей [7, 8].

Виробнича потужність печі для булочки «Здобна соєва»:

Розрахунок кількості виробів по ширині та довжині листа (розміри листів 710×600 мм).

Кількість виробів по довжині листа визначається за формулою:

$$N_{\text{д}}^{\text{л}} = \frac{L' - a}{l' - a} \quad (2.1)$$

де  $L'$ ,  $l'$  - відповідно довжина листа і виробу;

$a$  – відстань між виробами.

$$N_{\text{д}}^{\text{л}} = \frac{710 - 20}{70 + 20} = 7,66 \text{ шт, приймаємо } 8 \text{ шт.}$$

Кількість виробів по ширині листа визначається за формулою:

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

де  $B'$ ,  $b'$  - відповідно ширина листа та виробу.

$$N_{\text{ш}}^{\text{л}} = \frac{600 - 20}{70 + 20} = 6,44 \text{ шт, приймаємо } 6 \text{ шт.}$$

Розрахунок годинної продуктивності здійснюється за формулою:

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

де  $n$  – кількість листів на контейнері;

$g$  – маса виробу, кг;

$t$  – час випікання, хв.

$$P_{\text{год}} = \frac{(8 * 6) * 16 * 0,05 * 60}{17} = 118,6 \text{ кг/год}$$

Продуктивність за добу для булочки «Здобна соєва»: становитиме:

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

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

$$P_{\text{доб}} = 118,6 \times 23 = 2727,8 \text{ кг/доб}$$

Виробнича потужність печі для хліба «Літній»:

Кількість виробів по довжині листа:

$$N_{\text{д}}^{\text{л}} = \frac{800 - 20}{210 + 20} = 3,20 \text{ шт, приймаємо } 4 \text{ шт.}$$

Кількість виробів по ширині листа:

$$N_{\text{ш}}^{\text{л}} = \frac{2100-30}{210+30} = 8,62 \text{ шт, приймаємо } 9 \text{ шт.}$$

Годинна продуктивність становитиме:

$$P_{\text{год}} = \frac{(4*9)*8*0,6*60}{45} = 360,9 \text{ кг/год}$$

Продуктивність за добу хліба «Літній» буде:

$$P_{\text{доб}} = 360,9 \times 23 = 8300,7 \text{ кг/доб}$$

Розрахунок виробничої потужності печі для хліба «Європейський»:

За довжиною листа кількість виробів :

$$N_{\text{д}}^{\text{л}} = \frac{800-30}{210+30} = 3,20 \text{ шт, приймаємо } 4 \text{ шт.}$$

За шириною листа кількість виробів:

$$N_{\text{ш}}^{\text{л}} = \frac{2100-30}{210+30} = 8,62 \text{ шт, приймаємо } 9 \text{ шт.}$$

Для хліба «Європейський» продуктивність за годину:

$$P_{\text{год}} = \frac{(4*9)*8*0,7*60}{50} = 378,0 \text{ кг/год}$$

За добу продуктивність для даного виробу становить:

$$P_{\text{доб}} = 378,0 \times 23 = 8694,0 \text{ кг/доб}$$

Таблиця 2.5 – Добова продуктивність печей

| №з/п | Марка печі | Асортимент виробів     | Продуктивність за годину | Тривалість роботи печі за добу, год | Продуктивність за добу, кг |
|------|------------|------------------------|--------------------------|-------------------------------------|----------------------------|
| 1    | 2          | 3                      | 4                        | 5                                   | 6                          |
| 1    | PMDF200    | Булочка «Здобна соєва» | 118,6                    | 23                                  | 2727,8                     |
| 2    | PMDF200    | Хліб «Літній»          | 360,9                    | 23                                  | 8300,7                     |
| 3    | PMDF200    | Хліб «Європейський»    | 378,0                    | 23                                  | 8694,0                     |
|      | Разом      |                        |                          |                                     | 19722,5                    |

Будуємо графік роботи печі

| № печі | Марка печі | Години роботи |             |             |
|--------|------------|---------------|-------------|-------------|
|        |            | Перша зміна   | Друга зміна | Третя зміна |



|   |         |                  |   |                  |   |                  |   |
|---|---------|------------------|---|------------------|---|------------------|---|
|   |         | 7                |   | 15               |   | 23               |   |
| 1 | PMDF200 | ІІІІІІІІІІІІІІІІ | X | ІІІІІІІІІІІІІІІІ | X | ІІІІІІІІІІІІІІІІ | X |
| 2 | PMDF200 | ІІІІІІІІІІІІІІІІ | X | ІІІІІІІІІІІІІІІІ | X | ІІІІІІІІІІІІІІІІ | X |
| 3 | PMDF200 | ІІІІІІІІІІІІІІІІ | X | ІІІІІІІІІІІІІІІІ | X | ІІІІІІІІІІІІІІІІ | X |

Рис. 2.1. Графік роботи печей

Умовні позначення:

ІІІ- робота печі

X- профілактика

### 2.2.3 Розрахунок пофазних рецептур

Розрахунок пофазної рецептури для булочки «Здобна соєва»

Вологість тіста  $W_T$  розраховується за формулою:

$$W_T = W_X + n,$$

$$W_T = 34 + 0,5 = 34,5\%$$

Таблиця 2.6 – Співвідношення сухих речовин і води в сировині тіста

| Сировина                   | Маса, кг | Вологість, % | Масова частка с. р, % | Масова частка с. р, кг |
|----------------------------|----------|--------------|-----------------------|------------------------|
| 1                          | 2        | 3            | 4                     | 5                      |
| Борошно пшеничне в/с       | 100      | 14,5         | 85,5                  | 85,5                   |
| Дріжджі х/п пресовані      | 5,0      | 75,0         | 25,0                  | 1,25                   |
| Сіль кухонна харчова       | 1,0      | -            | -                     | 1,0                    |
| Цукор білий                | 20,0     | 0,25         | 99,75                 | 19,97                  |
| Олія соєва                 | 14,0     | 0,10         | 99,9                  | 13,98                  |
| Концентрат білковий соєвий | 10,0     | 5,4          | 94,6                  | 9,46                   |
| Разом                      |          |              |                       | 131,16                 |

Масу тіста знаходять за формулою:

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

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

$W_T$  – вологість тіста, %

$$G_T = \frac{131,16 \cdot 100}{100 - 34,5} = 200,24 \text{ кг}$$

Необхідну сировину переводять в розчини:

Сіль у розчин за формулою:

$$G_{c.p} = \frac{G_c \cdot 100}{C_{c.p}} \quad (2.6)$$

де  $G_{c.p}$  – концентрація розчину, %

$$G_{c.p} = \frac{1,0 \cdot 100}{26} = 3,85 \text{ кг}$$

Маса води в сольовому розчині:

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

$$G_{\text{в}}^{c.p} = 3,85 - 1,0 = 2,85 \text{ кг}$$

Цукор у розчин за формулою:

$$G_{ц.p} = \frac{20,0 \cdot 100}{50} = 40,0 \text{ кг}$$

Маса води в цукровому розчині:

$$G_{\text{в}}^{ц.p} = 40,0 - 20,0 = 20,0 \text{ кг}$$

Дріжджі в суспензії дріжджову:

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

де  $n$  – кількість розведень

$$G_{др.c} = 5,0 + 3 \times 5,0 = 20,0 \text{ кг}$$

Кількість води в суспензії дріжджів:

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

$$G_{\text{в}}^{др.c} = 20,0 - 5,0 = 15,0 \text{ кг}$$

Кількість води на заміс тіста становить:

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

$$G_{\text{в}}^T = 200,24 - 150,0 = 50,24 \text{ кг}$$

Обчислюється маса води в тісті з урахуванням замін:

$$G_{\text{в}}^3 = G_{\text{в}}^T - [G_{\text{в}}^{c.p} + G_{\text{в}}^{др.c}] \quad (2.11)$$

$$G_{\text{в}}^3 = 50,24 - [2,85 + 15,0 + 20,0] = 12,39 \text{ кг}$$

Таблиця 2.7 – Пофазна рецептура для виробництва булочки «Здобна соєва», кг, на 100 кг борошна

| Сировина і напівфабрикати     | Маса, кг | Тісто  |
|-------------------------------|----------|--------|
| Борошно пшеничне вищого сорту | 100,0    | 100,0  |
| Дріжджова суспензія           | 20,0     | 20,0   |
| Сольовий розчин               | 3,85     | 3,85   |
| Цукровий розчин               | 40,0     | 40,0   |
| Олія соєва                    | 14,0     | 14,0   |
| Концентрат білковий соєвий    | 10,0     | 10,0-  |
| Вода                          | 12,39    | 12,39  |
| Разом                         | 200,24   | 200,24 |

Розрахунок пофазної рецептури для хліба «Літній»

Вологість тіста  $W_T$ :

$$W_T = 44 + 0,5 = 44,5\%$$

Таблиця 2.8 – Співвідношення сухих речовин і води в сировині тіста

| Сировина              | Маса, кг | Вологість, % | Масова частка с. р, % | Масова частка с. р, кг |
|-----------------------|----------|--------------|-----------------------|------------------------|
| 1                     | 2        | 3            | 4                     | 5                      |
| Борошно пшеничне 1 с  | 100      | 14,5         | 85,5                  | 85,5                   |
| Дріжджі х/п пресовані | 1,5      | 75,0         | 25,0                  | 0,37                   |
| Сіль кухонна харчова  | 1,4      | -            | -                     | 1,4                    |
| Олія соняшникова      | 1,0      | -            | -                     | 1,0                    |
| Разом                 |          |              |                       | 88,27                  |

Масу тіста знаходять за формулою (2.5):

$$G_T = \frac{88,27 \cdot 100}{100 - 44,5} = 159,05 \text{ кг}$$

Сировину переводять в розчини:

Сіль у розчин за формулою (2.6):

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

Маса води в сольовому розчині (2.7):

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

Дріжджі в суспензії дріжджову (2.8):

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

Кількість води в суспензії дріжджів (2.9):

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

Таблиця 2.9 – Пофазна рецептура для виробництва хліба «Літній», кг, на 100 кг борошна

| Сировина і напівфабрикати      | Маса, кг | Тісто  |
|--------------------------------|----------|--------|
| Борошно пшеничне першого сорту | 100,0    | 100,0  |
| Дріжджова суспензія            | 6,0      | 6,0    |
| Сольовий розчин                | 5,38     | 5,38   |
| Олія соняшникова               | 1,0      | 1,0    |
| Вода                           | 46,67    | 46,67  |
| Разом                          | 159,05   | 159,05 |

Кількість води на заміс тіста становить (2.10):

$$G_{\text{в}}^{\text{Т}} = 159,05 - 103,9 = 55,15 \text{ кг}$$

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

$$G_{\text{в}}^{\text{З}} = 55,15 - [3,98 + 4,5] = 46,67 \text{ кг}$$

Розрахунок пофазної рецептури для хліба «Європейський»

Вологість тіста  $W_{\text{т}}$ :

$$W_{\text{т}} = 44 + 1,0 = 45\%$$

Таблиця 2.10 – Співвідношення сухих речовин та вологи в сировині тіста для хліба «Європейський»:

| Сировина             | Маса, кг | Вологість, % | Частка с. р, % | Частка с. р, кг |
|----------------------|----------|--------------|----------------|-----------------|
| 1                    | 2        | 3            | 4              | 5               |
| Борошно пшеничне в/с | 97,0     | 14,5         | 85,5           | 82,93           |

|                             |     |      |      |       |
|-----------------------------|-----|------|------|-------|
| Клейковина<br>пшенична суха | 3,0 | 8,0  | 92,0 | 2,76  |
| Дріжджі х/п пресовані       | 1,5 | 75,0 | 25,0 | 0,38  |
| Сіль кухонна харчова        | 1,5 | -    | -    | 1,5   |
| Разом                       |     |      |      | 87,57 |

Масу тіста знаходять за формулою (2.5):

$$G_T = \frac{87,57 \cdot 100}{100 - 45} = 159,2 \text{ кг}$$

Сіль у розчин за формулою (2.6):

$$G_{c.p} = \frac{1,5 \cdot 100}{26} = 5,8 \text{ кг}$$

Маса води в сольовому розчині (2.7):

$$G_R^{c.p} = 5,8 - 1,5 = 4,3 \text{ кг}$$

Дріжджі в суспензії дріжджову (2.8):

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

Кількість води в суспензії (2.9):

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

Кількість води на заміс тіста становить (2.10):

$$G_B^T = 159,2 - 103,0 = 56,2 \text{ кг}$$

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

$$G_B^3 = 56,2 - [4,3 + 4,5] = 47,4 \text{ кг}$$

Таблиця 2.11 – Співвідношення сухих речовин та вологи в сировині опари:

| Сировина              | Маса,<br>кг | Вологість,<br>% | Маса сухих<br>речовин в % | Маса сухих<br>речовин в кг |
|-----------------------|-------------|-----------------|---------------------------|----------------------------|
| 1                     | 2           | 3               | 4                         | 5                          |
| Борошно пшеничне в/с  | 60          | 14,5            | 85,5                      | 51,3                       |
| Дріжджі х/п пресовані | 1,5         | 75,0            | 25,0                      | 0,38                       |
| Разом                 | 61,5        | -               | -                         | 51,68                      |

Тісто для хліба «Європейський» готують на основі великої густої опари. Маса борошна в опарі від загального борошна в тісті 60%.

Обчислюють вихід опари (2.12):

$$G_o = \frac{51,68 \cdot 100}{100 - 45} = 93,96 \text{ кг}$$

Масу води в опарі розраховують за формулою():

$$G_B^0 = 93,96 - 61,5 = 32,46 \text{ кг}$$

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

$$G_B^{3,0} = 32,46 - 4,5 = 27,96 \text{ кг}$$

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

$$G_B^{3,T} = 56,2 - [4,5 + 4,3 + 27,96] = 19,44 \text{ кг}$$

Таблиця 2.12 – Пофазна рецептура для виробництва хліба «Європейський», кг, на 100 кг борошна

| Сировина і напівфабрикати | Маса, кг | Опара | Тісто |
|---------------------------|----------|-------|-------|
| 1                         | 2        | 3     | 4     |
| Борошно пшеничне в/с      | 97,0     | 60,0  | 37,0  |
| Дріжджова суспензія       | 6,0      | 6,0   | -     |
| Сольовий розчин           | 5,8      | -     | 5,8   |
| Клейковина пшенична суха  | 3,0      | -     | 3,0   |
| Опара                     | -        | -     | 93,96 |
| Вода                      | 47,4     | 27,96 | 19,44 |
| Разом                     | 159,2    | 93,96 | 159,2 |

#### 2.2.4 Розрахунок виходу виробів

Мінімально допустима кількість хліба, виготовленого зі 100 кг борошна – вихід хліба, визначається методом розрахунку виходу тіста, технологічними затратами та витратами при його виготовленні [7, 8].

Вихід плановий для булочки «Здобна соєва»:

$$V_x = G_T - (V_b + V_t + Z_{бр} + Z_{обр} + Z_{уп} + Z_{укл} + Z_{ус} + V_{шт}), \quad (2.16)$$

де  $V_b$  – втрати борошна до замішування напівфабрикатів;

$V_t$  – втрати борошна та тіста від початку замішування до посадки тістових заготовок в піч;

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

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

$Z_{уп}$  – затрати під час упікання;

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

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

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

Згідно формули визначається середньозволожена вологість сировини:

$$W = \frac{G_б * W_б + G_{др} * W_{др} + G_с + G_п * W + G_м * W}{G_б + G_{др} + G_с + G_п + G_м} \quad (2.17)$$

де  $W_б + W_д + W_п + W_м$  – вологість борошна, дріжджів, маргарину..., %

$$W = \frac{100 * 14,5 + 5,0 * 75 + 1,0 + 20,0 * 0,25 + 14,0 * 0,10 + 10,0 * 5,4}{150,0} = 12,58 \%$$

Обраховується маса тіста за формулою:

$$G_т = \frac{G_{сир} * (100 + W_{сир})}{(100 - W_т)} \quad (2.18)$$

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

$$G_т = 150,0 * \frac{100 - 12,58}{100 - 34,5} = 200,20 \text{ кг}$$

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

Визначаються втрати борошна в тісті до замішування тіста  $B_б$ , кг:

$$B_б = \frac{g_б * (100 - W_б)}{100 - W_т} \quad (2.19)$$

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

$$B_б = \frac{0,02 * (100 - 14,5)}{100 - 34,5} = 0,03 \%$$

Визначаються втрати борошна і напівфабрикатів від замішування до випікання,  $B_т$ .

$$B_т = \frac{g_т * (100 - W_{сер})}{100 - W_т} \quad (2.20)$$

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

$W_{сер}$  – вологість середня, %

$$W_{\text{сер}} = \frac{W_{\text{т}} + W_{\text{б}}}{2} \quad (2.21)$$

$$W_{\text{сер}} = \frac{34,5 + 12,58}{2} = 23,54 \%$$

$$B_{\text{т}} = \frac{0,05 * (100 - 23,54)}{100 - 34,5} = 0,058 \%$$

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

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

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

$$Z_{\text{обр}} = \frac{1 * (34,5 - 14,5)}{100 - 34,5} = 0,305 \%$$

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

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

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

$$Z_{\text{бр}} = \frac{0,95 * 3,0 * (150,0 - 0,305) * (100 - 23,54)}{1,96 * 100 * (100 - 34,5)^2} = 3,88 \%$$

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

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

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

$$Z_{\text{уп}} = \frac{12 * [200,20 - (0,03 + 0,058 + 0,305 + 3,88)]}{100} = 23,51 \%$$

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

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

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

$$Z_{\text{укл}} = \frac{0,6 * [200,20 - (0,03 + 0,058 + 0,305 + 3,88 + 23,51)]}{100} = 1,03 \%$$

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

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

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



$$З_{yc} = \frac{3,0 * [200,20 - (0,03 + 0,058 + 0,305 + 3,88 + 23,51 + 1,03)]}{100} = 5,14 \%$$

Втрати від неточності маси штучних виробів,  $V_{шт}$ , кг:

$$V_{шт} = \frac{g_{шт} * [G_T - (B_б + B_t + 3б_p + 3об_p + 3уп + 3укл + 3ус)]}{100} \quad (2.27)$$

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

$$V_{шт} = \frac{0,4 * [200,20 - (0,03 + 0,058 + 0,305 + 3,88 + 23,51 + 1,03 + 5,14)]}{100} = 0,66 \%$$

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

$$V_{кр} = \frac{g_{кр} * [G - (B_б + B_t + 3б_p + 3об_p + 3уп + 3укл + 3ус + V_{шт})]}{100} \quad (2.30)$$

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

$g_{кр} = 0,03 \%$

$$V_{кр} = \frac{0,03 * [200,20 - (0,03 + 0,058 + 0,305 + 3,88 + 23,51 + 1,03 + 5,14 + 0,66)]}{100} = 0,05\%$$

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

$$V_{бр} = \frac{g_{бр} * [G_T - (B_б + B_t + 3б_p + 3об_p + 3уп + 3укл + 3ус + V_{шт} + V_{кр})]}{100} \quad (2.31)$$

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

$g_{бр} = 0,02 \%$

$$V_{бр} = \frac{0,02 * [200,20 - (0,03 + 0,058 + 0,305 + 3,88 + 23,51 + 1,03 + 5,14 + 0,66 + 0,05)]}{100}$$

$$V_{бр} = 0,03\%$$

$$V_x = 200,20 - (0,03 + 0,058 + 0,305 + 3,88 + 23,51 + 1,03 + 5,14 + 0,66 + 0,05 + 0,03) = 165,51\%$$

Вихід плановий для булочки «Здобна соєва» згідно літературних даних 168,5%. З огляду на це, можна зробити висновок, що плановий вихід перевищує фактичний.

Таблиця 2.13 – Зведена таблиця розрахунку виходу булочки «Здобна соєва»

| Види втрат і витрат при заданих технологічних умовах | Вихідні дані для розрахунку виходу булки |          | Втрати і витрати у перерахунку до тіста |          |
|------------------------------------------------------|------------------------------------------|----------|-----------------------------------------|----------|
|                                                      | Позначення                               | Величина | Позначення                              | Величина |
| 1                                                    | 2                                        | 3        | 4                                       | 5        |
| Вихід тіста                                          | $g_T \%$                                 | 200,20   | -                                       | -        |

|                                                                                   |                                      |      |           |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|------|-----------|--------|
| Втрати борошна до приготування тіста за умови безтарного зберігання               | $g_6$ , % до маси борошна            | 0,02 | $B_6$     | 0,03   |
| Втрати борошна і тіста у разі приготування в тістовому агрегаті                   | $g_t$ , % до маси тіста              | 0,05 | $B_t$     | 0,058  |
| Витрати сухих речовин на бродіння за умови приготування тіста на рідких заквасках | $g_{сух}$ % до СР тіста              | 3,0  | $З_{бр}$  | 3,88   |
| Витрати борошна під час оброблення тіста                                          | $g_{обр}$ , % до маси борошна        | 1    | $З_{обр}$ | 0,305  |
| Витрати на упікання                                                               | $g_{уп}$ , % до маси тіста           | 12   | $З_{уп}$  | 23,51  |
| Витрати під час укладання гарячого хліба                                          | $g_{укл}$ , % до маси гарячого хліба | 0,6  | $З_{укл}$ | 1,03   |
| Витрати від усихання хліба                                                        | $g_{ус}$ , % до маси гарячого хліба  | 3,0  | $З_{ус}$  | 5,14   |
| Втрати за рахунок неточної маси виробів                                           | $g_{шт}$ , % до маси гарячих виробів | 0,4  | $B_{шт}$  | 0,66   |
| Втрати з крихтами і ломом                                                         | $g_{кр}$ , % до маси борошна         | 0,03 | $B_{кр}$  | 0,05   |
| Втрати від перероблення браку                                                     | $g_{бр}$ , % до маси борошна         | 0,02 | $B_{бр}$  | 0,03   |
| Всього втрат і витрат у розмірності виходу тіста                                  | -                                    | -    | -         | 34,693 |

Проводиться розрахунок фактичного виходу хліба «Літній»:

Кількість вологи в сировині тіста хліба «Літній» визначають за формулою (2.17):

$$W_{сир} = \frac{100*14,5+1,5*75+1,4+1,0}{103,9} = 15,06 \%$$

Масу тіста визначають за формулою (2.18):

$$C_t = \frac{103,9*(100-15,06)}{100-44,5} = 159,1 \text{ кг}$$

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

$$B_6 = \frac{0,03*(100-14,5)}{100-44,5} = 0,05\%$$

Розраховують втрати борошна і напівфабрикатів від замішування до випікання,  $B_t$ , кг за формулами (2.20 – 2.21):

$$W_{\text{сер}} = \frac{44,5 + 15,06}{2} = 29,78\%$$

$$B_t = \frac{0,04 * (100 - 29,78)}{100 - 44,5} = 0,051 \%$$

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

$$З_{\text{обр}} = \frac{1 * (44,5 - 14,5)}{100 - 44,5} = 0,54 \%$$

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

$$З_{\text{бр}} = \frac{0,95 * 2,5 * (103,9 - 0,54) * (100 - 29,78)}{1,96 * 100 * (100 - 44,5)^2} = 0,029 \%$$

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

$$З_{\text{уп}} = \frac{12 * [159,1 - (0,05 + 0,051 + 0,59 + 0,029)]}{100} = 19,01 \%$$

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

$$З_{\text{укл}} = \frac{0,8 * [159,1 - (0,05 + 0,051 + 0,59 + 0,029 + 19,01)]}{100} = 1,11 \%$$

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

$$З_{\text{ус}} = \frac{4,0 * [159,1 - (0,05 + 0,051 + 0,59 + 0,029 + 19,01 + 1,11)]}{100} = 5,53 \%$$

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

$$B_{\text{шт}} = \frac{0,5 * [159,1 - (0,05 + 0,051 + 0,59 + 0,029 + 19,01 + 1,11 + 5,53)]}{100} = 0,66 \%$$

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

$$B_{\text{кр}} = \frac{0,03 * [159,1 - (0,05 + 0,051 + 0,59 + 0,029 + 19,01 + 1,11 + 5,53 + 0,66)]}{100} = 0,04 \%$$

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

$$B_{\text{бр}} = \frac{0,02 * [159,1 - (0,05 + 0,051 + 0,59 + 0,029 + 19,01 + 1,11 + 5,53 + 0,66 + 0,04)]}{100} = 0,03 \%$$

Таблиця 2.14 – Зведена таблиця розрахунку виходу хліба «Літній»:

| Види втрат і витрат при заданих технологічних умовах                              | Вихідні дані для розрахунку виходу батона |          | Втрати і витрати у перерахунку до тіста |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------|-----------------------------------------|----------|
|                                                                                   | Позначення                                | Величина | Позначення                              | Величина |
| 1                                                                                 | 2                                         | 3        | 4                                       | 5        |
| Вихід тіста                                                                       | $g_T$ %                                   | 159,1    | -                                       | -        |
| Втрати борошна до приготування тіста за умови безтарного зберігання               | $g_b$ , % до маси борошна                 | 0,03     | $B_b$                                   | 0,05     |
| Втрати борошна і тіста у разі приготування в тістовому агрегаті                   | $g_T$ , % до маси тіста                   | 0,04     | $B_T$                                   | 0,051    |
| Витрати сухих речовин на бродіння за умови приготування тіста на рідких заквасках | $g_{сук}$ % до СР тіста                   | 2,5      | $З_{бр}$                                | 0,029    |
| Витрати борошна під час оброблення тіста                                          | $g_{обр}$ , % до маси борошна             | 1        | $З_{обр}$                               | 0,54     |
| Витрати на упікання                                                               | $g_{уп}$ , % до маси тіста                | 12       | $З_{уп}$                                | 19,01    |
| Витрати під час укладання гарячого хліба                                          | $g_{укл}$ , % до маси гарячого хліба      | 0,8      | $З_{укл}$                               | 1,11     |
| Витрати від усихання хліба                                                        | $g_{ус}$ , % до маси гарячого хліба       | 4        | $З_{ус}$                                | 5,53     |
| Втрати за рахунок неточної маси виробів                                           | $g_{шт}$ , % до маси гарячих виробів      | 0,5      | $B_{шт}$                                | 0,66     |
| Втрати з крихтами і ломом                                                         | $g_{кр}$ , % до маси борошна              | 0,03     | $B_{кр}$                                | 0,04     |
| Втрати від перероблення браку                                                     | $g_{бр}$ , % до маси борошна              | 0,02     | $B_{бр}$                                | 0,03     |
| Всього втрат і витрат у розмірності виходу тіста                                  | -                                         | -        | -                                       | 27,05    |

За формулою (2.16) здійснюють розрахунок фактичного виходу хліба «Літній»:

$$V_x = 159,1 - (0,05 + 0,051 + 0,59 + 0,029 + 19,01 + 1,11 + 5,53 + 0,66 + 0,04 + 0,03) = 132,0 \%$$

Вихід плановий для хліба «Літній»: згідно літературних даних 132,5%. З огляду на це, можна зробити висновок, що плановий вихід перевищує фактичний.

Обчислюють фактичний вихід виробу для хліба «Європейський»:

Частку вологи в сировині знаходять за формулою (2.17):

$$W_{\text{сир}} = \frac{97*14,5+1,5*75+1,5+3,0*8,0}{103,0} = 15,0 \%$$

Знаходять масу тіста за формулою (2.18):

$$C_{\text{т}} = \frac{103,0*(100-15)}{100-45} = 159,18 \text{ кг}$$

Визначають за формулою (2.19) втрати борошна і напівфабрикатів від замішування тіста  $B_6$ , кг:

$$B_6 = \frac{0,06*(100-14,5)}{100-45} = 0,09 \%$$

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

$$W_{\text{сер}} = \frac{45+15}{2} = 30 \%$$

$$B_{\text{т}} = \frac{0,05*(100-30)}{100-45} = 0,06 \%$$

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

$$З_{\text{бр}} = \frac{0,95*3,2*(103,0-0,55)*(100-30)}{1,96*100*(100-45)^2} = 0,04 \%$$

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

$$З_{\text{обр}} = \frac{1*(45-14,5)}{100-45} = 0,55 \%$$

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

$$З_{\text{уп}} = \frac{8*[159,18-(0,09+0,06+0,04+0,55)]}{100} = 12,68 \%$$

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

$$З_{\text{укл}} = \frac{0,8*[159,18-(0,09+0,06+0,04+0,55+12,68)]}{100} = 1,17 \%$$

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

$$З_{\text{ус}} = \frac{4,0*[159,18-(0,09+0,06+0,04+0,55+12,68+1,17)]}{100} = 5,78 \%$$

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

$$B_{\text{шт}} = \frac{0,5*[159,18-(0,09+0,06+0,04+0,55+12,68+1,17+5,78)]}{100} = 0,69 \%$$

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

$$V_{кр} = \frac{0,03 * [159,18 - (0,09 + 0,06 + 0,04 + 0,55 + 12,68 + 1,17 + 5,78 + 0,69)]}{100} = 0,04 \%$$

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

$$V_{бр} = \frac{0,02 * [159,18 - (0,09 + 0,06 + 0,04 + 0,55 + 12,68 + 1,17 + 5,78 + 0,69 + 0,04)]}{100} = 0,03\%$$

Таблиця 2.15 – Зведена таблиця розрахунку виходу хліба «Європейський»

| Види втрат і витрат при заданих технологічних умовах                              | Вихідні дані для розрахунку виходу хліба |          | Втрати і витрати у перерахунку до тіста |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|----------|-----------------------------------------|----------|
|                                                                                   | Позначення                               | Величина | Позначення                              | Величина |
| 1                                                                                 | 2                                        | 3        | 4                                       | 5        |
| Вихід тіста                                                                       | $g_t$ , %                                | 159,18   | -                                       | -        |
| Втрати борошна до приготування тіста за умови безтарного зберігання               | $g_b$ , % до маси борошна                | 0,06     | $V_b$                                   | 0,09     |
| Втрати борошна і тіста у разі приготування в тістовому агрегаті                   | $g_t$ , % до маси тіста                  | 0,05     | $V_t$                                   | 0,06     |
| Витрати сухих речовин на бродіння за умови приготування тіста на рідких заквасках | $g_{сук}$ , % до СР тіста                | 3,2      | $З_{бр}$                                | 0,04     |
| Витрати борошна під час оброблення тіста                                          | $g_{обр}$ , % до маси борошна            | 1        | $З_{обр}$                               | 0,55     |
| Витрати на упікання                                                               | $g_{уп}$ , % до маси тіста               | 8        | $З_{уп}$                                | 12,68    |

Продовження таблиці 2.15

| 1                                        | 2                                    | 3    | 4         | 5    |
|------------------------------------------|--------------------------------------|------|-----------|------|
| Витрати під час укладання гарячого хліба | $g_{укл}$ , % до маси гарячого хліба | 0,8  | $З_{укл}$ | 1,17 |
| Витрати від усихання хліба               | $g_{ус}$ , % до маси гарячого хліба  | 4,0  | $З_{ус}$  | 5,78 |
| Втрати за рахунок неточної маси виробів  | $g_{шт}$ , % до маси гарячих виробів | 0,5  | $V_{шт}$  | 0,91 |
| Втрати з крихтами і ломом                | $g_{кр}$ , % до маси                 | 0,03 | $V_{кр}$  | 0,04 |

|                                                  |                        |      |     |       |
|--------------------------------------------------|------------------------|------|-----|-------|
|                                                  | борошна                |      |     |       |
| Втрати від перероблення браку                    | гбр, % до маси борошна | 0,02 | Вбр | 0,03  |
| Всього втрат і витрат у розмірності виходу тіста | -                      | -    | -   | 21,35 |

Передбачений вихід для хліба «Європейський» становитиме (2.16):

$$V_{\phi} = 159,18 - [0,09 + 0,06 + 0,04 + 0,55 + 12,68 + 1,17 + 5,78 + 0,69 + 0,04 + 0,03] \\ = 138,5 \%$$

У результаті проведених розрахунків встановлено що фактичний вихід більший ніж плановий.

### **2.2.5 Розрахунок виробничих рецептур і підбір технологічних параметрів**

Замість напівфабрикатів для булочки «Здобна соєва» буде проведено періодичним способом, у машинах періодичної дії [7].

Обрахунок кількості діж та ритму замішування проводять виходячи з витрат борошна за годину для замісу напівфабрикату.

Перш за все обраховують масу борошна, що максимально може бути завантажено у діжу  $G_{\text{д}}^{\text{б}}$ , кг, за формулою [8]:

$$G_{\text{д}}^{\text{б}} = \frac{V_{\text{д}} * q}{100}, \quad (2.28)$$

де  $V_{\text{д}}$  – об'єм діжі,  $\text{дм}^3$ ;  $V_{\text{д}} = 240 \text{ дм}^3$

$q$  – норма завантаження борошна на 100  $\text{дм}^3$  об'єму діжі, кг,  $q = 30$ .

$$G_{\text{д}}^{\text{б}} = \frac{240 * 30}{100} = 72,0 \text{ кг/год}$$

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

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

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

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

$$G_{\text{год}} = \frac{118,6 \cdot 100}{168,5} = 70,39 \text{ кг/год}$$

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

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

$$D_{\text{год}} = \frac{70,39}{72} \approx 0,98 = 1 \text{ шт}$$

Приймають 1 діжу.

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

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

$$r = \frac{60}{1} = 60 \text{ хв}$$

Кількість діж розраховують, виходячи з їх зайнятості на замішування і бродіння напівфабрикатів [8].

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

$$t_{\text{д}}^{\text{T}} = t_{\text{зам}}^{\text{T}} + t_{\text{зам}}^{\text{о}} + t_{\text{дод}} \quad (2.32)$$

де  $t_{\text{зам}}^{\text{T}}$  – тривалість замішування тіста, хв;

$t_{\text{зам}}^{\text{T}}$  – тривалість бродіння тіста, хв

$$t_{\text{д}}^{\text{T}} = 10 + 120 + 10 = 110 \text{ хв}$$

Необхідну кількість діж для приготування напівфабрикатів визначають за формулою:

$$D_{\text{T}} = \frac{t_{\text{д}}^{\text{T}}}{r} \quad (2.33)$$

$$D_{\text{T}} = \frac{140}{60} \approx 2,33 = 2 \text{ шт}$$

Отже на технологічний процес потрібно одну тістомісильну машини та 2 діжі.

Температуру води для замішування напівфабрикату  $t_{\text{в}}^{\text{о}}$ , °C, обчислюють за формулою:

$$t_{\text{в}}^{\text{о}} = t_{\text{о}} + \frac{G_{\text{б}}^{\text{T}} \cdot C_{\text{б}} \cdot (t_{\text{T}} - t_{\text{б}})}{G_{\text{в}}^{\text{н/ф}} \cdot C_{\text{в}}} + n \quad (2.34)$$

де  $t_{\text{о}}$  – задана температура опари та тіста, °C,  $t_{\text{о}} = 26$  °C;  $t_{\text{T}} = 31$  °C;

$G_{\text{б}}^{\text{о}}$  – кількість борошна в опарі, кг;



$G_6^T$  – кількість борошна в тісті, кг;

$t_6$  – температура борошна, °С;

$C_o$  – теплоємність напівфабрикату, кДж×К, обчислюють за формулою;

$G_o$  – кількість напівфабрикату, кг;

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

$G_B^o$  – кількість води, внесеної в опару, кг

$$t_B^T = 27 + \frac{100 * 1,257 * (28 - 20)}{50,24 * 4,19} + 1 = 32,8 \text{ °С}$$

Таблиця 2.16 – Технологічний режим приготування булочки «Здобна соєва»

| Параметри процесів                  | Одиниці виміру | Тісто   |
|-------------------------------------|----------------|---------|
| Початкова температура               | °С             | 28      |
| Кінцева кислотність                 | град           | 3,0     |
| Вологість                           | %              | 34,5    |
| Тривалість бродіння                 | хв             | 90-120  |
| Маса шматків тіста                  | кг             | 0,068   |
| Тривалість вистоювання              | хв             | 30-50   |
| Температура у вистійній шафі        | °С             | 35-40   |
| Відносна вологість у вистійній шафі | %              | 75-85   |
| Тривалість випікання                | хв             | 17      |
| Температура пекарної камери         | °С             | 180-200 |

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

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

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

$G_{\text{уп}}$  – упікання, %

$G_{\text{ус}}$  – усихання, %

$$n_{\text{шм}}^T = \frac{0,05 * 100 * 100}{(100 - 23,51) * (100 - 4,14)} = 0,068 \text{ кг}$$

Для замісу тіста для хліба «Літній» обрано періодичний спосіб замісу тіста.

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

$$G_{\text{д}}^{\text{б}} = \frac{270 \cdot 30}{100} = 81,0 \text{ кг/год}$$

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

$$G_{\text{год}} = \frac{360,9 \cdot 100}{103,9} = 347,35 \text{ кг/год}$$

$$D_{\text{год}} = \frac{347,35}{81,0} \approx 4,29 = 5 \text{ шт}$$

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

$$r = \frac{60}{5} = 12 \text{ хв}$$

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

$$t_{\text{д}}^{\text{т}} = 10 + 180 + 10 = 200 \text{ хв}$$

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

$$D_{\text{т}} = \frac{200}{60} \approx 3,33 = 3 \text{ шт}$$

Для забезпечення технологічного процесу потрібно одна тістомісильна машина марки та 3 діжі.

Розрахунок температури води на замішування тіста  $t_{\text{в}}^{\text{т}}$ , °C, за формулою (2.34):

$$t_{\text{в}}^{\text{т}} = 30 + \frac{100 \cdot 1,257 \cdot (30 - 20)}{55,15 \cdot 4,19} + 1 = 36,44 \text{ °C}$$

Знаходять величину шматків тіста з урахуванням затрат на упікання та усихання за формулою (2.37):

$$n_{\text{шм}}^{\text{т}} = \frac{0,6 \cdot 100 \cdot 100}{(100 - 19,01) \cdot (100 - 5,53)} = 0,7 \text{ кг}$$

Таблиця 2.17 – Технологічний режим приготування хліба «Літній»

| Параметри процесів    | Одиниці виміру | Тісто |
|-----------------------|----------------|-------|
| Початкова температура | °C             | 29-30 |
| Кінцева кислотність   | град           | 3,5   |
| Вологість             | %              | 44,5  |

|                                     |    |         |
|-------------------------------------|----|---------|
| Тривалість бродіння                 | хв | 180-210 |
| Маса шматків тіста                  | кг | 0,7     |
| Тривалість вистоювання              | хв | 30-45   |
| Температура у вистійній шафі        | °C | 30-35   |
| Відносна вологість у вистійній шафі | %  | 75-80   |
| Тривалість випікання                | хв | 35-40   |
| Температура пекарної камери         | °C | 170-230 |

Хліб «Європейський» замішують у машинах періодичної дії, у діжах

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

$$G_{\text{д}}^{\text{б}} = \frac{270 \cdot 30}{100} = 81,0 \text{ кг/год}$$

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

$$G_{\text{год}} = \frac{378,0 \cdot 100}{103,0} = 367,0 \text{ кг/год}$$

$$D_{\text{год}} = \frac{367,0}{81,0} \approx 4,53 = 5 \text{ шт}$$

Необхідно 5 діж.

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

$$r = \frac{60}{5} = 12 \text{ хв}$$

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

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

$$t_{\text{д}}^{\text{т}} = 10 + 60 + 10 + 35 + 10 = 125 \text{ хв}$$

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

$$D_{\text{т}} = \frac{125}{60} = 2 \text{ шт}$$

Отже на технологічний процес потрібно дві тістомісильні машини марки та 2 діжі.

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

$$t_B^o = 30 + \frac{45 \cdot 1,257 \cdot (30 - 16)}{12,68 \cdot 4,19} + 1 = 45,91 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Обчислюють температуру води на замішування тіста,  $t_B^T$ ,  $^\circ\text{C}$  (2.35):

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

$$C_{н/ф} = \frac{45 \cdot 1,257 + 12,68 \cdot 4,19}{103,0} = 1,06 \text{ кДж/кг} \cdot \text{K}$$

$$t_B^T = 30 + \frac{35 \cdot 1,257 \cdot (30 - 16)}{5,78 \cdot 4,19} + \frac{103,0 \cdot 1,06 \cdot (30 - 30)}{12,68 \cdot 4,19} = 55,43 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Таблиця 2.18 – Технологічний режим приготування хліба «Європейський»

| Параметри процесів                  | Одиниці виміру   | Опара | Тісто   |
|-------------------------------------|------------------|-------|---------|
| 1                                   | 2                | 3     | 4       |
| Початкова температура               | $^\circ\text{C}$ | 30    | 30      |
| Кінцева кислотність                 | град             | 3,0   | 2,5     |
| Вологість                           | %                | 48,0  | 45,0    |
| Тривалість бродіння                 | хв               | 60    | 35      |
| Маса шматків тіста                  | кг               | -     | 0,8     |
| Тривалість вистоювання              | хв               | -     | 55      |
| Температура у вистійній шафі        | $^\circ\text{C}$ | -     | 35      |
| Відносна вологість у вистійній шафі | %                | -     | 75      |
| Тривалість випікання                | хв               | -     | 30      |
| Температура пекарної камери         | $^\circ\text{C}$ | -     | 180-230 |

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

$$n_{шм}^T = \frac{0,7 \cdot 100 \cdot 100}{(100 - 12,68) \cdot (100 - 5,78)} = 0,8 \text{ кг}$$

### 2.3 Розрахунок витрат і запасів сировини

Розрахунок витрат сировини для булочки «Здобна соєва»

Здійснюють розрахунок добової потреби борошна:

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

$$G_6^{\text{доб}} = 70,39 \times 23 = 1618,97 \text{ кг/доб}$$

Розраховують добову витрату дріжджів за формулою:

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

$$G_{\text{др}}^{\text{доб}} = \frac{1618,97 * 5,0}{100} = 80,9 \text{ кг/доб}$$

Обчислюють добову витрату солі, кг:

Щоб розрахувати добову витрату солі використовують показник витрати товарної кухонної солі,  $G_c^T$ , % до маси борошна, який обчислюють за формулою:

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

$$G_c^T = \frac{1,0 * 100}{(100 - 0,25) * \frac{100 - 0,85}{100} - 0,6 * 0,85} = 1,02 \text{ кг}$$

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

$$G_c^{\text{доб}} = \frac{1618,97 * 1,02}{100} = 16,5 \text{ кг/доб}$$

Розраховують добову потребу цукру за формулою (2.39):

$$G_{\text{ц}}^{\text{доб}} = \frac{1618,97 * 20,0}{100} = 323,8 \text{ кг/доб}$$

Розрахунок добової потреби концентрату білкового соєвого:

$$G_{\text{конц}}^{\text{доб}} = \frac{1618,97 * 10,0}{100} = 161,9 \text{ кг/доб}$$

Розрахунок добової потреби олії соєвої:

$$G_{\text{ол}}^{\text{доб}} = \frac{1618,97 * 14,0}{100} = 226,7 \text{ кг/доб}$$

Добові витрати сировини для хліба «Літній»

За формулою (2.38) добова потреба борошна дорівнює:

$$G_6^{\text{доб}} = 347,35 \times 23 = 7989,05 \text{ кг/доб}$$

Добові витрату дріжджів за формулою (2.39):

$$G_{\text{др}}^{\text{доб}} = \frac{7989,05 * 1,5}{100} = 119,8 \text{ кг/доб}$$

Потреби на добу солі, кг (2.41):

$$G_c^T = \frac{1,4 \cdot 100}{(100 - 0,25) \cdot \frac{100 - 0,85}{100} - 0,6 \cdot 0,85} = 1,42 \text{ кг}$$

$$G_c^{\text{доб}} = \frac{7989,05 \cdot 1,42}{100} = 113,4 \text{ кг/доб}$$

Добові затрати олії соняшникової за формулою (2.39):

$$G_{\text{ол}}^{\text{доб}} = \frac{7989,05 \cdot 1,0}{100} = 79,9 \text{ кг/доб}$$

Розраховують витрати сировини, що потрібна для виробництва хліба «Європейський»:

За формулою (2.38) добова потреба борошна дорівнює:

$$G_b^{\text{доб}} = 367,0 \times 23 = 8441,0 \text{ кг/доб}$$

Добова витрата дріжджів у відповідності до формули (2.39):

$$G_{\text{др}}^{\text{доб}} = \frac{8441,0 \cdot 1,5}{100} = 126,6 \text{ кг/доб}$$

Солі на добу згідно формули (2.41) потрібно:

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

$$G_c^{\text{доб}} = \frac{8441,0 \cdot 1,52}{100} = 128,3 \text{ кг/доб}$$

Добова потреба клейковини пшеничної сухої за формулою (2.39):

$$G_{\text{кл}}^{\text{доб}} = \frac{18441,0 \cdot 3,0}{100} = 553,2 \text{ кг/доб}$$

Таблиця 2.19 – Добові витрати сировини

| Сировина                      | Булочка<br>«Здобна<br>соєва» | Хліб<br>«Літній» | Хліб<br>«Європейський» | Разом    |
|-------------------------------|------------------------------|------------------|------------------------|----------|
| Борошно пшеничне в/с          | 1618,97                      | -                | 8441,0                 | 10059,97 |
| Борошно пшеничне 1<br>сорт    |                              | 7989,05          | -                      | 7989,05  |
| Дріжджі х/п пресовані         | 80,9                         | 119,8            | 126,6                  | 327,3    |
| Сіль кухонна харчова          | 16,5                         | 113,4            | 128,3                  | 258,2    |
| Цукор білий                   | 323,8                        | -                | -                      | 323,8    |
| Олія соняшникова              | -                            | 79,9             | -                      | 79,9     |
| Олія соєва                    | 226,7                        | -                | -                      | 226,7    |
| Концентрат білковий<br>соєвий | 161,9                        | -                | -                      | 161,9    |
| Клейковина пшенична<br>суха   | -                            | -                | 553,2                  | 553,2    |

## 2.4 Розрахунок площ основних та допоміжних приміщень

Таблиця 2.20 – Складський запас сировини

| Найменування сировини            | Добові витрати | Спосіб зберігання         | Запас, діб | Необхідний запас сировини |
|----------------------------------|----------------|---------------------------|------------|---------------------------|
| 1                                | 2              | 3                         | 4          | 5                         |
| Борошно пшеничне вищого сорту    | 10059,97       | В мішках                  | 7          | 70419,79                  |
| Борошно пшеничне 1 сорту         | 7989,05        | В мішках                  | 7          | 55923,35                  |
| Дріжджі хлібопекарські пресовані | 327,3          | В ящиках на полицях       | 3          | 981,9                     |
| Сіль кухонна харчова             | 258,2          | В мішках                  | 15         | 3873,0                    |
| Цукор білий                      | 323,8          | В мішках                  | 15         | 4857,0                    |
| Олія соняшникова                 | 79,9           | В бочках                  | 15         | 1198,5                    |
| Олія соєва                       | 226,7          | В бочках                  | 15         | 3400,5                    |
| Концентрат білковий соєвий       | 161,9          | В мішках                  | 5          | 809,5                     |
| Клейковина пшенична суха         | 553,2          | В герметичних контейнерах | 15         | 8298,0                    |

Здійснюють розрахунок площ необхідних для зберігання сировини:

Розраховують площу для зберігання борошна:

$$F = \frac{G_b * f}{g * k} * \mu \quad (2.42)$$

де  $G_b$  – маса борошна, що зберігається, кг;

$f$  – площа штабеля,  $m^2$  ( $f = 1,25 \times 1,0$ );

$g$  – маса мішка, кг ( $g = 50$ кг);

$k$  – кількість мішків у штабелі, шт ( $k = 24$ );

$\mu$  – коефіцієнт, що враховує проїзди, проходи ( $\mu = 1,25$ )

Борошно вищого сорту

$$F = \frac{70419,79 * (1,25 * 1,0)}{50 * 24} * 1,25 = 91,69 \text{ м}^2$$

Борошно першого сорту

$$F = \frac{55923,35 \cdot (1,25 \cdot 1,0)}{50 \cdot 24} \cdot 1,25 = 72,82 \text{ м}^2$$

Розраховують потрібну площу складу для сировини за формулою:

$$F_c = \frac{G_{\text{зап}}}{g_{\text{сер}}} \quad (2.43)$$

де  $G_{\text{зап}}$  – запас сировини, що зберігається;

$g_{\text{сер}}$  – середнє навантаження на  $1 \text{ м}^2$ ,  $\text{кг/м}^2$  (для солі – 800, для цукру – 800, для маргарину – 400, для дріжджів – 540, для патоки – 660) [8].

Площа складу для солі:

$$F_c^s = \frac{3873,0}{800} = 4,84 \text{ м}^2$$

Площа для цукру – піску:

$$F_{\text{ц}}^c = \frac{4857,0}{800} = 6,07 \text{ м}^2$$

Для олії соняшnikової:

$$F_{\text{сон}}^c = \frac{1198,5}{660} = 1,82 \text{ м}^2$$

Для олії соєвої:

$$F_{\text{соє}}^c = \frac{3400,5}{660} = 5,15 \text{ м}^2$$

Для концентрату білкового соєвого:

$$F_{\text{кон}}^c = \frac{1198,5}{540} = 2,22 \text{ м}^2$$

Для клейковини пшеничної сухої:

$$F_{\text{кл}}^c = \frac{981}{800} = 1,23 \text{ м}^2$$

Розраховують необхідну площу холодильної камери для зберігання дріжджів:

$$F_{\text{др}}^c = \frac{981,9}{540} = 1,82 \text{ м}^2$$

Таким чином площа складу для тарного зберігання сировини становитиме

$$F_{\text{зар}} = 91,69 + 72,82 + 3,37 + 6,05 + 7,56 + 2,76 + 7,80 + 4,11 + 1,54 = 197,7 \text{ м}^2$$

Конструктивно приймаємо площу складу  $198 \text{ м}^2$ .



Таблиця 2.21 – Розрахунок площі складу тарного зберігання сировини

| Вид сировини                     | Необхідний запас, т | Середнє навантаження | Площа для зберігання, м <sup>2</sup> |
|----------------------------------|---------------------|----------------------|--------------------------------------|
| 1                                | 2                   | 3                    | 4                                    |
| Борошно пшеничне вищого сорту    | 91,69               | -                    | F = 91,69                            |
| Борошно пшеничне першого сорту   | 72,82               |                      | F = 72,82                            |
| Дріжджі хлібопекарські пресовані | 1,82                | 0,54                 | F = 1,82 ÷ 0,54 = 3,37               |
| Сіль кухонна харчова             | 4,84                | 0,8                  | F = 4,84 ÷ 0,8 = 6,05                |
| Цукор пісок                      | 6,07                | 0,8                  | F = 6,07 ÷ 0,8 = 7,56                |
| Олія соняшникова                 | 1,82                | 0,66                 | F = 1,82 ÷ 0,66 = 2,76               |
| Олія соєва                       | 5,15                | 0,66                 | F = 5,15 ÷ 0,66 = 7,80               |
| Концентрат білковий соєвий       | 2,22                | 0,54                 | F = 2,22 ÷ 0,54 = 4,11               |
| Клейковина пшенична суха         | 1,23                | 0,8                  | F = 1,23 ÷ 0,8 = 1,54                |
| Разом                            | -                   | -                    | 197,7                                |

## 2.5 Підбір та розрахунок технологічного обладнання

Розрахунок силосно – просіювального відділення

Обраховують кількість борошняних ліній за формулою [8]:

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

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

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

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

$$N_{\text{б.л}} = \frac{70,39+347,35+367,0}{0,15*90\%} = 5 \text{ шт}$$

До встановлення приймають п'ять просіювальних ліній.

Обрахунок обладнання для розробки напівфабрикатів.

Для поділу тістових заготовок булочки «Здобна соєва» використовують ділильно – округлювальний напіваавтомат

Розрахунок обладнання для розробки тістових заготовок хліба «Літній»

Тістоподільник

Обчислюють кількість тістових заготовок за хвилину  $N_d$ , відповідно до формули:

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

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

$g_v$  – маса виробу, кг.

$$N_d = \frac{360,9}{0,6*60} = 11 \text{ шт/хв}$$

Для поділу виробів приймають до встановлення тістоподільник EASY200E

Розрахунок обладнання для розробки тістових заготовок хліба «Європейський»

Тістоподільник

Обчислюють кількість тістових заготовок за хвилину  $N_d$ , відповідно до формули:

$$N_d = \frac{378,0}{0,7*60} = 9 \text{ шт/хв}$$

Для поділу виробів приймають до встановлення тістоподільник EASY200E

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

Визначають площу хлібосховища для виробів за формулою:

Необхідна кількість контейнерів на термін зберігання:

$$N_B = \frac{P_{\text{год}} * t_{\text{зб}}}{n_B * g_B * N_B} \quad (2.46)$$

де  $g_B$  – маса виробу, кг;

$n$  – кількість виробів на лотку, шт;

$N_L$  – кількість лотків на контейнері

Для булочки «Здобна соєва»

$$N_B = \frac{118,6 * 2}{18 * 0,05 * 18} \approx 14,64 = 15 \text{ шт}$$

Для хліба «Літній»:

$$N_B = \frac{360,9 * 2}{18 * 0,6 * 8} \approx 8,35 = 9 \text{ шт}$$

Для хліба «Європейський»:

$$N_B = \frac{378,0 * 2}{18 * 0,7 * 8} \approx 7,50 = 8 \text{ шт}$$

Всього контейнерів на термін зберігання – 36 шт.

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

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

$t_{\text{зб}}$  – період зберігання, год.

$$S_{\text{хл}} = \frac{(118,6 + 360,9 + 378,0) * 8 * 30}{1000} = 206 \text{ м}^2$$

Розраховую площу експедиції:

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

$$S_{\text{експ}} = 0,2 \times 206 = 41,2 \text{ м}^2$$

Таблиця 2.22 – Специфікація основного технологічного обладнання [16]

| № п/п | Найменування        | Кількість | Марка     | Довжина, мм | Ширина, мм | Висота, мм | Примітки |
|-------|---------------------|-----------|-----------|-------------|------------|------------|----------|
| 1     | Приймальник борошна | 3         | ХМ-1      | 2480        | 3300       | 3150       |          |
| 2     | Перемикач           | 1         | КСД2-203  | 3100        | 2500       | 2700       |          |
| 3     | Бункер              | 1         | А1-ХБУ-26 | 4000        | 3220       | 4850       |          |
| 4     | Виробничий бункер   | 1         | ХЕ-112    | 1500        | 1700       | 2841       |          |
| 5     | Дозатор борошна     | 4         | Ш2-ХДА    | 1540        | 870        | 1930       |          |
| 6     | Просіювач           | 1         | П2-П      | 1138        | 740        | 1960       |          |
| 7     | Проміжний бункер    | 1         | А2-ХЛИ    | 1982        | 668        | 410        |          |

|    |                          |    |            |      |      |      |  |
|----|--------------------------|----|------------|------|------|------|--|
| 8  | Автоматичні ваги         | 1  | РТЦЗМ      | 1216 | 1050 | 1870 |  |
| 9  | Дозувальна станція       | 4  | ВНИИХП 0,4 | 985  | 920  | 1980 |  |
| 10 | Тістомісильна машина     | 3  | ES-250     | 1970 | 1050 | 1460 |  |
| 11 | Діжі                     | 10 | ES         | 980  | 1000 | 902  |  |
| 12 | Діжеперекидач            | 3  | A2-ХПД2-2  | 1700 | 1500 | 2870 |  |
| 13 | Тістоподільна машина     | 1  | EASY200E   | 1820 | 1160 | 1590 |  |
| 14 | Тістозакатувальна машина | 3  | PMRC-2000  | 1400 | 750  | 1520 |  |
| 15 | Транспортер стрічковий   | 3  | A2-ХЧИ-1   | 2000 | 560  | 690  |  |
| 16 | Тістоокруглювач          | 3  | PMRC-2000  | 1000 | 910  | 1520 |  |
| 17 | Піч ротаційна            | 3  | PMDF200    | 2700 | 1900 | 2500 |  |
| 18 | Контейнери               | 60 | A2-XTM-25  | 900  | 836  | 1737 |  |
| 19 | Пакувальна машина        | 3  | BG-250BSF  | 3761 | 670  | 1412 |  |
| 20 | Шафа для вистоявання     | 3  | PMDF200    | 1900 | 1900 | 2500 |  |

## 2.6 Технохімічний контроль виробництва продуктів запроєктованого асортименту

Технохімічний контроль є невід'ємною складовою системи управління якістю на підприємствах хлібопекарської галузі. Його основним завданням є забезпечення стабільності технологічного процесу, дотримання вимог нормативної документації, своєчасне виявлення відхилень від установлених параметрів виробництва та гарантування високої якості готової продукції. Як зазначається у працях Дробот В.І., ефективно організований технохімічний контроль дозволяє забезпечити випуск безпечної продукції з прогнозованими показниками якості та мінімізувати виробничі втрати [1].

У проєктованому хлібопекарському цеху технохімічний контроль здійснюється на всіх етапах виробництва булочки «Черкаська», хліба «Літній» та хліба «Європейський», починаючи від приймання сировини і завершуючи контролем готової продукції перед реалізацією.

Вхідний контроль сировини спрямований на перевірку її відповідності вимогам чинних стандартів, технічних умов та супровідної документації.

Контролю підлягають: борошно пшеничне; дріжджі хлібопекарські пресовані; кухонна сіль; цукор-пісок; маргарин; рослинна олія; вода питна; допоміжні матеріали.

Під час контролю визначають: органолептичні показники; вологість; кислотність; зараженість шкідниками хлібних запасів; наявність супровідних сертифікатів якості та безпечності.

Особлива увага приділяється контролю борошна, оскільки його хлібопекарські властивості безпосередньо впливають на якість готових виробів.

На етапі виробництва здійснюється контроль основних параметрів технологічного процесу.

Під час підготовки сировини контролюють: правильність дозування компонентів; температуру води; точність роботи дозувального обладнання.

На стадії замішування тіста контролюють: тривалість замішування; температуру тіста; вологість тіста; рівномірність розподілу компонентів.

Під час бродіння тіста визначають: тривалість бродіння; кислотність тіста; температуру середовища; ступінь розпушення тіста.

На етапах поділу, округлення та вистоювання тістових заготовок контролюють: масу заготовок; точність роботи тістоподільного обладнання; тривалість вистоювання; температуру та відносну вологість повітря у шафах вистоювання.

Відхилення від установлених параметрів можуть призвести до погіршення структури м'якушки, зниження об'єму виробів та погіршення органолептичних характеристик готової продукції.

Таблиця 2.23 – Метрологічне забезпечення якості продукції на підприємстві [9]

| Контрольовані показники | Засіб вимірювання | Межі вимірювання | Ціна поділки | Періодичність контролю | Місце контролю |
|-------------------------|-------------------|------------------|--------------|------------------------|----------------|
| Маса борошна,           | Ваги              | 0–150 кг         | 0,01 кг      | Кожна партія           | Склад сировини |

|                                             |                                    |            |           |                    |                                |
|---------------------------------------------|------------------------------------|------------|-----------|--------------------|--------------------------------|
| цукру, солі та інших компонентів            | електронні                         |            |           |                    |                                |
| Температура води                            | Термометр цифровий                 | 0–100 °C   | 0,1 °C    | Кожна заміска      | Водопідготовче відділення      |
| Температура тіста                           | Термометр щуповий                  | 0–100 °C   | 0,1 °C    | Кожна заміска      | Тістоприготувальн е відділення |
| Вологість борошна                           | Вологомір лабораторний             | 0–50 %     | 0,1 %     | Кожна партія       | Виробнича лабораторія          |
| Кислотність тіста                           | Лабораторний титрувальний комплект | 0–20 град. | 0,1 град. | Кожна партія тіста | Виробнича лабораторія          |
| Тривалість бродіння тіста                   | Секундомір                         | 0–24 год   | 1 с       | Кожна заміска      | Тістоприготувальн е відділення |
| Температура у вистійній шафі                | Термометр цифровий                 | 0–100 °C   | 0,1 °C    | Щозміни            | Вистійне відділення            |
| Відносна вологість повітря у вистійній шафі | Психрометр                         | 20–100 %   | 1 %       | Щозміни            | Вистійне відділення            |
| Температура пекарної камери                 | Термопара, термометр               | 0–350 °C   | 1 °C      | Постійно           | Пекарне відділення             |
| Маса тістових заготовок                     | Ваги електронні                    | 0–10 кг    | 1 г       | Кожна партія       | Тістообробне відділення        |
| Маса готових виробів                        | Ваги лабораторні                   | 0–5 кг     | 1 г       | Кожна партія       | Експедиція                     |
| Вологість готових виробів                   | Вологомір лабораторний             | 0–100 %    | 0,1 %     | Вибірково          | Виробнича лабораторія          |
| Кислотність готових виробів                 | Лабораторний титрувальний комплект | 0–20 град. | 0,1 град. | Вибірково          | Виробнича лабораторія          |
| Пористість м'якушки                         | Прилад Журавльова                  | 0–100 %    | 1 %       | Вибірково          | Виробнича лабораторія          |

Після завершення технологічного процесу здійснюється контроль якості булочки «Черкаська», хліба «Літній» та хліба «Європейський».

Оцінюють такі показники:

Органолептичні: зовнішній вигляд; форма виробу; стан поверхні; колір скоринки; структура м'якушки; смак і запах.

Фізико-хімічні: вологість; кислотність; пористість; маса виробу; вихід готової продукції.

На підприємстві передбачається функціонування виробничої лабораторії, яка здійснюватиме: контроль якості сировини; контроль напівфабрикатів; контроль готової продукції; перевірку дотримання технологічних режимів; ведення виробничої документації; аналіз причин виникнення дефектів продукції.

Лабораторія оснащується необхідними приладами для визначення вологості, кислотності, пористості та інших показників якості сировини і готових виробів.

Таким чином, система технохімічного контролю проєктованого хлібопекарського цеху охоплює всі стадії виробництва булочки «Черкаська», хліба «Літній» та хліба «Європейський». Її функціонування забезпечує стабільність технологічних процесів, відповідність продукції вимогам нормативної документації, підвищення рівня безпечності та якості виробів, а також ефективність роботи підприємства в цілому.

## **З БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ**

### **3.1 Організація безпечної роботи електроустановок**

На сучасних хлібопекарських підприємствах значна частина виробничих процесів здійснюється із застосуванням електрифікованого технологічного

обладнання. Тістомісильні машини, тістоподільники, тістоокруглювачі, транспортери, вистійні шафи, печі, пакувальні автомати та інші установки працюють від електричної мережі, що зумовлює необхідність забезпечення належного рівня електробезпеки під час їх експлуатації.

Основною метою організації безпечної роботи електроустановок є запобігання ураженню працівників електричним струмом, попередження виникнення пожеж, аварійних ситуацій та забезпечення надійної роботи технологічного обладнання.

До основних небезпечних факторів під час експлуатації електроустановок належать: прямий дотик до струмопровідних частин, що перебувають під напругою; пошкодження ізоляції електричних проводів та кабелів; поява напруги на металевих частинах обладнання внаслідок пробоя ізоляції; короткі замикання в електричних колах; перевантаження електромереж; підвищена вологість виробничих приміщень; статична електрика та електромагнітні поля.

Для забезпечення безпечної експлуатації електроустановок у проєктованому хлібопекарському цеху передбачається впровадження комплексу технічних та організаційних заходів.

До технічних заходів належать: захисне заземлення всіх металевих частин технологічного обладнання; використання автоматичних вимикачів та пристроїв захисного відключення; застосування ізольованих електропроводів і кабельних ліній; захист електричних мереж від перевантажень і коротких замикань; встановлення захисних кожухів та огорожень струмопровідних частин; використання електрообладнання, що відповідає вимогам чинних стандартів; проведення регулярних перевірок стану ізоляції електромереж.

Організаційні заходи передбачають: призначення відповідальних осіб за електрогосподарство підприємства; проведення вступного та періодичного інструктажів з електробезпеки; навчання працівників безпечним методам роботи з електрообладнанням; проведення планово-попереджувальних ремонтів електроустановок; контроль технічного стану електрообладнання; своєчасне усунення виявлених несправностей.



Особливу увагу необхідно приділяти електрообладнанню, яке працює в умовах підвищеної вологості та температури. Такі умови характерні для хлібопекарських підприємств через використання вистійних шаф, парозволожувальних пристроїв та пекарних печей. У зв'язку з цим усі електроустановки повинні відповідати вимогам електробезпеки щодо ступеня захисту від вологи та пилу.

Під час виконання ремонтних або профілактичних робіт обладнання необхідно повністю відключати від джерел живлення із застосуванням попереджувальних плакатів та блокувальних пристроїв. Виконання таких робіт допускається лише працівниками, які мають відповідну кваліфікацію та групу допуску з електробезпеки.

Працівники виробничих діляниць повинні знати правила надання першої домедичної допомоги потерпілим від дії електричного струму. У разі виникнення аварійної ситуації необхідно негайно відключити електроживлення, звільнити потерпілого від дії струму безпечним способом та викликати медичну допомогу.

Організація безпечної роботи електроустановок є важливою складовою системи охорони праці на хлібопекарському підприємстві. Виконання комплексу технічних і організаційних заходів дозволяє мінімізувати ризик ураження електричним струмом, забезпечити безпечні умови праці персоналу, підвищити надійність роботи технологічного обладнання та запобігти виникненню аварійних ситуацій.

### **3.2 Ризик як кількісна оцінка небезпек**

Сучасний розвиток промисловості, транспорту, енергетики та інших сфер господарської діяльності супроводжується виникненням різноманітних небезпечних і шкідливих факторів, що можуть негативно впливати на життя і здоров'я людини, стан навколишнього природного середовища та матеріальні цінності. Саме тому одним із ключових понять безпеки життєдіяльності є

ризик, який використовується для кількісної оцінки небезпек і прийняття ефективних управлінських рішень щодо їх мінімізації.

Ризик являє собою ймовірність виникнення небажаної події та величину можливих негативних наслідків її реалізації. На відміну від поняття «небезпека», яке характеризує потенційну можливість заподіяння шкоди, ризик дає змогу кількісно оцінити ступінь цієї небезпеки. Таким чином, ризик є інтегральним показником, що поєднує ймовірність настання небезпечної події та тяжкість її наслідків.

У практиці управління безпекою використовують різні види ризику. Індивідуальний ризик характеризує ймовірність загибелі або травмування окремої людини внаслідок впливу небезпечного фактора протягом визначеного періоду часу. Соціальний ризик оцінює можливість виникнення подій із великою кількістю потерпілих. Професійний ризик пов'язаний із виконанням працівниками виробничих обов'язків та визначає ймовірність ушкодження здоров'я під час трудової діяльності.

Оцінювання ризику є важливою складовою системи управління охороною праці та безпекою виробництва. Воно дозволяє своєчасно виявляти потенційні джерела небезпеки, визначати найбільш критичні виробничі процеси, прогнозувати можливі аварійні ситуації та обґрунтовувати комплекс профілактичних заходів. На основі результатів оцінювання ризиків розробляються організаційні, технічні, санітарно-гігієнічні та економічні заходи, спрямовані на зменшення рівня небезпеки.

Процес оцінювання ризику включає кілька основних етапів. Спочатку здійснюється ідентифікація небезпек, тобто виявлення всіх потенційних джерел загроз. Далі проводиться аналіз умов виникнення небезпечних ситуацій, визначається ймовірність їх реалізації та оцінюється тяжкість можливих наслідків. На завершальному етапі приймається рішення щодо необхідності впровадження заходів із зниження ризику до прийнятного рівня.

Для кількісної оцінки ризиків використовують статистичні, експертні, аналітичні та розрахункові методи. Статистичний метод базується на аналізі

даних про виробничий травматизм, аварії та професійні захворювання за попередні роки. Експертний метод застосовується у випадках недостатності статистичної інформації та ґрунтується на оцінках кваліфікованих спеціалістів. Аналітичні методи передбачають використання математичних моделей, дерев відмов, дерев подій, логіко-ймовірнісних схем та інших сучасних інструментів аналізу.

Особливого значення оцінювання ризиків набуває на підприємствах харчової промисловості, зокрема у хлібопекарському виробництві. Тут потенційними небезпеками є робота з високотемпературним обладнанням, обертовими механізмами, електроустановками, парою, борошняним пилом, шумом та іншими виробничими чинниками. Систематичне оцінювання ризиків дає можливість своєчасно виявляти небезпечні виробничі процеси, попереджувати нещасні випадки, забезпечувати належний рівень охорони праці та підтримувати безпечні умови роботи персоналу.

Отже, ризик є універсальним кількісним показником оцінки небезпек, який дозволяє визначити ймовірність виникнення небезпечних ситуацій та масштаби їх можливих наслідків. Використання сучасних методів оцінювання ризиків є невід'ємною складовою системи управління безпекою життєдіяльності, сприяє підвищенню рівня виробничої безпеки, зниженню професійного травматизму та забезпеченню ефективного функціонування підприємств.

## **ВИСНОВКИ**

У кваліфікаційній роботі виконано проєкт хлібопекарського цеху з виробництва хлібобулочних виробів із застосуванням сучасних технологічних рішень. На основі проведених досліджень, технологічних та техніко-економічних розрахунків обґрунтовано доцільність створення цеху з виробництва булочки «Здобна соєва», хліба «Літній» та хліба «Європейський».

У процесі виконання роботи проведено техніко-економічне обґрунтування проєкту, проаналізовано ринок хлібобулочних виробів, сировинну базу та канали реалізації продукції. Обґрунтовано вибір місця розташування підприємства в місті Калуш Івано-Франківської області, що характеризується вигідним транспортно-географічним положенням, наявністю достатньої сировинної бази та сформованим ринком збуту готової продукції.

На підставі аналізу споживчого попиту сформовано асортимент продукції, який включає булочку «Здобна соєва», хліб «Літній» та хліб «Європейський». Обраний асортимент поєднує вироби масового попиту та продукцію з покращеними споживчими характеристиками, що дозволяє забезпечити стабільний збут і підвищити конкурентоспроможність підприємства.

Застосування сучасних технологічних рішень у проєктованому хлібопекарському цеху сприятиме підвищенню ефективності виробництва, покращенню якості хлібобулочних виробів, зниженню виробничих витрат та забезпеченню стабільної роботи підприємства в умовах сучасного ринку.

Отримані результати свідчать про технічну та економічну доцільність реалізації проєкту. Запроєктований хлібопекарський цех здатний забезпечити населення якісною та безпечною продукцією, а впровадження сучасних технологій створює передумови для його успішного функціонування та подальшого розвитку.

## **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Кавецький В.В., Козловський В.В., Причепа І.В. Економічне обґрунтування інноваційних рішень: практикум – Вінниця: ВНТУ, 2016 – 112с.
2. Новіков Ф. В. Техніко-економічне обґрунтування сучасних технологій виробництва : навч. посібник / Ф. В. Новіков, Д. Ф. Новіков, О. А. Єрмоленко та ін. – Дніпро: ЛПРА, 2022. – 256 с.

3. ДСТУ 46.075:2003. Борошно пшеничне. Технічні умови.
4. ДСТУ 4583:2006. Хлібобулочні вироби. Загальні технічні умови.
5. Процеси і апарати харчових виробництв. Курсове проектування: Навч. Посібник. /За ред. Проф. І.Ф. Малежика. – К.: Нухт, 2012. – 543 с..
6. Гусак В. П. Технологічне обладнання хлібопекарських підприємств. Київ : УДУХТ, 2017.
7. Дробот В. І. Технологія хлібопекарського виробництва: Підруч. Для студентів вищих навчальних закладів. / В. І. Дробот. 2-ге вид., доповнене та перероблене Київ: ПрофКнига, 2024. 516 с
8. Дробот В. І. Технологічні розрахунки у хлібопекарському виробництві : навч.-метод. посіб. Київ : Кондор, 2010. 440 с.
9. Дробот В. І. Технохімічний контроль сировини та хлібобулочних і макаронних виробів. Київ : Кондор, 2015. 958 с.
10. Ковальова Н. П., Беспалов Ю. І. Технологія хліба, хлібобулочних і борошняних виробів. Київ : Центр навчальної літератури, 2015.
11. Литвиненко В. В. Проектування підприємств хлібопекарської промисловості. Харків : УкрНДІ, 2018.
12. Стадник І. Я. Технологічне обладнання хлібопекарського, макаронного, кондитерського та харчоконцентратного виробництв [Електронний ресурс] : курс лекцій. URL: <https://dl.tntu.edu.ua/content.php?cid=366172> (дата звернення: 15.04.2026).
13. Лісовенко О. Технологічне обладнання хлібопекарських і макаронних виробництв. Київ : Наукова думка, 2010. 287 с.
14. Технологічне устаткування хлібопекарського, макаронного і кондитерського виробництв / В. Ф. Петько та ін. ; за ред. О. І. Гапонюка. Київ : ЦУЛ, 2017. 432 с.
15. Мельник І. І. Основи проектування підприємств харчової промисловості. Львів : Новий Світ, 2020.
16. Райтер Н. М., Макаренкова А. А. Серія хлібопекарського та кондитерського виробництва

17. Технологія борошняних кондитерських і хлібобулочних виробів / за заг. ред. Г. М. Лисюк. Суми : Університетська книга, 2009. 464 с.
18. Основи професійної безпеки та здоров'я людини : підручник / В. В. Березуцький та ін. ; за ред. В. В. Березуцького. Харків : НТУ «ХП», 2018. 553 с.
19. Цивільна оборона : навч. посіб. / М. А. Кулаков та ін. Харків : НТУ «ХП», 2008. 312 с.
20. Закон України «Про охорону праці»