

Кваліфікаційна робота

На здобуття освітнього ступеня

Бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект цеху з виробництва пшеничних хлібобулочних виробів

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

(шифр і назва спеціальності)

Бучковський О.Р.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Кравченко Х.Ю.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Карпик Г.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач
кафедри Кухтин М.Д.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент Деркач А.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

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

Факультет _____ інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)

Кафедра _____ харчової біотехнології і хімії
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Кухтин М.Д.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«___» _____ 2025 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 _____ Бучковському Олександровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект цеху з виробництва пшеничних хлібобулочних виробів

Керівник роботи _____ к.т.н., Кравченко Христина Юріївна

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

Затверджені наказом ректора від «20» січня 2025 року № 4/7-16

2. Термін подання студентом завершеної роботи 20.06.2025 р.

3. Вихідні дані до роботи хліб «Княжий тостерний з висівками», хліб «Вечірній»

Піч: Вистійно-пічний агрегат П6-ХРМ

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

Техніко-економічне обґрунтування проекту;

Технологічна частина: вибір, обґрунтування та опис технологічних схем, характеристика

сировини, основних і допоміжних матеріалів, технологічні розрахунки, розрахунок площ

складських приміщень для сировини, тари, допоміжних та пакувальних матеріалів, площ

холодильних камер та складів готової продукції, розрахунок і вибір технологічного обладнання,

технохімічний контроль виробництва;

Безпека життєдіяльності, основи охорони праці

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

Апаратурно-технологічні схеми виробництва – 2 л. А1

План цеху – 1 л. А1

Поздовжній розріз – 1 л. А1

Поперечний переріз – 1 л. А1

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 20.01.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	27.01.25 р.	
2	Техніко-економічне обґрунтування	28.01 – 29.01.2025 р.	
3	Технологічна частина	30.01 – 9.02.2025 р. 2.06 – 6.06.2025 р.	
4	Вибір та обґрунтування технологічних процесів та режимів виробництва	30.01.2025 р.	
5	Технологічні розрахунки запроєктованого асортименту	31.01 – 6.02.2025 р.	
6	Технохімічний контроль виробництва	7.02 – 9.02.2025 р.	
7	Розрахунок витрат і запасів сировини. Розрахунок площ виробничих приміщень	2.06 – 3.06.2025 р.	
8	Підбір і розрахунок технологічного обладнання	4.06 - 6.06.2025 р.	
9	Викреслювання аркушів графічної частини	7.06 – 15.06.2025 р.	
10	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	16.06.2025 р.	
11	Висновки. Список використаних інформаційних джерел	17.06.2025 р.	
12	Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки. Подача роботи для перевірки на плагіат	18.06.2025 р.	
13	Подання кваліфікаційної роботи до захисту	20.06.2025 р.	

Студент

(підпис)

Бучковський О.Р.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Кравченко Х.Ю.

(прізвище та ініціали)

АННОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота бакалавра на тему: «Проект цеху з виробництва пшеничних хлібобулочних виробів».

Структурно вона складається з трьох основних розділів і списку використаних джерел, що налічує 15 позицій. Загальний обсяг роботи – 57 сторінок. В пояснювальній записці представлено 50 формул і 19 таблиць.

Перший розділ містить техніко-економічне обґрунтування, де розглядаються особливості розташування підприємства, характеристика сировинної бази, аргументація вибору асортименту продукції, а також визначено шляхи реалізації готових виробів.

Другий розділ присвячено технологічним розрахункам, які є основною частиною виробничого процесу.

У третьому розділі розглянуто питання охорони праці та забезпечення безпеки в умовах надзвичайних ситуацій.

ЗМІСТ

	ст.
ВСТУП.....	7
1 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	8
1.1 Характеристика місця розташування підприємства.....	8
1.2 Обґрунтування асортименту продукції.....	10
1.3 Характеристика сировинної зони.....	11
1.4 Характеристика каналів реалізації продукції.....	12
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	14
2.1 Вибір та обґрунтування технологічних процесів й режимів виробництва продуктів запроєктованого асортименту.....	14
2.1.1 Нормативні показники продуктів запроєктованого асортименту ..	14
2.1.2 Вибір та обґрунтування технологічних схем	14
2.1.3 Характеристика сировини та допоміжних матеріалів	15
2.1.4 Опис технологічного процесу продуктів запроєктованого асортименту.....	15
2.2 Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту.	18
2.2.1 Таблиця вихідних даних для розрахунку запроєктованого асортименту	18
2.2.2 Підбір та розрахунок печей	20
2.2.3 Розрахунок пофазних рецептур	22
2.2.4 Розрахунок виходу виробу.....	28
2.2.5 Розрахунок виробничих рецептур та вибір технологічних параметрів.....	36
2.3 Розрахунок витрат і запасів сировини	39
2.4 Розрахунок площ основних та допоміжних приміщень	41
2.5 Підбір та розрахунок технологічного обладнання	44
2.6 Технохімічний контроль виробництва продуктів запроєктованого асортименту	48
РОЗДІЛ 3 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ .	52

3.1 Принципи, способи та засоби захисту населення	52
3.2 Суть та зміст управління охороною праці та безпекою життєдіяльності	53
ВИСНОВКИ	55
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ.....	56

ВСТУП

Хліб здавна вважається не лише основою щоденного раціону людини, але й важливою складовою культурної та економічної спадщини народів світу. Його значення важко переоцінити: це продукт першої необхідності, символ родинного достатку, а також результат багатовікових традицій та інновацій у сфері харчової промисловості. В умовах стрімкого розвитку харчової галузі, зростання вимог до якості продукції, а також зміни споживчих уподобань, хлібопекарське виробництво потребує постійного вдосконалення технологій, модернізації обладнання та впровадження інноваційних підходів до організації процесів.

Теперішня хлібна промисловість є дуже з важливою і потрібною у комплексі агропромислового України, яка забезпечує не лише внутрішній ринок, але й формує експортний потенціал країни. З огляду на це, актуальність досліджень, спрямованих на оптимізацію технологічних процесів, підвищення якості та безпеки хлібобулочних виробів, є надзвичайно високою. Важливе місце у сучасному виробництві займають питання екологічності, економічної доцільності, а також відповідності продукції сучасним стандартам та нормам, зокрема європейським.

Однією з ключових проблем галузі є необхідність балансу між традиційними рецептурами, що мають високу культурну та гастрономічну цінність, і новітніми тенденціями у харчуванні – зокрема, попитом на здорове, функціональне та спеціалізоване харчування. Також не менш важливим є врахування технологічних особливостей сировини, сезонності, властивостей дріжджових культур, процесів ферментації та впливу зовнішніх факторів на якість кінцевого продукту.

У процесі виконання даної кваліфікаційної роботи було поставлено завдання розробити цех з виробництва пшеничних хлібобулочних виробів.

1. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБРУГРУВАННЯ

1.1 Характеристика місця розташовування підприємства

Вибір місця розташування хлібопекарського підприємства має вирішальне значення для його ефективної діяльності, оскільки саме цей фактор безпосередньо впливає на логістику постачання сировини, збут готової продукції, доступність трудових ресурсів, комунікації та інженерну інфраструктуру.

Таким чином, місце розташування хлібопекарського підприємства є економічно та логістично обґрунтованим. Воно сприяє оптимізації виробничих процесів, зниженню собівартості продукції та створює умови для сталого розвитку підприємства в умовах конкурентного ринку [12].

Визначаю необхідний обсяг виробництва та чисельність населення населеного пункту.

$$Ч_{\text{м}} = \frac{\Pi}{H}$$

де Π – річна потреба хліба, кг.;

$Ч$ – чисельність міста, тис. чол.;

H – раціональна норма споживання хліба на одну особу за рік, кг

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

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

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

$$\Pi = 38\,460,6 * 300 = 11\,538\,180 \text{ кг}$$

$$Ч_{\text{м}} = \frac{11538180}{101} = 114\,239,4 \text{ осіб}$$

Для побудови запроектованого підприємства обираю місто Бровари. Місто Бровари розташоване в північно-східній частині Київської області, на відстані близько 20 км від столиці України – міста Києва. Це одне з найбільших промислових та логістичних центрів регіону, що забезпечує сприятливі умови для розвитку підприємств харчової промисловості, зокрема хлібопекарського виробництва.

Насамперед, вигідне географічне положення міста дозволяє ефективно здійснювати постачання сировини та збут готової продукції. Через Бровари проходять важливі транспортні артерії – автомагістралі національного значення (зокрема траса М01), а також розвинена мережа приміських та міжміських маршрутів. Це сприяє оперативному обслуговуванню як місцевого ринку, так і забезпеченню логістики у межах Київської області та сусідніх регіонів.

Місто має добре розвинену інфраструктуру, включаючи енергетичні, водопровідні, каналізаційні та газопостачальні мережі, що є важливими для функціонування хлібопекарського виробництва. Наявність кваліфікованої робочої сили – ще один чинник, який позитивно впливає на стабільну діяльність підприємства. У місті діють професійно-технічні навчальні заклади, які готують фахівців харчової галузі, зокрема пекарів, технологів, операторів виробничих ліній тощо.

Крім того, розташування підприємства у межах міста дозволяє враховувати екологічні аспекти – у Броварах проводиться контроль за дотриманням санітарно-гігієнічних та екологічних норм, що є важливою умовою для харчового виробництва. На території міста створені умови для роздільного збирання відходів, водоочищення та утилізації промислових стоків, що сприяє екологічній безпеці діяльності підприємств.

Таким чином, місто Бровари є оптимальним місцем для розміщення хлібопекарського виробництва завдяки поєднанню вигідного географічного положення, наявності розвиненої інфраструктури, трудових ресурсів та сприятливого інвестиційного клімату. Це створює всі передумови для ефективної та стабільної роботи підприємства, орієнтованого як на регіональний, так і на національний ринок хлібобулочної продукції.

Таблиця 1.1 – SWOT – аналіз для підприємства

Сильні сторони	Слабкі сторони
• Стабільний попит на продукцію. • Наявність відпрацьованих технологічних процесів. • Вигідне розташування. • Наявність лояльних клієнтів. • Гнучкість у виробництві.	• Висока енергоємність виробництва. • Залежність від цін на сировину. • Застаріле обладнання. • Обмежений маркетинг. • Сезонність попиту.
Можливості	Загрози
• Розширення асортименту. • Автоматизація та цифровізація процесів. • Розвиток власної торгової мережі. • Експортна орієнтація. • Участь у державних або грантових програмах.	• Посилення конкуренції. • Економічна нестабільність. • Зміна споживчих уподобань. • Збої в постачанні сировини. • Посилення вимог до екологічності.

1.2 Обґрунтування асортименту продукції

Формування асортименту хлібобулочних виробів є одним із ключових факторів успішної діяльності хлібопекарського підприємства. Раціональний підхід до розробки асортиментної політики дозволяє не лише задовольнити потреби різних категорій споживачів, а й забезпечити ефективне використання сировини, виробничих потужностей та трудових ресурсів.

В основі формування асортименту лежать такі критерії:

Споживчий попит. Традиційні сорти хліба (пшеничний, житній, змішаний) залишаються найзатребуванішими серед населення. До асортименту доцільно включити як формові, так і подові вироби, а також продукцію з різним ступенем пористості, кислотності та вологовмісту. Окрему увагу слід приділити наявності виробів, орієнтованих на здорове харчування (цільнозерновий хліб, бездріжджові вироби, продукти зі зниженим вмістом солі).

Сегментація ринку. Для охоплення ширшої аудиторії слід передбачити продукцію в різних цінових категоріях: від економ-сегменту до преміальних виробів. Останні можуть включати крафтові хліби з насінням, горіхами, родзинками, спеціями тощо.

Тенденції ринку. В умовах зростаючого інтересу до спеціалізованих харчових продуктів актуальним є впровадження до асортименту хлібобулочних виробів без глютену, з додаванням висівок, рослинного білка, вітамінів або пребіотиків. Це дозволяє підприємству позиціонувати себе як сучасного виробника, що враховує тренди здорового способу життя.

Виробничі можливості. При формуванні асортименту враховуються технологічні можливості підприємства: наявність відповідного обладнання, гнучкість у налаштуванні виробничих ліній, доступність сировини. Важливо забезпечити оптимальну номенклатуру продукції, яка дозволяє уникнути перевантаження виробництва та зберегти стабільну якість.

Сезонні та святкові вироби. Доцільно включити до асортименту продукцію, орієнтовану на певні події – паски, різдвяні калачі, тематичні булочки, що підвищує продажі у святкові періоди.

Пакування та формат продажу. Асортимент має включати як вагові, так і фасовані вироби у зручному пакуванні. Останнє має важливе значення для мережевої торгівлі та розширення ринків збуту.

Загалом, раціонально сформований асортимент продукції хлібопекарського підприємства дозволяє не лише задовольнити смаки різних груп споживачів, але й забезпечити конкурентоспроможність підприємства на ринку. Гнучке управління асортиментом сприяє підвищенню прибутковості, оптимізації витрат і зміцненню іміджу виробника [12].

1.3 Характеристика сировинної зони

Сировинна зона хлібопекарського виробництва охоплює територію, з якої здійснюється постачання основних та допоміжних компонентів для виготовлення хлібобулочних виробів. У випадку міста Бровари, ця зона має вигідне географічне та економічне положення, що забезпечує стабільне постачання якісної сировини.

Основною сировиною для хлібопекарського виробництва є пшеничне борошно, дріжджі, сіль, цукор, жир, а також додаткові інгредієнти: висівки, та поліпшувачі. Київська область, зокрема Броварський район, належить до аграрно

розвинених регіонів України, що спеціалізуються на вирощуванні зернових культур – переважно озимої пшениці, жита та ячменю. Це створює передумови для забезпечення хлібопекарських підприємств борошном місцевого походження, з мінімальними логістичними витратами.

На території області функціонують численні млини та борошномельні підприємства, серед яких є як великі постачальники (наприклад, Київський комбінат хлібопродуктів), так і регіональні виробники, здатні оперативно постачати сировину у необхідних обсягах. Близькість до таких виробників дозволяє зменшити час транспортування, зберегти якість продукції, а також знизити витрати на логістику.

Крім борошна, у межах сировинної зони доступні й інші компоненти: цукор постачається з цукрових заводів Черкаської, Вінницької та Полтавської областей; дріжджі – з підприємств Києва та області. Соняшникова олія та інші жири надходять від виробників Центральної України, а сіль – із імпорتنих підприємств.

Важливою особливістю сировинної зони м. Бровари є розвинена транспортна мережа – наявність зручних автомагістралей і залізничного сполучення дозволяє здійснювати швидке постачання сировини без порушення термінів та умов зберігання. Також в регіоні доступна складська інфраструктура, що забезпечує належні умови зберігання сировини відповідно до вимог харчової безпеки.

Таким чином, сировинна зона Броварів характеризується стабільністю постачання, наявністю локальних джерел основної сировини, вигідним логістичним положенням та широкими можливостями для розширення асортименту продукції. Це забезпечує надійну базу для безперервного функціонування хлібопекарського виробництва та сприяє підвищенню конкурентоспроможності підприємства на ринку.

1.4 Характеристика каналів реалізації

Ефективна система реалізації є важливою складовою комерційної стратегії будь-якого хлібопекарського підприємства. У місті Бровари, як у динамічно

розвиненому промислово-житловому центрі Київської області, формування розгалуженої системи збуту є необхідною умовою для стабільного функціонування підприємства та задоволення потреб споживачів.

Канали реалізації продукції поділяються на прямі та опосередковані, а також класифікуються за типом клієнтів:

Прямі канали збуту:

- Фірмові магазини. Власні торгові точки підприємства на території міста дозволяють напряму реалізовувати продукцію кінцевому споживачеві. Така форма особливо ефективна для популяризації нових видів продукції та підвищення впізнаваності бренду.
- Виїзна торгівля та мобільні пекарні. Використання пересувних торгових точок у мікрорайонах міста дозволяє охопити широку аудиторію, включаючи віддалені житлові масиви.
- Пряме постачання до закладів HoReCa. Постачання хліба й булочних виробів до ресторанів, кафе, їдалень, готелів і шкіл дає змогу сформувати стабільні комерційні зв'язки та забезпечити регулярні обсяги збуту.

Опосередковані канали збуту:

- Супермаркети та торговельні мережі. Такий канал вимагає дотримання високих стандартів пакування, маркування та логістики.
- Малі роздрібні торгові точки. Продукція підприємства реалізується через магазини біля дому, кіоски та мінімаркети, що дозволяє охопити локальний ринок і забезпечити повсякденну доступність хліба населенню.
- Дистриб'ютори та оптові компанії. Співпраця з регіональними дистриб'юторами дозволяє вийти за межі міста Бровари, зокрема на ринки інших населених пунктів Київської області. Таким чином, підприємство в місті Бровари має широкий спектр каналів реалізації, які доцільно поєднувати для забезпечення максимальної ефективності збуту.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

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

2.1.1 Нормативні показники продуктів запроєктованого асортименту

Нормативні показники продуктів для виробництва хліба – це встановлені стандарти якості, безпеки та фізико-хімічних властивостей сировини, яка використовується у хлібопеченні. Вони регламентуються державними стандартами (ДСТУ), технічними умовами (ТУ) та іншими нормативними документами.

Для виробництва виробів хліб «Княжий тостерний з висівками» та хліб «Вечірній» застосовують такі основні продукти:

ДСТУ 46.004:2003 «Борошно пшеничне. Технічні умови»

ДСТУ 4812:2007 «Дріжджі хлібопекарські пресовані. Технічні умови»

ДСТУ 3583:2015 «Сіль кухонна. Загальні технічні умови»

ДСТУ 4623:2023 «Цукор. Технічні умови»

ДСТУ 4465:2005 «Маргарин. Загальні технічні умови»

ДСТУ 4273:2015 «Молоко сухе знежирене. Технічні умови»

ДСТУ 4492:2017 «Олія соняшникова. Технічні умови»

ТУ У 15.8-32671885-001:2011 «Екстракти солодові і продукти на їх основі»

2.1.2 Вибір та обґрунтування технологічних схем

У виборі асортименту та технологічних схем стало поєднання традиційної рецептури та сучасних технологій. Обраний асортимент на технологія виробництва особливо популярні у промисловому хлібопеченні, де важливі стабільність якості та тривалий термін реалізації

Виробництво пшеничного хліба з поліпшувачами має теж свої технологічні особливості, оскільки поліпшувачі активно впливають на структуру тіста, інтенсивність бродіння, об'єм готового хліба та тривалість його зберігання.

2.1.3 Характеристика сировини та допоміжних матеріалів

Основна сировина для виробництва виробів запропонованого асортименту це:

Пшеничне борошно вищого та І гатунку – забезпечує легкість та еластичність тіста, добру структуру м'якушки.

Пшеничні висівки – додаються для підвищення вмісту харчових волокон, вітамінів групи В, мікроелементів (залізо, магній тощо). Вони позитивно впливають на травлення.

Дріжджі – забезпечують бродіння, підйом тіста.

Сіль, цукор – покращують смак, колір скоринки, активують дріжджі.

Олія соняшникова рослинна – робить м'якушку ніжнішою, підвищує зберігання.

Поліпшувачі – для покращення структури та об'єму запропонованого асортименту в даній кваліфікаційній роботі (особливо для тостерного хліба).

В Україні «Глофа-екстракт» – це рідкий темний солодовий екстракт, який використовується в хлібопекарській промисловості для надання хлібобулочним виробам характерного солодового смаку, аромату та темного кольору.

2.1.4 Опис технологічного процесу продуктів запроєктованого асортименту

Борошно доставляється на виробництво спеціалізованими борошновозами, які забезпечують повну механізацію процесів транспортування та розвантаження. Із автоцистерни борошно подається у вигляді аерозолі через гнучкий шланг до приймального щита ХЩП–2 (л.3., п.1), а звідти – через трубопроводи (л.3., п.5) до силосів ХЕ–160А (л.3., п.6), де воно зберігається окремо за сортами [8].

Надалі борошно, у формі аерозолі, транспортується трубопроводами (л.3., п.7) за допомогою роторного живильника (л.3., п.8) до бункера-розвантажувача (л.3., п.9), а потім подається на просіювач. Мета просіювання – усунення сторонніх та феродовмісних домішок, а також насичення борошна киснем для покращення його пекарських якостей [8, 13, 14].

Очищене борошно надходить у бункер над вагою (л.3., п.11), потім у вагу ДМП–100 для зважування та в підваговий бункер (л.3., п.10). Після зважування борошно транспортується у виробничі бункери (л.3., п.16), а звідти – за допомогою розподільного шнека (л.3., п.17) – в тістомісильну машину (л.3., п.18).

Рідкі компоненти для приготування напівфабрикатів використовуються в розчиненому вигляді та зберігаються у спеціальних розхідних ємностях (л.3., п.12-14). Вода подається з міської мережі (л.1., п.2) та накопичується у баку холодної води (л.1., п.4), розташованому у найвищій точці підприємства. Запас холодної води розраховано на 8 годин, гарячої – на 4 години [8, 13, 14].

Хліб «Княжий тостерний з висівками» виготовляється безопарним способом, а «Вечірній» – опарним.

Для хліба «Княжий тостерний з висівками» рідкі інгредієнти (дріжджова суспензія та вода) готують у дозувальній станції (л.3., п.30). Борошно подається шнеком у барабанні дозатори, вбудовані у тістомісильну машину (л.3., п.18). Туди ж додаються й інші рідкі компоненти: сольовий та цукровий розчини (л.3., п.12-13), вода з дозувальної станції, розчинене молоко і підготовлений маргарин. Замішане тісто переміщується в корито для бродіння (л.3., п.20), а потім – через шнековий дозатор – у тістомісильну машину. Готове тісто подається до бункера над ділильно-посадочний автоматом ДПА (л.3., п.20).

Для хліба «Вечірній» усі складники для опари подаються у тістомісильну машину (л.3., п.18), де формується напівфабрикат. Його бродіння проходить у відповідному кориті ДПА (л.3., п.20) [8, 13, 14].

Виброджена опара переноситься в тістомісильну машину куди подаються розчини солі та цукру, вода, залишок борошна, олія соняшникова, глофа-екстракт, поліпшувачі. Тісто переміщується та подається повторно на бродіння (л.3., п.20).

Наступні операції ідентичні попередньому виробу.

У разі зупинки виробничої лінії використовується шибер для перекриття подачі тіста. Готові тістові заготовки автоматично подаються у форми вистійно-пічного агрегату П6–ХРМ (л.3., п.27). Основне завдання вистоювання – відновлення структури тіста, активне бродіння та збільшення об'єму заготовок.

Після вистоювання заготовки направляються до печі (л.3., п.27), де випікаються, а потім, шляхом перевертання люльки, потрапляють на транспортер готової продукції. Готові хлібобулочні вироби викладаються у контейнери (л.3., п.29).

Сіль надходить на підприємство насипом за допомогою самоскидів. Вона завантажується в станцію для приготування розчину, попередньо пройшовши магнітне сепарування, що має три секції, потім готується насичений (25%) розчин. Після фільтрації розчин подається до витратної ємності (л.3., п.13).

Цукор доставляється в мішках і зберігається на стелажах у сухому складському приміщенні протягом 15 діб. У виробництві він використовується у вигляді фільтрованого розчину з концентрацією 50%, який готують станції і, а потім також подається до витратної ємності (л.3., п.14) [8].

Дріжджі застосовуються під час приготування напівфабрикатів. Пресовані дріжджі постачаються в упаковках по 1 кг. і зберігаються у холодильній камері при температурі 0–4 °С. Перед використанням їх розпаковують на столах (л.3., п.34) візуально перевіряють, після чого готують дріжджову суспензію шляхом розведення у воді у співвідношенні 1:3 [8].

Маргарин надходить у ящиках по 20 кг і зберігається в холодильних камерах. Для його розтоплення використовують жиророзчинник (л.3., п.35).

Соняшникову олію доставляють у цистернах. Її зберігають у темних складських приміщеннях, щоб запобігти згіркненню, не допускаючи потрапляння прямих сонячних променів.

Сухе знежирене молоко, запаковане в поліетиленові мішки, зберігається в ящиках при температурі не вище 10°C та відносній вологості не вище 85%. Перед застосуванням його розводять водою [8].

2.2 Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту

2.2.1 Таблиця вихідних даних для розрахунку запроєктованого асортименту

Таблиця 2.1 – Вихідні дані для розрахунків [10].

Показники і параметри, одиниці виміру	Умовні позначення	Значення показників і параметрів	
		Хліб «Княжий тостерний з висівками»	Хліб «Вечірній»
1	2	3	4
Стандарт на готові вироби: Показники якості виробів:		ДСТУ 7517:2014	ДСТУ 7517:2014
Маса виробу, кг	$G_{\text{вир}}$	0,6	0,8
Вологість, % не більше	$W_{\text{в}}$	41	45
Кислотність, град, не більше	К	3,0	3,0
Пористість, % не менше	П	68	68
Розмір виробу:		За розмірами форм	За розмірами форм
Рецептура на 100 кг борошна, кг			
Борошно пшеничне вищого сорту	$G_{\text{б.пш}}^{\text{в.с}}$	90	-
Борошно пшеничне першого сорту	$G_{\text{б.пш}}^{1.с}$	-	100
Висівки пшеничні	$G_{\text{в.пш}}$	10	-
Дріжджі хлібопекарські пресовані	$G_{\text{др}}$	6,0	1,2
Сіль кухонна харчова	$G_{\text{с}}$	1,3	1,7
Цукор білий	$G_{\text{ц}}$	8,0	0,55
Маргарин столовий, 82 %	$G_{\text{м}}$	5,0	-
Молоко сухе знежирене	$G_{\text{м.с}}$	2,0	-
Олія соняшникова	$G_{\text{о.с}}$	-	0,9
Глофа-екстракт	$G_{\text{г}}$	-	1,8
Поліпшувач «Амбра»	$G_{\text{а}}$	-	0,1
Машимікс рожевий	$G_{\text{м}}$	-	0,05
Разом	-	122,3	106,3
Основні показники технологічних режимів:			
Вологість опари, %	$W_{\text{о}}$	-	49,0

Продовження табл. 2.1.

Вологість тіста, %	W_T	42,0	46,0
Плановий вихід, %	-	144,0	137,0
Тривалість бродіння опари, хв	T_o	-	90
Тривалість бродіння тіста, хв	T_T	60	50
Спосіб приготування	-	Безопарний	Густа опара
Тривалість вистоювання, хв	$T_{вис}$	50	45
Спосіб випікання	-	Форми	
Тривалість випікання, хв	$T_{вип}$	35	45
Марка печі	-	П6 – ХРМ	
Площа поду печі/ кількість колик у печі , м²/шт	-	47	
Розмір поду печі / колиски мм	-	360×2000	
Концентрація розчину солі, %	$C_{с.р}$	25	
Концентрація розчину цукру, %	$C_{ц.р}$	50	
Кратність розведення дріжджів водою	-	1:3	
Технологічні витрати і затрати:			
Втрати борошна до замішування тіста, % до маси борошна	g_b	0,02 – 0,06	
Втрати борошна від замішування до випікання, % до маси борошна	g_T	0,03 – 0,05	
Втрати сухих речовин на бродіння, % до сухих речовин тіста	$C_{сух}$	3,3	
Втрати борошна під час оброблення тіста, % до маси тіста	$g_{обр}$	0,6 – 1,0	
Втрати на упікання, % до маси тіста	$g_{уп}$	6,0 – 12,0	
Втрати під час укладання гарячого хліба, % до маси гарячого хліба	$g_{укл}$	0,5 – 0,8	
Втрати від усихання хліба, % до маси гарячого хліба	$g_{ус}$	2,5 – 4,0	
Масова частка крихт і лому, % до маси борошна	$g_{кр}$	0,03	
Втрати за рахунок не точності маси виробів, % до маси гарячого хліба	$g_{шт}$	0,04 – 0,05	
Втрати від перероблення хліба, % до маси борошна	$g_{бр}$	Близько 0,02	

2.2.2 Підбір та розрахунок печей

Для того аби розрахувати виробничу продуктивність печі необхідно розрахувати продуктивність печі [9].

Таблиця 2.2 – Вихідні дані для розрахунку виробничої продуктивності печей

Виріб	Маса виробу, кг	По довжині колиски	Тривалість випікання, хв
1	2	4	5
Хліб «Княжий тостерний висівками» 3	0,6	18	35
Хліб «Вечірній»	0,8	16	45

Для хліба «Княжий тостерний з висівками»:

Виробнича продуктивність $P_{\text{год}}$ розраховується у відповідності до формулою [9]:

$$P_{\text{год}} = \frac{N \cdot n \cdot g \cdot 60}{t_{\text{вип}}}, \quad (2.1)$$

де N – кількість робочих колисок печі;

n – кількість виробів на колисці печі;

g – маса виробу;

t – час випікання виробу, хв.

Здійснюю розрахунок кількості виробів на колисці печі за формулою:

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

L, b – довжина колиски і ширина хліба відповідно;

$$N = \frac{2000 - 5}{105 + 5} = 18 \text{ шт.}$$

b – ширина виробу (105 мм)

Продуктивність на годину печі для хліба «Княжий тостерний з висівками» становить [9]:

$$P_{\text{год}} = \frac{47 \cdot 18 \cdot 0,6 \cdot 60}{35} = 870,1 \text{ кг/год}$$

Продуктивність за добу становить:

$$P_{\text{доб}} = P_{\text{год}} * T_{\text{печі}} \quad (2.3)$$

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

$$P_{\text{доб}} = 870,1 * 23 = 20\,012,3 \text{ кг/доб}$$

Розраховую продуктивність печі для хліба «Вечірній»:

Розраховую кількість виробів на колисці печі за формулою (2.2):

$$N = \frac{2000-5}{115+5} = 16 \text{ шт.}$$

Годинна продуктивність за формулою (2.1) становитиме:

$$P_{\text{год}} = \frac{47*16*0,8*60}{45} = 802,1 \text{ кг/год}$$

Для хліба «Вечірній» добова продуктивність згідно формули (2.3) буде:

$$P_{\text{доб}} = 802,1 * 23 = 18\,448,3 \text{ кг/доб}$$

Таблиця 2.3 – Виробнича продуктивність цеху

№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	П6-ХРМ	Хліб «Княжий тостерний з висівками»	870,1	23	20 012,3
2	П6-ХРМ	«Вечірній»	802,1	23	18 448,3
3	Разом				38 460,6

Будуємо графік роботи печі П6 - ХРМ

№ печі	Марка печі	Години роботи					
		Перша зміна		Друга зміна		Третя зміна	
		7		15		23	
1	П6-ХРМ	ШШШШШШШШ	ХХ	ШШШШШШШШ	ХХ	ШШШШШШШШ	ХХ
2	П6-ХРМ	ШШШШШШШШ	ХХ	ШШШШШШШШ	ХХ	ШШШШШШШШ	ХХ

Рисунок 2.1 – Графік роботи печей

Умовні позначення:

ШШ – робота печі

ХХ – профілактика

2.2.3 Розрахунок пофазних рецептур

Хліб «Княжий тостерний з висівками» готується безопарним способом. Тісто готують вологістю 42%. Кінцева кислотність становить – 3,0 град. Тривалість бродіння тіста – 60 хв [10].

Маса сухих речовин у компонентах тіста

Таблиця 2.4 – Співвідношення сухих речовин та води в сировині тіста «Княжий тостерний з висівками»

Сировина	Маса, кг	Вологість, %	Масова частка с. р, %	Масова частка с. р, кг
Борошно пшеничне вищого сорту	90	14,5	85,5	76,95
Висівки пшеничні	10	15	85	8,5
Дріжджі хлібопекарські пресовані	6,0	75	5	4,5
Сіль кухонна харчова	1,3	-	-	1,3
Цукор білий	8,0	-	-	8,0
Маргарин столовий	5,0	82	18	0,9
Молоко сухе знежирене	2,0	4	96	1,92
Разом	122,3	-	-	102,07

Вагу тіста знаходжу за формулою [9]:

$$G_T = \frac{G_{с.р} * 100}{100 - W_T} \quad (2.4)$$

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

W_T – вологість тіста, %;

$$G_T = \frac{102,07 * 100}{100 - 42} = 175,9 \text{ кг}$$

Необхідну сировину переводжу в розчини:

Сіль у розчин за формулою:

$$G_{с.р} = \frac{G_{с*100}}{C_{с.р}} \quad (2.5)$$

де $G_{с.р}$ – концентрація розчину, % 25% – концентрація сольового розчину

$$G_{c.p} = \frac{1,3 \cdot 100}{25} = 5,2 \text{ кг}$$

Маса води в сольовому розчині:

$$G_{\text{в}}^{c.p} = G_{c.p} - G_c \quad (2.6)$$

$$G_{\text{в}}^{c.p} = 5,2 - 1,3 = 3,9 \text{ кг}$$

Цукор розчин за формулою:

$$G_{ц.p} = \frac{G_{ц} \cdot 100}{C_{ц.p}} \quad (2.7)$$

де $G_{ц.p}$ – концентрація розчину, % 50% - концентрація цукрового розчину

$$G_{ц.p} = \frac{8,0 \cdot 100}{50} = 16 \text{ кг}$$

Маса води в цукровому розчині:

$$G_{\text{в}}^{ц.p} = G_{ц.p} - G_{ц} \quad (2.8)$$

$$G_{\text{в}}^{ц.p} = 16,0 - 8,0 = 8,0 \text{ кг}$$

Дріжджі в суспензії дріжджову:

$$G_{д.p} = G_{др} + G_{др} \cdot n \quad (2.9)$$

n – кількість розведень, ($n - 3$)

$$G_{др.c} = 6,0 + 6,0 \cdot 3 = 24,0 \text{ кг}$$

Кількість води в суспензії:

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

$$G_{\text{в}}^{др.c} = 24,0 - 6,0 = 18,0 \text{ кг}$$

Кількість води на заміс тіста становить:

$$G_{\text{в}}^T = G_T - G_{\text{сир}} \quad (2.11)$$

$$G_{\text{в}}^T = 175,9 - 122,3 = 53,6 \text{ кг}$$

Розраховую масу води в тісті з урахуванням замін:

$$G_{\text{в}}^3 = G_{\text{в}}^T - [G_{\text{в}}^{c.p} + G_{\text{в}}^{др.c}] \quad (2.12)$$

$$G_{\text{в}}^3 = 53,6 - [3,9 + 18 + 8] = 23,7 \text{ кг.}$$

Таблиця 2.5 – Пофазна рецептура для виробництва хліба «Княжий тостерний з висівками», кг, на 100 кг борошна

Сировина і напівфабрикати	Маса, кг	Тісто
Борошно пшеничне вищого сорту	90	90
Висівки пшеничні	10	10
Дріжджова суспензія	24	24
Сольовий розчин	5,2	5,2
Цукровий розчин	16	16
Маргарин столовий	5,0	5,0
Молоко сухе знежирене	2,0	2,0
Вода	23,7	23,7
Разом	175,9	175,9

У зв'язку з хвилинним приготуванням тіста обчислюю коефіцієнт перерахунку рецептури на 1 хвилину:

Коефіцієнт перерахунку:

$$K_x = \frac{G_6}{100 \cdot 60} \quad (2.13)$$

Годинні витрати борошна:

$$G_6^{\text{год}} = \frac{P_{\text{год}} \cdot 100}{B_{\text{пл}}} \quad (2.14)$$

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

$B_{\text{пл}}$ – вихід плановий хліба.

$$G_6^{\text{год}} = \frac{870,1 \cdot 100}{144,0} = 604,2 \text{ кг/год}$$

$$K_x = \frac{604,2}{100 \cdot 60} = 0,1$$

Таблиця 2.6 – Виробнича рецептура хліба «Княжий тостерний з висівками»

Сировина	Маса	Коефіцієнт	Тісто	В тісто за 1 хв
Борошно пшеничне вищого сорту	90,0	0,1	90,0	9,0
Висівки пшеничні	10,0		10,0	1

Дріжджова суспензія	24,0	0,1	24,0	2,4
Сольовий розчин	5,2		5,2	0,52
Цукровий розчин	16,0		16,0	1,6
Маргарин столовий	5,0		5,0	0,5
Молоко сухе знежирене	2,0		2,0	0,2
Вода	23,7		23,7	2,37
Разом	175,9	-	175,9	15,22

Хліб «Вечірній» готують опарним способом (опара, тісто).

Розраховую масу сухих речовин в компонентах тіста [9].

Таблиця 2.7 – Співвідношення сухих речовин та вологи тіста хліба «Вечірній»:

Сировина	Маса, кг	Вологість, %	Масова частка сухих речовин, %	Масова частка сухих речовин, кг
Борошно пшеничне першого сорту	100	14,5	85,5	85,5
Дріжджі хлібопекарські пресовані	1,2	75	25	0,3
Сіль кухонна харчова	1,7	-	-	1,7
Цукор білий	0,55	-	-	0,55
Олія соняшникова	0,9	-	-	0,9
Глофа екстракт	1,8	-	-	1,8
Поліпшувач «Амбра»	0,1	-	-	0,1
Машимікс рожевий	0,05	-	-	0,05
Разом	106,3	-	-	90,9

Знаходжу масу тіста за формулою (2.4):

$$G_T = \frac{90,9 \cdot 100}{100 - 45} = 165,2 \text{ кг.}$$

Проводжу заміну сировини, переводжу її в розчини:

Сіль у сольовий розчин за формулою (2.5):

$$G_{с.р} = \frac{1,7 \cdot 100}{25} = 6,8 \text{ кг.}$$

Маса води в сольовому розчині за формулою (2.6):

$$G_{с.р} = 6,8 - 1,7 = 5,1 \text{ кг.}$$

Цукор у цукровий розчин за формулою (2.7):

$$G_{с.р} = \frac{0,55 \cdot 100}{50} = 1,1 \text{ кг.}$$

Маса води в цукровому розчині за формулою (2.8):

$$G_{с.р} = 1,1 - 0,55 = 0,55 \text{ кг.}$$

Дріжджі в дріжджову суспензію, згідно формули (2.9):

$$G_{др.с} = 1,2 + 1,2 \cdot 3 = 7,2 \text{ кг.}$$

За формулою (2.10) визначаю кількість води в дріжджовій суспензії:

$$G_{р}^{др.с} = 7,2 - 1,2 = 6,0 \text{ кг.}$$

Вага води для замішування тіста відповідно до формули (2.11) становить:

$$G_B^T = 165,2 - 106,3 = 58,9 \text{ кг.}$$

Визначаю масу води в тісті з урахуванням замінів згідно формули (2.12):

$$G_B^3 = 58,9 - [6,0 + 5,1 + 0,55] = 47,25 \text{ кг.}$$

Масу опари розраховую виходячи з маси сухих речовин в опарі:

Таблиця 2.8 – Співвідношення вологи та сухих речовин в сировині опари

Сировина	Маса, кг	Вологість, %	Маса сухих речовин в %	Маса сухих речовин в кг
Борошно пшеничне вищого сорту	50	14,5	85,5	42,75
Дріжджі хлібопекарські пресовані	1,2	75	25	0,3
Разом	51,2	-	-	43,05

За формулою (2.15) обчислюю вихід опари:

$$G_o = \frac{G_{c.p} * 100}{100 - W_o}$$

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

W_o – вологість опари, %; W_o – 49 %

$$G_o = \frac{43,05 * 100}{100 - 49} = 84,41 \text{ кг.}$$

Масу води в опарі знаходжу за формулою (2.16):

$$G_{B.o} = G_o - G_{cnp}$$

$$G_{B.o} = 84,41 - 51,2 = 33,21 \text{ кг.}$$

Кількість води в опарі, крім тієї, що вноситься із дріжджовою суспензією відповідно до формули становить:

$$G_B^{1.o} = G_{B.o} - G_R^{др.с} \quad (2.17)$$

$$G_B^{1.o} = 33,21 - 6,0 = 27,21 \text{ кг.}$$

Розраховую масу води, що вноситься при замісі тіста за формулою (2.12):

$$G_B^3 = 58,9 - [6,0 + 5,1 + 0,55 + 27,21] = 20,04 \text{ кг.}$$

Таблиця 2.9 – Пофазна рецептура для приготування тіста для хліба «Вечірній»

Сировина	Маса, кг	Опара	Тісто
Борошно пшеничне вищого сорту	100	50	50
Дріжджова суспензія	7,2	7,2	-
Сольовий розчин	6,8	-	6,8
Цукровий розчин	1,1	-	1,1
Олія соняшникова	0,9	-	0,9
Опара	-	-	84,41
Вода	47,25	27,21	20,04
Глофа екстракт	1,8	-	1,8
Поліпшувач «Амбра»	0,1	-	0,1
Машимікс рожевий	0,05	-	0,05
Разом	165,2	84,41	165,2

Коефіцієнт перерахунку розраховую за формулою (2.13):

$$K_x = \frac{802,1}{100 \cdot 60} = 0,1$$

Годинні витрати борошна відповідно до формули (2.14):

$$G_b^{\text{год}} = \frac{802,1 \cdot 100}{137,0} = 585,4 \text{ кг/год}$$

Таблиця 2.10 – Виробнича рецептура хліба «Вечірній»

Сировина	Маса	Опара	Коефіцієнт	В опару за 1 хв	Тісто	В тісто за 1 хв
Борошно пшеничне вищого сорту	100	50	0,1	5	50	5
Дріжджова суспензія	7,2	7,2		0,72	-	-
Сольовий розчин	6,8	-		-	6,8	0,68
Цукровий розчин	1,1	-		-	1,1	0,11
Олія соняшникова	0,9	-		-	0,9	0,09
Опара	-	-		-	84,41	8,41
Вода	47,25	27,21		2,72	20,04	2,0
Глофа екстракт	1,8	-		-	1,8	0,18
Поліпшувач «Амбра»	0,1	-		-	0,1	0,01
Машимікс рожевий	0,05	-		-	0,05	0,005
Разом	165,2	84,41	-	8,44	165,2	16,48

2.2.4 Розрахунок виходу виробів

Вихід хлібобулочних виробів обраховується шляхом розрахунку маси тіста, та технологічними витратами і затратами що виникають при його виготовленні:

Розрахунок виходу хліба «Княжий тостерний з висівками» [9, 10].

Вихід для хліба «Княжий тостерний з висівками» знаходжу за формулою:

$$V_{\phi} = G_T - (V_b + V_T + Z_{бр} + Z_{обр} + Z_{уп} + Z_{укл} + Z_{ус} + V_{кр} + V_{шт} + V_{бр}), \quad (2.18)$$

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);

$B_{кр}$ – втрати хліба у вигляді крихт та лому;

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

$B_{бр}$ – втрати від переробки браку.

У відповідності до формули розраховують вологість середньозволожену сировини:

$$W_{сер} = \frac{G_б * W_б + G_{др} * W_{др} + G_с + G_м + G_г + G_к}{G_б + G_{др} + G_с + G_х} \quad (2.19)$$

$W_б + W_{др}$ – вологість сировини, %.

$$W_{сер} = \frac{100 * 14,5 + 10 * 15 + 6,0 * 75 + 1,3 + 8,0 + 2,0 * 4 + 5 * 82}{100 + 10 + 6,0 + 1,3 + 8,0 + 5,0 + 2,0} = 20,2 \%$$

Виразовують вагу тіста за формулою:

$$G_т = \frac{G_{сир} * (100 + W_{сир})}{(100 - W_т)} \quad (2.20)$$

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

$$G_т = \frac{122,3 * (100 - 20,2)}{100 - 42,0} = 168,2 \text{ кг}$$

Втрати та затрати, що розраховуються, виражаються у перерахунку на масу тіста у кілограмах.

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

$$B_б = \frac{g_б * (100 - W_б)}{100 - W_т} \quad (2.21)$$

де $g_б$ – втрати борошна до замішування напівфабрикатів, % до маси борошна; $g_б = 0,02 - 0,06 \%$ [9].

$$B_б = \frac{0,05 * (100 - 14,5)}{100 - 42,0} = 0,073 \%$$

Визначають втрати борошна і напівфабрикатів від замішування до випікання, $B_т$, кг:

$$B_T = \frac{g_T \cdot (100 - W_{cp1})}{100 - W_T} \quad (2.22)$$

де g_T – втрати борошна до замішування напівфабрикатів, % до маси борошна; $g_T = 0,03-0,05$ % [9].

W_c^1 – вологість відходів, %;

$$W_c^1 = \frac{G_T \cdot W_T + 100 \cdot W_6}{G_T + 100} \quad (2.23)$$

$$W_c^1 = \frac{168,2 \cdot 42,0 + 100 \cdot 14,5}{168,2 + 100} = 31,7 \%$$

$$B_T = \frac{0,04 \cdot (100 - 31,7)}{100 - 42,0} = 0,047 \%$$

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

$$Z_{бр} = \frac{C_{сух} \cdot 0,96 \cdot (G_{сир} - g_{обр}) \cdot (100 - W_{cp})}{1,96 \cdot 100 \cdot (100 - W_T)} \quad (2.24)$$

$C_{сух}$ – затрати сухих речовин на бродіння, % до сухих речовин тіста;

де $g_{обр}$ – затрати борошна під час оброблення тіста, % до маси борошна;
 $g_{обр} = 0,6 - 1,0$ % [9].

$$Z_{бр} = \frac{3,1 \cdot 0,96 \cdot (122,3 - 1) \cdot (100 - 20,2)}{1,96 \cdot 100 \cdot (100 - 42,0)} = 2,53 \%$$

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

$$Z_{обр} = \frac{g_{обр} \cdot (W_T - W_6)}{100 - W_T} \quad (2.25)$$

де $g_{обр}$ – затрати борошна під час оброблення тіста, % до маси борошна,
 $g_{обр} = 0,6 - 1,0$ % [9].

$$Z_{обр} = \frac{1 \cdot (42,0 - 14,5)}{100 - 42,0} = 0,474 \%$$

Затрати від упікання, $Z_{уп}$, кг:

$$Z_{уп} = \frac{g_{уп} \cdot [G_T - (B_6 + B_T + Z_{бр} + Z_{обр})]}{100} \quad (2.26)$$

де, $g_{уп}$ – затрати на упікання, % до маси тістової заготовки;

$g_{уп} = 6,0 - 12,0$ % [9].

$$Z_{уп} = \frac{10 \cdot [168,2 - (0,073 + 0,047 + 2,53 + 0,474)]}{100} = 16,5 \%$$

Під час укладання затрати, $Z_{укл}$, кг:

$$З_{укл} = \frac{g_{укл} * [G_T - (B_б + B_T + 3_{бр} + 3_{обр} + 3_{уп})]}{100} \quad (2.27)$$

де $g_{укл}$ – затрати під час укладання гарячого хліба, % до маси гарячого хліба;
 $g_{укл} = 0,5-0,8$ [9].

$$З_{укл} = \frac{0,6 * [168,2 - (0,073 + 0,047 + 2,53 + 0,474 + 16,5)]}{100} = 0,891 \%$$

Затрати від усихання, $З_{ус}$, кг:

$$З_{ус} = \frac{g_{ус} * [G_T - (B_б + B_T + 3_{бр} + 3_{обр} + 3_{уп} + 3_{укл})]}{100} \quad (2.28)$$

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

$$З_{ус} = \frac{2,5 * [168,2 - (0,073 + 0,047 + 2,53 + 0,474 + 16,5 + 0,891)]}{100} = 3,68 \%$$

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

$$B_{шт} = \frac{g_{шт} * [G_T - (B_б + B_T + 3_{бр} + 3_{обр} + 3_{уп} + 3_{укл} + 3_{ус})]}{100} \quad (2.29)$$

де $g_{шт}$ – втрати внаслідок відхилення маси хліба, % до маси гарячого хліба;
 $g_{шт} = 0,4-0,5$ % [9].

$$B_{шт} = \frac{0,4 * [168,2 - (0,073 + 0,047 + 2,53 + 0,474 + 16,5 + 0,891 + 3,68)]}{100} = 0,575 \%$$

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

$$B_{кр} = \frac{g_{кр} * [G - (B_б + B_T + 3_{бр} + 3_{обр} + 3_{уп} + 3_{укл} + 3_{ус} + B_{шт})]}{100} \quad (2.30)$$

де $g_{кр}$ – втрати у вигляді крихти і лому, % до маси борошна; $g_{кр} = 0,03$ %

$$B_{кр} = \frac{0,03 * [168,2 - (0,073 + 0,047 + 2,53 + 0,474 + 16,5 + 0,891 + 3,68 + 0,575)]}{100} = 0,043 \%$$

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

$$B_{бр} = \frac{g_{бр} * [G_T - (B_б + B_T + 3_{бр} + 3_{обр} + 3_{уп} + 3_{укл} + 3_{ус} + B_{шт} + B_{кр})]}{100} \quad (2.31)$$

де $g_{бр}$ – втрати від переробки бракованих виробів, % до маси борошна,
 $g_{бр} = 0,02$ % [9].

$$B_{бр} = \frac{0,03 * [168,2 - (0,073 + 0,047 + 2,53 + 0,474 + 16,5 + 0,891 + 3,68 + 0,575 + 0,043)]}{100} = 0,043 \%$$

Для хліба «Княжий тостерний з висівками» фактичний вихід становитиме:

$$B_{\phi} = 168,2 - (0,073 + 0,047 + 2,53 + 0,474 + 16,5 + 0,891 + 3,68 + 0,575 + 0,043 + 0,043) = 143,2 \%$$

Запланований вихід для хліба «Княжий тостерний з висівками» становить 144,0 %, тому запланований вихід збігається з фактичним.

Таблиця 2.11 – Зведена таблиця розрахунку виходу хліба «Княжий тостерний з висівками»

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
Вихід тіста	g_t %	168,2	-	-
Втрати борошна до приготування тіста за умови безтарного зберігання	g_b , % до маси борошна	0,05	B_b	0,073
Втрати борошна і тіста у разі приготування в тістовому агрегаті	g_t , % до маси тіста	0,04	B_t	0,047
Витрати сухих речовин на бродіння за умови приготування тіста на рідких заквасках	$g_{сух}$ % до СР тіста	3,1	$З_{бр}$	2,53
Витрати борошна під час оброблення тіста	$g_{обр}$, % до маси борошна	1	$З_{обр}$	0,474
Витрати на упікання	$g_{уп}$, % до маси тіста	10	$З_{уп}$	16,5
Витрати під час укладання гарячого хліба	$g_{укл}$, % до маси гарячого хліба	0,5	$З_{укл}$	0,891
Витрати від усихання хліба	$g_{ус}$, % до маси гарячого хліба	2,5	$З_{ус}$	3,68
Втрати з крихтами і ломом	$g_{кр}$, % до маси борошна	0,03	$B_{кр}$	0,043
Втрати за рахунок неточної маси виробів	$g_{шт}$, % до маси гарячих виробів	0,4	$B_{шт}$	0,575

1	2	3	4	5
Втрати від перероблення браку	$g_{бр}, \% \text{ до маси борошна}$	0,03	$B_{бр}$	0,043
Всього втрат і витрат у розмірності виходу тіста	-	-	-	24,903

Розрахунок виходу хліба «Вечірній»

У виробі – хліб «Вечірній» масу вологи в сировині знаходжу за формулою (2.19):

$$W_{сер} = \frac{100 \cdot 14,5 + 1,2 \cdot 75 + 1,7 + 0,55 + 0,9 + 1,8 + 0,1 + 0,05}{106,3} = 14,5 \%$$

Масу тіста обчислюю за формулою (2.20):

$$C_T = \frac{106,3 \cdot (100 - 14,5)}{100 - 46,0} = 168,3 \text{ кг}$$

Всі обраховані втрати і затрати, виражають у кілограмах у перерахунку на масу тіста.

Втрати борошна і напівфабрикатів від замішування тіста B_6 , кг, визначаю за формулою (2.21):

$$B_6 = \frac{0,05 \cdot (100 - 14,5)}{100 - 46,0} = 0,079 \%$$

Втрати борошна і напівфабрикатів від замішування до випікання B_T , кг, визначаю за формулою (2.22):

$$B_T = \frac{0,05 \cdot (100 - 34,2)}{100 - 46,0} = 0,060 \%$$

Затрати при бродінні напівфабрикатів $З_{бр}$, кг, визначаю за формулою (2.24):

$$З_{бр} = \frac{3,3 \cdot 0,96 \cdot (106,3 - 1) \cdot (100 - 14,5)}{1,96 \cdot 100 \cdot (100 - 46,0)} = 2,69 \%$$

Визначаю за формулою (2.25) затрати на оброблення тіста $З_{обр}$, кг:

$$З_{обр} = \frac{1 \cdot (46,0 - 14,5)}{100 - 46,0} = 0,583 \%$$

Затрати від упікання $З_{уп}$, кг, визначаю за формулою (2.26):

$$З_{уп} = \frac{11 \cdot [168,3 - (0,079 + 0,060 + 2,69 + 0,583)]}{100} = 18,1 \%$$

Затрати при укладання $Z_{укл}$, кг, визначаю за формулою (2.27):

$$Z_{укл} = \frac{0,8 \cdot [168,3 - (0,079 + 0,060 + 2,69 + 0,583 + 18,1)]}{100} = 1,17 \%$$

Затрати від усихання $Z_{ус}$, кг, визначаю за формулою (2.28):

$$Z_{ус} = \frac{4,0 \cdot [168,3 - (0,079 + 0,060 + 2,69 + 0,583 + 18,1 + 1,17)]}{100} = 5,82 \%$$

Визначаю втрати від неточної маси штучних виробів $V_{шт}$, кг, за формулою (2.29):

$$V_{шт} = \frac{0,5 \cdot [168,3 - (0,079 + 0,060 + 2,69 + 0,583 + 18,1 + 1,17 + 5,82)]}{100} = 0,698 \%$$

Втрати від крихт і лому, $V_{кр}$, кг, визначаю за формулою (2.30):

$$V_{кр} = \frac{0,03 \cdot [168,3 - (0,079 + 0,060 + 2,69 + 0,583 + 18,1 + 1,17 + 5,82 + 0,698)]}{100} = 0,041 \%$$

Втрати від переробки браку $V_{бр}$, кг, визначаю за формулою (2.31):

$$V_{бр} = \frac{0,03 \cdot [168,3 - (0,079 + 0,060 + 2,69 + 0,583 + 18,1 + 1,17 + 5,82 + 0,698 + 0,041)]}{100} = 0,041 \%$$

Для хліба «Вечірній» передбачений вихід становитиме:

$$V_{\phi} = 168,3 - [0,079 + 0,060 + 2,69 + 0,583 + 18,1 + 1,17 + 5,82 + 0,698 + 0,041 + 0,041] = 133,4\%$$

Вихід що заплановано для хліба «Вечірній» становить 137 %, отже плановий вихід є дещо більшим від фактичного, проте в межах норми.

Таблиця 2.12 – Зведена таблиця розрахунку виходу хліба «Вечірній»

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
Вихід тіста	g_t %	168,3	-	-
Втрати борошна до приготування тіста за умови безтарного зберігання	g_b , % до маси борошна	0,05	V_b	0,079
Втрати борошна і тіста у разі приготування в тістовому агрегаті	g_t , % до маси тіста	0,05	V_t	0,060
Витрати сухих речовин на бродіння за умови приготування тіста на густих заквасках	$g_{сук}$, % до СР тіста	3,3	$Z_{бр}$	2,69

Витрати борошна під час оброблення тіста	$g_{обр}, \% \text{ до маси борошна}$	1	$З_{обр}$	0,583
Витрати на упікання	$g_{уп}, \% \text{ до маси тіста}$	11	$З_{уп}$	18,1
Витрати під час укладання гарячого хліба	$g_{укл}, \% \text{ до маси гарячого хліба}$	0,8	$З_{укл}$	1,17
Витрати від усихання хліба	$g_{ус}, \% \text{ до маси гарячого хліба}$	4,0	$З_{ус}$	5,82
Втрати з крихтами і ломом	$g_{кр}, \% \text{ до маси борошна}$	0,03	$В_{кр}$	0,041
Втрати за рахунок неточної маси виробів	$g_{шт}, \% \text{ до маси гарячих виробів}$	0,5	$В_{шт}$	0,698
Втрати від перероблення браку	$g_{бр}, \% \text{ до маси борошна}$	0,03	$В_{бр}$	0,041
Всього втрат і витрат у розмірності виходу тіста	-	-	-	29,241

2.2.5 Розрахунок виробничих рецептур та вибір технологічних параметрів

Для хліба «Княжий тостерний з висівками»:

Складаю виробничу рецептуру для приготування напівфабрикатів (опари та тіста) у тістоприготувальному агрегаті ХТР з продуктивністю 20 т/доб [9].

Продуктивність місильної машини визначаю за формулою:

$$P_m = g_{н/ф} * K_3 \quad (2.32)$$

де $g_{н/ф}$ – маса напівфабрикату, що замішується протягом 1 хвилини;

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

$$P_m = 15,22 * 1,06 = 16,1 \text{ кг/хв}$$

Необхідну кількість тістомісильних машин розраховую за формулою:

$$N_{\text{т.м}} = \frac{P_{\text{м}}}{P} \quad (2.33)$$

де P – продуктивність тістомісильної машини згідно технічної характеристики, кг/хв ($P = 11$ кг/хв).

$$N_{\text{т.м}} = \frac{16,1}{11} = 2 \text{ шт.}$$

Використовую 2 т/м машини безперервної дії Х-26А [9, 14].

Об'єм місткостей для бродіння тіста $V_{\text{т}}$, дм^3 , розраховую за формулою:

$$V_{\text{т}} = \frac{G_6^{\text{т}} * t_{\text{т}} * 100}{q}, \text{ дм}^3 \quad (2.34)$$

де $G_6^{\text{т}}$ – витрати борошна за хвилину на приготування тіста, кг;

q – норма завантаження борошна на 100 дм^3 об'єму корита, кг;

$t_{\text{т}}$ – тривалість бродіння тіста.

$$V_{\text{т}} = \frac{9,0 * 60 * 100}{60} = 900 \text{ дм}^3 = 0,9 \text{ м}^3$$

Для тіста використовую бункер над тістоподільником місткістю $0,9 \text{ м}^3$.

Для приготування тіста використовую 2 тістомісильні машини марки Х-26А.

Розрахунок температури води для тіста

Температуру води на замішування тіста $t_{\text{в}}^{\text{т}}$ °С, розраховую за формулою:

$$t_{\text{в}}^{\text{т}} = t_{\text{т}} + \frac{G_6^{\text{т}} * C_6 * (t_{\text{т}} - t_6)}{G_{\text{в}}^{\text{т}} / \Phi * C_{\text{в}}} + n \quad (2.35)$$

де $t_{\text{т}}$ – задана температура опари та тіста, °С; $t_{\text{т}} = 30$ °С;

$G_6^{\text{т}}$ – кількість борошна в тісті, кг;

t_6 – температура борошна, °С;

$G_{\text{в}}^{\text{т}}$ – кількість води, внесеної у тісто, кг.

$$t_{\text{в}}^{\text{т}} = 29 + \frac{90 * 1,257 * (29 - 20)}{23,7 * 4,19} + 1 = 38,2 \text{ °С}$$

Обраховую масу шматків тіста з урахуванням затрат на упікання та усування, за формулою:

$$n_{\text{шм}}^{\text{т}} = \frac{G_{\text{хл}} * 100 * 100}{(100 - G_{\text{уп}}) * (100 - G_{\text{ус}})} \quad (2.36)$$

де $G_{\text{хл}}$ – маса готового виробу, кг ($G_{\text{хл}} = 0,6$ кг);

$G_{\text{уп}}$ – упікання, %

$G_{\text{ус}}$ – усихання, %

$$n_{\text{шм}}^{\text{T}} = \frac{0,6 \cdot 100 \cdot 100}{(100 - 16,5) \cdot (100 - 3,68)} = 0,74 \text{ кг}$$

Таблиця 2.13 – Технологічний режим приготування хліба «Княжий тостерний з висівками»

Параметри процесів	Одиниці виміру	Тісто
Початкова температура	°C	29
Кінцева кислотність	град	3,0
Вологість	%	46,0
Тривалість бродіння	хв	60
Маса шматків тіста	кг	0,74
Тривалість вистоювання	хв	50
Температура у вистійній шафі	°C	40
Відносна вологість у вистійній шафі	%	75
Тривалість випікання	хв	35
Температура пекарної камери	°C	200

Розрахунок обладнання для приготування напівфабрикатів для хліба «Вечірній», який проводимо аналогічно як для хліба «Княжий тостерний з висівками».

$$P_{\text{м}} = 16,48 \cdot 1,06 = 17,46 \text{ кг/хв}$$

$$N_{\text{т.м}} = \frac{17,46}{11} = 2 \text{ шт.}$$

Для приготування опари / тіста використовую 3 т/м машини безперервної дії Х-26А.

Виразовую об'єм місткостей для бродіння напівфабрикатів хліба:

$$V_o = \frac{5,0 \cdot 90 \cdot 100}{30} = 1500 \text{ м}^3 = 1,5 \text{ м}^2$$

$$V_T = \frac{5,0 \cdot 50 \cdot 100}{35} = 714 \text{ м}^3 = 0,7 \text{ м}^2$$

Для бродіння опари застосовую корито місткістю 1,5 м³

Для тіста застосовую бункер над тістоподільником місткістю 0,7 м³.

Розрахунок температури води на тісто

Температуру води на замішування опари t_B^o °С, розраховую за формулою (3.37):

$$t_B^o = 26 + \frac{50 \cdot 1,257 \cdot (26 - 20)}{33,21 \cdot 4,19} + 1 = 29,7 \text{ °С}$$

Розраховую теплоємність напівфабрикату (опари) за формулою (2.38):

$$C_{н/ф} = \frac{50 \cdot 1,257 + 33,21 \cdot 4,19}{84,41} = 2,39 \text{ кДж/кг} \cdot \text{К}$$

Температуру води для замішування тіста t_B^T , розраховую за формулою (2.35):

$$t_B^T = 30 + \frac{50 \cdot 1,257 \cdot (30 - 20)}{47,25 \cdot 4,19} + \frac{84,41 \cdot 2,39 \cdot (30 - 26)}{33,21 \cdot 4,19} = 38,9 \text{ °С}$$

Обраховую величину шматків тіста з урахуванням затрат на упікання та усихання, за формулою (2.36):

$$n_{шм}^T = \frac{0,8 \cdot 100 \cdot 100}{(100 - 18,1) \cdot (100 - 5,82)} = 0,9 \text{ кг}$$

Таблиця 2.14 – Технологічний режим приготування хліба «Вечірній»

Параметри процесів	Одиниці виміру	Опара	Тісто
Початкова температура	°С	26	30
Кінцева кислотність	град	3,0	2,5
Вологість	%	49,0	46,0

Тривалість бродіння	хв	90	50
Маса шматків тіста	кг	-	0,9
Тривалість вистоювання	хв	-	45
Температура у вистійній шафі	°C	-	40
Відносна вологість у вистійній шафі	%	-	75
Тривалість випікання	хв	-	35
Температура пекарної камери	°C	-	200

2.3 Розрахунок витрат і запасів сировини

Обчислення витрат сировини для хліба «Княжий тостерний з висівками»:

Добова витрата борошна $G_6^{\text{доб}}$, кг/доб, складає:

$$G_6^{\text{доб}} = G_6^{\text{год}} * 23 \quad (2.39)$$

$$G_6^{\text{доб}} = 604,2 * 23 = 13\,896,6 \text{ кг/доб}$$

Розраховую добову витрату сировини за формулою:

$$G_{\text{сир}}^{\text{доб}} = \frac{G_6^{\text{доб}} * C}{100} \quad (2.40)$$

де C – маса сировини.

$$G_{\text{др}}^{\text{доб}} = \frac{13896,6 * 0,5}{100} = 833,7 \text{ кг/доб}$$

Розраховую добову витрату солі, кг:

Для розрахунку добової витрати солі використовую показник витрати товарної кухонної солі, G_c^T , % до маси борошна, який обчислюю за формулою:

$$G_c^T = \frac{C_s * 100}{(100 - W_c) * \frac{100 - 0,85}{100} - 0,6 * H} \quad (2.41)$$

$$G_c^T = \frac{1,3 * 100}{(100 - 0,25) * \frac{100 - 0,85}{100} - 0,6 * 0,85} = 1,32 \text{ кг}$$

$$G_c^{\text{доб}} = \frac{G_6^{\text{доб}} * G_c^T}{100} \quad (2.42)$$

$$G_c^{\text{доб}} = \frac{13896,6 * 1,32}{100} = 183,4 \text{ кг/доб}$$

Добова потреба висівок становить обчислюється за формулою (2.40):

$$G_v^{\text{доб}} = \frac{13896,6 * 10}{100} = 1386,6 \text{ кг/доб}$$

Добова потреба цукру білого становить:

$$G_{\text{ц}}^{\text{доб}} = \frac{13896,6 * 8,0}{100} = 1111,7 \text{ кг/доб}$$

Добова потреба маргарину столового становить:

$$G_m^{\text{доб}} = \frac{13896,6 * 5,0}{100} = 694,8 \text{ кг/доб}$$

Добова потреба молока сухого становить:

$$G_{\text{п}}^{\text{доб}} = \frac{13896,6 * 2,0}{100} = 277,9 \text{ кг/доб}$$

Добові потреби сировини для хліба «Вечірній»:

$$G_6^{\text{доб}} = 585,4 * 23 = 13464,2 \text{ кг/доб}$$

За формулами (2.41) та (2.42) здійснюю розрахунок добової потреби солі для хліба «Вечірній»:

$$G_c^T = \frac{1,7 * 100}{(100 - 0,25) * \frac{100 - 0,85}{100} - 0,6 * 0,85} = 1,72 \text{ кг}$$

$$G_c^{\text{доб}} = \frac{13464,2 * 1,72}{100} = 231,5 \text{ кг/доб}$$

Потреба дріжджів на добу розраховується за формулою (2.40):

$$G_{\text{др}}^{\text{доб}} = \frac{13464,2 * 1,2}{100} = 161,5 \text{ кг/доб}$$

Потреба цукру білого на добу:

$$G_{\text{ц}}^{\text{доб}} = \frac{13464,2 * 0,55}{100} = 74,05 \text{ кг/доб}$$

Потреба олії соняшникової на добу:

$$G_o^{\text{доб}} = \frac{13464,2 * 0,9}{100} = 121,1 \text{ кг/доб}$$

Потреба глофа-екстракту на добу:

$$G_{\text{г}}^{\text{доб}} = \frac{13464,2 * 1,8}{100} = 242,3 \text{ кг/доб}$$

Потреба поліпшувача «Амбра» на добу:

$$G_a^{\text{доб}} = \frac{13464,2 * 0,1}{100} = 13,4 \text{ кг/доб}$$

Потреба машинікс рожевого на добу:

$$G_m^{\text{доб}} = \frac{13464,2 * 0,05}{100} = 6,7 \text{ кг/доб}$$

Таблиця 2.15– Добові витрати сировини

Сировина	Хліб «Княжий тостерний з висівками»	Хліб «Вечірній»	Разом
Борошно пшеничне вищого сорту	13 896,6	-	13 896,6
Борошно пшеничне 1 сорту	-	13 464,2	13 464,2
Дріжджі хлібопекарські пресовані	833,7	161,5	995,2
Висівки пшеничні	1 386,6	-	1 386,6
Сіль кухонна харчова	183,4	231,5	414,9
Цукор білий	1 111,7	74,05	1 185,7
Маргарин столовий	694,8	-	694,8
Молоко сухе	277,9	-	277,9
Олія соняшникова	-	121,1	121,1
Глофа екстракт	-	242,3	242,3
Поліпшувач «Амбра»	-	13,4	13,4
Машинікс рожевий	-	6,7	6,7

2.4 Розрахунок площ основних та допоміжних приміщень

Таблиця 2.16 – Складський запас сировини

Найменування сировини	Добові витрати	Спосіб зберігання	Нормативний термін зберігання	Запас, діб	Необхідний запас сировини
Борошно пшеничне вищого сорту	13 896,6	Склад БЗБ	6 – 8 місяців	7	97 276,2
Борошно пшеничне першого сорту	13 464,2	Склад БЗБ	6 – 8 місяців	7	94 249,4

Дріжджі хлібопекарські пресовані	995,2	Ящики	12 діб	3	2 985,6
Висівки пшеничні	1 386,6	Мішки	1 рік	5	6 933
Сіль кухонна харчова	414,9	«мокре» зберігання	1 рік	15	6 223,5
Цукор білий	1 185,7	Мішки	4 роки	15	17 785,5
Маргарин столовий	694,8	Ящики	15 діб	5	3 474
Молоко сухе	277,9	Ящики	15 діб	15	4 168,5
Олія соняшникова	121,1	Бочки	1 рік	15	1 816,5
Глофа екстракт	242,3	Бочки	6 місяців	15	3 634,5
Поліпшувач «Амбра»	13,4	Паперові мішки	6 місяців	15	201
Машимікс рожевий	6,7	Мішок з поліетиленовою вкладкою	1 рік	15	100,5

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

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

$q_{\text{сер}}$ – середнє навантаження на 1 м^2 , кг/м^2 (для, для дріжджів – 540, для цукру – 800, для маргарину – 400, для пшеничних висівок – 660, для сухого молока – 540, для соняшникової олії – 540, для поліпшувача «Амбра» - 540, для глофа екстракту – 540, для машиміксу рожевого - 540) [9, 10].

Площа складу для зберігання цукру:

$$F_{\text{ц}}^c = \frac{17785,5}{800} = 22,2 \text{ м}^2$$

Склад для зберігання висівок:

$$F_{\text{в}}^c = \frac{6223,5}{660} = 9,4 \text{ м}^2$$

Склад для зберігання маргарину:

$$F_{\text{м}}^{\text{с}} = \frac{3474}{400} = 8,6 \text{ м}^2$$

Склад для зберігання сухого молока:

$$F_{\text{с.м}}^{\text{с}} = \frac{4168,5}{540} = 7,7 \text{ м}^2$$

Склад для зберігання олії соняшникової:

$$F_{\text{о.с}}^{\text{с}} = \frac{1816,5}{540} = 3,3 \text{ м}^2$$

Склад для зберігання глофа-екстракту:

$$F_{\text{г.е}}^{\text{с}} = \frac{3634,5}{540} = 6,7 \text{ м}^2$$

Склад для зберігання поліпшувача «Амбра»:

$$F_{\text{п.а}}^{\text{с}} = \frac{201}{540} = 0,3 \text{ м}^2$$

Склад для зберігання машиніксу рожевого:

$$F_{\text{м.р}}^{\text{с}} = \frac{100,5}{540} = 0,18 \text{ м}^2$$

Розраховую необхідну площу холодильної камери для зберігання дріжджів:

$$F_{\text{др}}^{\text{с}} = \frac{2985,6}{540} = 5,5 \text{ м}^2$$

Таблиця 2.17 – Розрахунок площі складу тарного зберігання сировини

Вид сировини	Необхідний запас, т	Середнє навантаження	Площа для зберігання, м ²
Борошно пшеничне вищого сорту	97,2	-	-
Борошно пшеничне першого сорту	94,2	-	-
Дріжджі хлібопекарські пресовані	2,9	0,54	$F = 2,9 \div 0,54 = 5,5 \text{ м}^2$
Висівки пшеничні	6,9	0,66	$F = 6,9 \div 0,66 = 9,4 \text{ м}^2$
Цукор білий	17,7	0,8	$F = 17,7 \div 0,8 = 22,2 \text{ м}^2$
Маргарин столовий	3,4	0,54	$F = 3,4 \div 0,54 = 5,5 \text{ м}^2$
Молоко сухе	4,1	0,54	$F = 2,9 \div 0,4 = 7,7 \text{ м}^2$

Олія соняшникова	1,8	0,54	$F = 1,8 \div 0,54 = 3,3$ м^2
Глофа екстракт	3,6	0,54	$F = 3,6 \div 0,54 = 6,7$ м^2
Поліпшувач «Амбра»	0,2	0,54	$F = 0,2 \div 0,54 = 0,3$ м^2
Машимікс рожевий	0,1	0,54	$F = 0,1 \div 0,54 = 0,18$ м^2
Разом	-	-	60,78 м^2

Конструктивно приймаємо площу складу 61 м^2 .

2.5 Підбір та розрахунок технологічного обладнання

Розраховую кількість силосів в складі БЗБ для борошна пшеничного вищого сорту:

$$N_c = \frac{G_6}{V_c} \quad (2.44)$$

де G_6 – необхідний запас борошна;

V_c – ємність одного силоса ($V_c = 29000$);

$$N_c = \frac{94249,2}{29000} = 3,4 = 3 \text{ шт.}$$

Розраховую кількість силосів в складі БЗБ для борошна пшеничного першого сорту:

$$N_c = \frac{94249,2}{29000} = 3,2 = 3 \text{ шт.}$$

Отже, для зберігання борошна застосовую силоси марки ХЕ – 160А, в кількості 6 шт.

Розраховую кількість борошняних ліній для просіювання борошна за формулою:

$$N_{\text{б.л.}} = \frac{G_6^{\text{доб}}}{T * Q} \quad (2.45)$$

де $G_6^{\text{доб}}$ – витрати борошна кожного виду за добу, т;

T – період роботи;

Q – продуктивність просіювача, кг/год.

Для розрахунку приймаю просіювач, його продуктивність згідно технологічних характеристик становить 1500 кг/год.

Для борошна пшеничного вищого сорту:

$$N_{б.л.} = \frac{13896,6}{23 \cdot 1500} = 0,4 = 1 \text{ шт.}$$

Для борошна пшеничного першого сорту:

$$N_{б.л.} = \frac{13464,2}{23 \cdot 1500} = 0,4 = 1 \text{ шт.}$$

Для просіювання борошна використовую 2 просіювачі пірамідального типу з рухомими ситами

Розрахунок кількості виробничих бункерів:

Для зберігання підготовленого борошна установлюють виробничі бункери.

Їх кількість повинна забезпечувати двогодинний запас борошна.

Потрібний об'єм виробничого бункера м² обчислюю за формулою:

$$N_{в.б} = \frac{G_6^{доб} \cdot t}{T \cdot V} \quad (2.46)$$

де $G_6^{год}$ – витрати борошна для приготування напівфабрикату за годину, кг/м³;

t – запас борошна в бункері, год (t = 4 год);

Для борошна пшеничного вищого сорту:

$$N_{в.б} = \frac{13896,6 \cdot 4}{23 \cdot 1000} = 1,6 = 2 \text{ шт.}$$

Для борошна пшеничного першого сорту:

$$N_{в.б} = \frac{13464,2 \cdot 4}{23 \cdot 1000} = 1,5 = 2 \text{ шт.}$$

Використовую 4 виробничі бункери марки ХЕ – 63В ($V_6 = 1,0 \text{ м}^3$)

Розраховую об'єм ємності для зберігання солі за формулою:

$$V_{с.р.} = \frac{G_c \cdot 100 \cdot K \cdot t_{зб}}{C_{с.р} \cdot \rho}, \text{ м}^3 \quad (2.47)$$

де G_c – добові витрати солі, кг/доб;

$t_{зб}$ – норма запасу, діб;

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

ρ – густина (1200), кг/м³;

$C_{c.p.}$ – концентрація сольового розчину, ($C_{c.p.} = 25 \%$).

$$V_{c.p.} = \frac{414,9 * 100 * 1,2 * 15}{25 * 1200} = 24,8 \text{ м}^2$$

Для поділу, укладання та вистоювання даних виробів приймаємо до встановлення вистійно – пічний агрегат П6 – ХРМ [13].

Розрахунок обладнання для зберігання виробів

Кількість контейнерів на годину для зберігання виробів:

$$N_k = \frac{P_{год} * t_{зб}}{N_{л} * q * n_v} \quad (2.48)$$

де $t_{зб}$ – термін зберігання, год.

$n_{л}$ – кількість лотків на контейнері ($n_{л} = 8$ шт.)

n_v – кількість виробів на лотку, шт.

Для хліба «Княжий тостерний з висівками» контейнерів на годину потрібно:

$$N_{год} = \frac{559,6 * 8}{14 * 0,6 * 8} = 66 \text{ шт.}$$

Для хліба «Вечірній» кількість контейнерів становитиме:

$$N_{год} = \frac{705,6 * 8}{12 * 0,8 * 8} = 73 \text{ шт.}$$

Загальна к-сть контейнерів марки А2-ХМТ-25, які потрібні для зберігання хліба «Княжий тостерний з висівками» та хліба «Вечірній» становитиме:

$$N_{заг} = 66 + 73 = 139 \text{ шт.}$$

Розрахунок площі хлібосховища для виробів за формулою:

$$S_{хл} = \frac{P_{год} * t_{зб} * 30}{1000} \quad (2.49)$$

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

$t_{зб}$ – період зберігання, год.

$$S_{хл} = \frac{(559,6 + 705,6) * 8 * 30}{1000} = 303,6 \text{ м}^2$$

Обраховую площу експедиції:

$$S_{експ} = 0,2 * S_{хл}, \text{ м}^2 \quad (2.50)$$

$$S_{експ} = 0,2 * 303,6 = 60,7 \text{ м}^2$$

Таблиця 2.18 – Специфікація основного технологічного обладнання [13,14].

№ з/п	Найменування обладнання	Кількість	Технічна характеристика
1	Приймальний щиток ХЩП - 2	1	-
2	Борошнопровід	6	-
3	Фільтр ХЕ-161	6	-
4	Силос ХЕ-160А	6	Геометричний об'єм м ² d = 2652 мм, h = 12180 мм
5	Тензометричний датчик	6	-
6	Роторний живильник	6	-
7	Бункер – розвантажувач	1	-
8	Просіювач	2	Продуктивність 1500кг/год 2900*856*1810
9	Бункер над вагою	2	-
10	Дозатор борошна порційний ДМП - 100	2	-
11	Бункер під вагою	2	-
12	Живильний шнековий ПШМ	1	-
13	Двохпозиційний перемикач	1	-
14	Виробничий бункер ХЕ – 63В	2	Геометричний об'єм V= 1м ³
15	Розподільний шнек	1	-
16	Розхідні ємності	6	-
17	Бак холодної води	1	-
18	Бак гарячої води	1	-
19	Дозувальна станція ВНДІХП-05	1	-
20	Тістомісильна машина Х-26А	3	-
21	Корито для бродіння опари	1	-
22	Шнековий дозатор опари	1	-
23	Трубопровід подачі опари	1	-
24	Горизонтальний шибер	2	-
25	Ділильно – посадочний автомат ДПА	2	-
26	Посадчик тістових заготовок у форми	2	-
27	Вистійно – пічний агрегат П6-ХРМ	2	-
28	Транспортер готових продуктів	2	-
29	Циркуляційний стіл	2	-

30	Контейнери	139	Кількість лотків 16/18шт 900*836*1737
31	Жиророзчинник X - 15	1	-
32	Цукророзчинник X-14	1	-
33	Автоводомірний бачок АВБ-100	1	-
34	Дріжджемішалка X-14	1	-

2.6 Технохімічний контроль виробництва продуктів запроєктованого асортименту

Хлібопекарське виробництво характеризується широким асортиментом продукції. Для кожного виду виробів розроблено індивідуальну рецептуру та визначено відповідний технологічний процес. У цій сфері застосовується велика кількість різноманітної сировини. Основною метою харчової промисловості є виготовлення хлібобулочних та кондитерських виробів високої якості. Досягнення цієї мети забезпечується завдяки технологічному контролю виробництва (ТХК) [11].

Контроль технологічного процесу включає перевірку дотримання рецептур, режимів приготування напівфабрикатів за такими параметрами, як вологість, кислотність, температура, час вистоювання і випікання тіста, а також правильність зберігання та укладання готової продукції. Важливою складовою контролю є аналіз кількісних показників – обліку витрат і споживання ресурсів на всіх етапах виробництва та пошук шляхів їх оптимізації [11].

Працівники заводських лабораторій здійснюють ТХК відповідно до діючих стандартів і нормативних документів. Визначальне значення має якість сировини, адже вона впливає на вибір способу замішування тіста та технологічні параметри, необхідні для отримання якісної продукції. Важливими є також технологія та обладнання: потрібно обирати оптимальні технологічні рішення, відповідно їх реалізовувати за допомогою обладнання, дотримуватися режимів та забезпечувати справність машин і агрегатів. Якість праці персоналу залежить від рівня кваліфікації працівників, ефективності організації виробництва і належного

облаштування робочих місць. Контроль якості напівфабрикатів і готової продукції, а також параметрів технологічного процесу здійснюється методами, визначеними у відповідних нормативних документах [11].

Таблиця 2.19 – «Метрологічне забезпечення виробництва»

Об'єкт що контролюють	Контрольовані показники	Метод контролю	Періодичність контролю	Особа, що контролює
1	2	3	4	5
Склад БЗБ	Відносна вологість та температура приміщення	Психрометром	Раз в зміну	Технолог
Борошно	Порядок відпуску	За партійними ярликами	Раз в зміну	Технолог
	Органолептичні показники	Порівнянням	Кожну партію	Технолог
	Ураження шкідниками	Візуально	Кожну партію	Технолог
	Кількість клейковини	Відмиванням	Кожну партію	Технолог
	Якість клейковини	Пробною випічкою	Кожну партію	Технолог
	Вологість	Висушуванням в СЕШ-3М	Кожну партію	Технолог
	Кислотність	Титруванням	Вибірково	Технолог
	Вміст металевих домішок	Метало вловлювачем	Раз в зміну	Технолог
	Зольність	Спалюванням	За необхідністю	Технолог
	х/п властивості	Пробною випічкою	За необхідністю	Технолог
	Крупність помелу	Просіюванням на ситах	За необхідністю	Технолог
Розчин дріжджовий Розчин солі Розчин цукру	Визначення концентрації	Аерометром загального призначення	Кожну партію	Технолог
Маргарин	Масова частка жиру	За допомогою рефрактометра	По мірі необхідності	Технолог
Тісто – опара	Колір, запах, смак	Органолептично	1 – 2 рази в зміну	Технолог
	Консистенція	Органолептично	1 – 2 рази в зміну	Технолог
	Стан поверхні	Органолептично	1 – 2 рази в зміну	Технолог

1	2	3	4	5
	Тривалість бродіння	За допомогою годинника	В кінці бродіння	Технолог
	Температура	За допомогою спиртового бродіння	В кінці бродіння	Тістоміс, технолог
	Вологість Кислотність	Висушуванням Титруванням	В кінці бродіння	Технолог
Тістоприготуванняльне відділення	Температура та вологість повітря	Психрометром	Раз в зміну	Технолог
Дозувальна апаратура	Точність роботи	Відбір порції за 15, 60 хв	1 – 2 рази в зміну	Технолог
	Фізико – хімічні показники:	-	1 – 2 рази в зміну	Технолог
Розробка та формування	Вологість	Висушуванням в приладі «Чижової»	1 – 2 рази в зміну	Технолог
	Кислотність	Титруванням	1 – 2 рази в зміну	Технолог
	Тривалість бродіння тіста	Годинником	За необхідністю	Технолог
	Маса шматка тіста	Зважуванням 80 шматків	1 – 2 рази в зміну	Технолог
	Точність поділу	Візуально	Перед вистійкою	Технолог
Випікання	Тривалість випічки	Реле часу	При випіканні	Технолог – пекар
	Температура	Термометром	2 – 3 рази в зміну	Технолог – пекар
	Тиск пари в паропроводі	Манометром	При випіканні	Технолог – пекар
	Готовність хліба	Температура у центрі м'якушки	2 – 3 рази в зміну	Технолог – пекар
	Визначення упікання	За різницею маси тістових заготовок та готового хліба	За необхідності	Технолог – пекар
	Правильність укладання в тару	Візуально	При укладанні	Технолог
	Санітарний стан лотків	Візуально	Раз в зміну	Технолог

Продовження табл. 2.19

1	2	3	4	5
Зберігання	Температура	Термометром	Раз в зміну	Технолог
	Вологість повітря	Психрометром	Раз в зміну	Технолог
	Тривалість зберігання	Психрометром	Раз в зміну	Технолог
Готові вироби	Зовнішній вигляд	Візуально	Кожну партію	Технолог
	Маса готового хліба	Зважуванням	2 рази в зміну	Технолог
	Вологість	В СЕШ – 3 М	За необхідністю	Технолог
	Кислотність	Титруванням	За необхідністю	Технолог
	Пористість	Візуально	За необхідністю	Технолог

3. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

3.1 Принципи, способи та засоби захисту населення

Захист населення є одним із основних завдань у системі цивільного захисту, який спрямований на збереження життя і здоров'я людей в умовах надзвичайних ситуацій природного, техногенного, соціального або воєнного характеру. Ефективність такого захисту залежить від правильно організованої системи заходів, яка ґрунтується на певних принципах, способах і засобах [15].

Принципи захисту населення:

- **Пріоритет життя і здоров'я людини.** Усі заходи повинні бути спрямовані на збереження людських життів і мінімізацію шкоди для здоров'я.
- **Заздалегідь підготовлений і завчасний захист.** Органи влади та служби цивільного захисту повинні завчасно розробляти плани реагування, проводити навчання населення.
- **Комплексність заходів.** Захист здійснюється шляхом поєднання організаційних, інженерних, санітарно-гігієнічних та інформаційних заходів.
- **Оперативність і мобільність.** Дії з захисту мають бути швидкими, ефективними та відповідати поточній обстановці.
- **Інформування населення.** Громадяни мають отримувати достовірну інформацію щодо небезпеки та заходів реагування.

Способи захисту населення:

- **Евакуація.** Організоване виведення населення з небезпечної зони до безпечних місць, зазвичай із попереднім оповіщенням.
- **Ізоляція та укриття.** Використання спеціальних споруд (сховищ, укриттів) або підручних засобів (підвали, метро) для тимчасового перебування під час надзвичайної ситуації.
- **Засоби колективного і індивідуального захисту.** Забезпечення населення протигазами, респіраторами, захисними костюмами тощо.
- **Дотримання режиму радіаційного, хімічного, біологічного захисту.** Здійснення відповідних санітарно-епідемічних та гігієнічних заходів.

- Медичне забезпечення. Надання першої допомоги, евакуація постраждалих, організація медичного контролю.

3. Засоби захисту населення:

- Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ): протигази, респіратори, захисні окуляри, спеціальний одяг, аптечки.
- Засоби колективного захисту: протирадіаційні укриття, сховища цивільної оборони, герметичні приміщення.
- Технічні засоби спостереження та контролю: системи раннього виявлення хімічного, біологічного або радіаційного зараження.
- Системи оповіщення: сирени, гучномовці, мобільні повідомлення, радіо- та телетрансляція.
- Інженерні заходи: створення захисних бар'єрів, дренажних систем, водозахисних споруд тощо.

Захист населення – це комплекс заходів, що охоплює фізичний захист, медичне забезпечення, інформаційне оповіщення та організаційні дії. Вони повинні бути підготовлені завчасно, щоб бути максимально ефективними під час надзвичайної ситуації.

Отож, система захисту населення базується на поєднанні превентивних, організаційних та технічних заходів. Усі громадяни повинні бути обізнаними про правила безпеки та порядок дій під час надзвичайних ситуацій [15].

3.2 Суть та зміст управління охороною праці та безпекою життєдіяльності

Управління охороною праці та безпекою життєдіяльності – це система організаційних, правових, соціально-економічних, технічних та профілактичних заходів, спрямованих на забезпечення безпечних і здорових умов праці, запобігання нещасним випадкам, аваріям та професійним захворюванням на підприємстві.

Суть управління охороною праці:

Основна мета управління полягає в забезпеченні збереження життя, здоров'я та працездатності працівників у процесі виконання трудової діяльності. Це досягається через комплексне впровадження норм законодавства, інструкцій, стандартів безпеки, а також постійне вдосконалення умов праці.

Зміст управління охороною праці включає:

1. Нормативно-правове регулювання. Визначення обов'язків роботодавця та працівників згідно з Законом України «Про охорону праці», Кодексом законів про працю, галузевими положеннями.
2. Організація служби охорони праці. Створення відповідного підрозділу або призначення відповідальної особи, яка координує та контролює дотримання вимог охорони праці.
3. Інструктажі та навчання. Проведення вступного, первинного, повторного та цільового інструктажів, а також перевірка знань з охорони праці серед працівників.
4. Атестація робочих місць. Оцінка умов праці, визначення рівня шкідливості та небезпеки, розробка заходів з покращення санітарно-гігієнічних показників.
5. Профілактика виробничого травматизму. Аналіз причин нещасних випадків, розробка заходів для їх запобігання, проведення регулярних перевірок та аудитів.
6. Контроль і аудит. Планові перевірки дотримання законодавства, внутрішні інспекції умов праці, аудит системи охорони праці.
7. Мотивація безпечної поведінки. Заохочення працівників до дотримання норм безпеки через преміювання, визнання, конкурси тощо.

Суть управління безпекою життєдіяльності:

Безпека життєдіяльності – це ширше поняття, яке охоплює створення безпечних умов для життя та діяльності людини в усіх сферах: на виробництві, у побуті, в навчанні, в умовах надзвичайних ситуацій. Управління цією сферою включає заходи з інформування, освіти, захисту та формування культури безпечної поведінки [16].

ВИСНОВКИ

Метою виконання кваліфікаційної роботи на тему «Проект цеху з виробництва пшеничних хлібобулочних виробів» було обґрунтування та розрахунок виробничого проекту із включенням до асортименту нових виробів — хліба «Княжий тостерний з висівками» та хліба «Вечірній». У процесі роботи проведено техніко-економічне обґрунтування проекту, зокрема проаналізовано вибір місця розташування підприємства, охарактеризовано сировинну базу, асортимент продукції та канали її реалізації.

У наступному розділі дипломної роботи представлено розрахункову частину, яка охоплює визначення продуктивності підприємства, розробку рецептур, визначення добової потреби у сировині, а також обґрунтування обсягів її зберігання. Здійснено підбір технологічного обладнання з відповідними розрахунками його кількості та потужності. Окрему увагу приділено аналізу системи технохімічного контролю, що забезпечує якість і стабільність виробничих процесів.

Крім того, у роботі висвітлено питання охорони праці та безпеки життєдіяльності. У цьому розділі розглянуто ключові аспекти організації безпечних умов праці та надано відповіді на актуальні питання в межах нормативно-правових вимог.

Узагальнюючи результати, можна зробити висновок, що розробки дано цеху є обґрунтованим і доцільним. Запропоновані заходи створюють підґрунтя для подальшого розширення асортименту продукції та підвищення ефективності роботи підприємства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ 46.004-99 Борошно пшеничне. Технічні умови. Чинний від 20-07-1999. К. Галузевий стандарт України, 1999. 13 с.
2. ДСТУ 3583:2015. Сіль кухонна. Загальні технічні умови. К. Держспоживстандарт України, 2015. 18 с. (Національний стандарт України).
3. ДСТУ 4812:2007 Дріжджі хлібопекарські пресовані. Технічні умови. Чинний від 30-07-2007. К. Держспоживстандарт України, 2007. 13 с.
4. ДСТУ 4623:2006 Цукор білий. Технічні умови. К. Держспоживстандарт України, 2006. 20 с. (Український науково-дослідний інститут цукрової промисловості).
5. ДСТУ 4273:2003. Молоко та вершки сухі. Технічні умови. К. Національний стандарт України, 2003. 21 с. (Інститут харчової хімії та технології НАН України і Національна асоціація «Укрконсервмолоко» Міністерства аграрної політики України.)
6. ДСТУ 4492:2017 Олія соняшникова. Технічні умови. К. Держспоживстандарт України, 2017. 13 с. (Український науково-дослідний інститут олії та жирів).
7. ДСТУ 4465:2005 Маргарин. Загальні технічні умови. К. Держспоживстандарт України, 2015. 18 с. (Український науково-дослідний інститут олії та жирів).
8. 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.
9. Дробот В. І. Технологічні розрахунки у хлібопекарському виробництві: Навчально-методичний посібник / В. І. Дробот. Київ. Кондор, 2016. 330 с.
10. Дробот В. І. Довідник інженера-технолога хлібопекарного виробництва / В. І. Дробот Київ: Урожай, 2019. 580 с

11. Дробот В. І. Технохімічний контроль сировини та хлібобулочних і макаронних виробів / В. І. Дробот. Київ. Кондор, 2015. 958 с.
12. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи для здобувачів освітнього ступеня «бакалавр» зі спеціальності 181 «Харчові технології» денної та заочної форм навчання / Крупа О.М., Дацишин К.Є., Карпик Г.В., Сторож Л.А. Тернопіль: ТНТУ, 2023. 34 с.
13. Технологічне обладнання хлібопекарських і макаронних виробництв / Лісовенко О. Київ. Наукова думка, 2010. 287 с.
14. Технологічне устаткування хлібопекарського, макаронного і кондитерського виробництв / В.Ф. Петько, О.І. Гапонюк, Є.В. Петько, А.В. Уляницький; За ред. О.І. Гапонюка. Київ: ЦУЛ, 2017. 432 с.
15. Основи професійної безпеки та здоров'я людини: підручник / В. В. Березуцький [та ін.]; під ред. проф. В. В. Березуцького. Харків: НТУ «ХПІ», 2018. 553 с.
16. Цивільна оборона: навч. посіб. Кулаков М.А., Ляпун В.О., та ін. Харків: НТУ «ХПІ», 2008. 312 с.