

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

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: **Проект цеху підприємства з виробництва хлібобулочних
виробів потужністю 16 т/добу**

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

Віскуп М.Р.

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Карпик Г. В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Дацишин К.Є.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

Кухтин М.Д.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2026

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

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

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

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

1. Тема роботи

Проект цеху підприємства з виробництва хлібобулочних виробів потужністю 16 т/добу

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

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

2. Термін подання студенткою завершеної роботи 19.06.2026 р.

3. Вихідні дані до роботи Асортимент:

1) *Хліб «Житомирський з кмином»,*

2) *Батони «Подільські»,*

3) *Сайки з родзинками*

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

Вступ. Техніко-економічне обґрунтування. Технологічна частина (вибір та обґрунтування технологічних процесів і режимів виробництва продуктів; технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту; розрахунок витрат і запасів сировини; розрахунок площ виробничих приміщень; підбір і розрахунок технологічного обладнання; технохімічний контроль виробництва продуктів запроєктованого асортименту).

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

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

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

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

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

6. Консультанти розділів роботи

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

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

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

Студентка

(підпис)

Марія ВІСКУП

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

Галина КАРПІК

АНОТАЦІЯ

У кваліфікаційній роботі розглянуто заходи щодо будівництва хлібопекарського цеху потужністю 16 тонн за добу. Передбачено впровадити у виробництво вироби з борошна першого і вищого сортів. Запроєктовано встановлення сучасного обладнання для замішування та оброблення тіста й випікання хлібобулочних виробів. В роботі обґрунтовано вибір технологічних схем виробництва запроєктованого асортименту, здійснено розрахунки рецептур та витрат сировини на виробництво, розраховано й підібрано обладнання.

Пояснювальна записка складається з 74 сторінок друкованого тексту.

Ключові слова: борошно пшеничне, опара, тісто, хліб, батон, сайки

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ.....	7
1.1 Характеристика розташування підприємства.....	7
1.2 Обґрунтування асортименту продукції.....	8
1.3 Характеристика сировинної зони.....	10
1.4 Характеристика каналів реалізації продукції.....	11
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	12
2.1 Вибір та обґрунтування технологічних процесів й режимів виробництва.....	12
2.1.1 Обґрунтування вибору технологічних схем.....	12
2.1.2 Опис технологічного процесу виробництва хліба.....	19
2.1.3 Характеристика сировини	22
2.1.4 Нормативна характеристика готових виробів.....	23
2.2 Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту.....	24
2.2.1 Таблиця вихідних даних	24
2.2.2 Підбір та розрахунок печей.....	25
2.2.3 Розрахунок пофазних рецептур.....	29
2.2.4 Розрахунок виходу виробів.....	35
2.2.5 Розрахунок виробничих рецептур	40
2.3 Розрахунок витрат і запасів сировини.....	44
2.4 Розрахунок площ складського приміщення для тарного зберігання сировини та готової продукції.....	46
2.5 Підбір технологічного обладнання	48
2.6 Технохімічний контроль виробництва	62
3 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	65
ВИСНОВКИ.....	70
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ.....	71
ДОДАТКИ.....	74

ВСТУП

Хліб – продукт виробництва якого є завжди актуальним. На ринку харчових продуктів хлібобулочні вироби є найстабільнішим сегментом. Хлібні вироби багаті на ряд поживних речовин та є джерелом вуглеводів, білків, мінералів. В останні роки хліб із сортового борошна презентують як висококалорійний продукт, що не є корисний для здоров'я людини. Фізіологічна калорійність хліба обумовлюється тим, як його засвоює організм. Складові виробів із сортового пшеничного борошна засвоюються краще за складові хліба з житнього борошна такого ж виходу. Проте, вважають дієтологи, його не варто повністю виключати з раціону. Радять у всьому необхідно дотримуватись балансу та враховувати особливості організму, спосіб життя, стан здоров'я. Добова потреба дорослого населення в енергії: чоловіків 2800 – 3900 ккал, жінок – 2000 – 3000 ккал, а у вуглеводах: чоловіків 448 – 592 г, жінок 320 – 480 г залежно від віку та фізичної діяльності [2].

Військова агресія проти України відбилася на обсягах виробництва хліба. Зруйновано суттєвий відсоток висопродуктивних хлібопекарських підприємств півдня і сходу нашої держави, а значна кількість призупинила діяльність через близькість до лінії фронту. Війна змінила цифри, але стійкість галузі залишається.

Незважаючи на наслідки воєнних дій, населення хлібом забезпечують приватні пекарні різної потужності, пекарні при супермаркетах. Для відновлення матеріально-технічної бази хлібопекарської галузі необхідно будувати нові підприємства і оснащувати їх сучасним обладнанням.

1 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

1.1 Характеристика розташування підприємства

В роботі проєкт цеху виробничою потужністю 16 т/доб пропонуємо реалізувати в місті Гайворон – адміністративний центр громади Голованівського району. Знаходиться на заході Кіровоградської області. Місто знаходиться поблизу річки Південний Буг. Воно є важливим залізничним вузлом. До тепер зберігається і діє вузькоколійна залізниця, яка найдовша в Європі та для України рідкість. Місто засновано 1796 році. Населення 13275 чол. станом на 01.04.2025 р. Чисельність громади становить 27422 людини. В місті функціонують заводи – олійний та тепловозремонтний. Навчальні заклади: 4 загальноосвітні школи, політехнічний коледж, аграрний ліцей [2].

Обґрунтування доцільності місця розташування цеху:

- даний регіон знаходиться не в місці бойових дій;
- добре розвинута логістична структура;
- збалансованість між виробництвом і забезпеченням його сировиною, матеріалами, енергією.
- цех має бути оснащений сучасним імпортним обладнанням, що скорочує термін вводу його в дію і є мобільним при необхідності переміщення.

Виробничу потужність цеху 16 т/доб забезпечують дві 4-х секційні печі зі стаціонарним подом Кумкая BR 150 турецького виробництва і «Matador МД -190» німецького виробництва та одна ротаційна піч Кумкая LIDER- 300.

При затвердженій в Україні фізіологічній нормі споживання пересічного громадянина 277 т/доб, чисельність споживачів буде становити:

$$Ч = П \cdot Н_1 \quad (1.1)$$

$$Ч = 16000 : 0,277 = 57762 \text{ чол.}$$

П – проєктна добова потужність цеху; H_1 – норма споживання продукту, кг/доб.

Таблиця 1.1- Реалізація виготовлених виробів

Розподіл між споживачами	Маса виробів, т
Гайворонська адміністративна громада	7,6
Адміністративні громади району	4,4
Забезпечення армії	2,5
Для переселених громадян	1,5

1.2 Обґрунтування асортименту продукції

На тлі тривалої війни РФ проти України руйнувань зазнали не тільки підприємства, а й виснажується організм людини, Для його підтримки збільшується потреба у споживанні продуктів з вищою енергетичною цінністю. Асортимент запроєктованої продукції: хліб «Житомирський з кмином», батони «Подільські», сайки з родзинками виготовляють із сортового пшеничного борошна.

Таблиця 1.2 – Харчова цінність запроєктованого асортименту

Назва виробу	Білки, г	Жири, г	Вуглеводи, г	Енергетична цінність, кДж
Хліб «Житомирський з кмином»	7,5	1,2	49,8	1004
Батони «Подільські»	8,1	0,9	50,1	1030
Сайка з родзинками	7,0	2,0	51,0	1059

Енергетична цінність 100 г хліба «Житомирський з кмином» із борошна пшеничного I сорту становить 226 ккал, сайки з родзинками і батони «Подільські» із борошна вищого сорту відповідно 253 ккал, 250 ккал [3]. Нормативне добове споживання хлібобулочних виробів покриває 23 % загальної калорійності добового раціону.

Основний відсоток поживної цінності цих виробів складають вуглеводи, передусім крохмаль, який у процесі травлення поступово розщеплюється до

глюкози і слугує джерелом енергії для клітин. Саме тому пшеничний хліб є важливим компонентом раціону людей із підвищеними енерговитратами — дітей, підлітків, осіб фізичної праці. Хоча вміст харчових волокон у таких виробах нижчий порівняно з виробами з цільнозернового борошна, він характеризується легшим перетравленням та м'якішою дією на шлунково-кишковий тракт.

У рецептуру запропонованого асортименту входять маргарин, соняшникова олія, кмин, сушений виноград. Маргарин це джерело жиру й, відповідно, енергії. Оскільки 1 г жиру забезпечує близько 9 ккал, додавання маргарину до харчових продуктів істотно підвищує їх калорійність. Маргарин містить жиророзчинні вітаміни, що сприяють функціонуванню зору, імунної системи та антиоксидантному захисту організму. Соняшникова олія є джерелом ненасчених жирних кислот, особливо лінолевої, яка належить до незамінних. Вона необхідна для підтримання ліпідного обміну, еластичності судин та регуляції рівня холестерину в крові. Крім високої енергетичної цінності, соняшникова олія забезпечує надходження вітаміну Е, що виконує роль природного антиоксиданту й захищає клітини від окиснювального стресу. Кмин використовується у невеликих кількостях, проте має суттєве фізіологічне значення. Він містить ефірні олії, флавоноїди, мінеральні речовини та харчові волокна. Біологічно активні сполуки кмину стимулюють травлення, покращують секреторну діяльність шлунково-кишкового тракту та сприяють кращому засвоєнню поживних речовин. Хоча його внесок в енергетичну цінність незначний через малу дозу споживання, він підвищує функціональну цінність продуктів. Сушений виноград є концентрованим джерелом вуглеводів, переважно глюкози та фруктози, які швидко засвоюються і забезпечують організм енергією. Висока його калорійність обумовлена низьким вмістом вологи та значною концентрацією цукрів. Крім того, він містить калій, залізо, антиоксидантні сполуки та харчові волокна, що позитивно діють на серцево-судинну систему й травлення. Тому раціональне поєднання

таких інгредієнтів сприятиме енергетично збалансованому й фізіологічно доцільному харчуванню.

1.3 Характеристика сировинної зони

Запроєктовані хлібобулочні виробниці виготовляють за рецептурами до складу яких входять пшеничне борошно вищого та першого сорту, дріжджі, сіль, цукор, маргарин, олія, виноград сушений, кмин.

Постачання основних видів сировини для виробництва хлібної продукції здійснюється переважно від підприємств Кіровоградської області та інших регіонів України, що забезпечує стабільність логістики.

Борошно надходить від компанії Торговий дім «Зернарі», яка входить до складу групи Агродар ЛТД. Підприємство переробляє зерно на крупи та борошно та різних сортів, що відповідає вимогам державних стандартів і характеризується стабільними показниками якості.

Цукор постачається від ТОВ Новомиргородський цукор, що входить до складу Національної асоціації цукровиків України Укрцукор. Підприємство здійснює виробництво кристалічного цукру з вітчизняної сировини, забезпечуючи його високу ступінь очищення та відповідність показникам безпеки.

Постачальником соняшникової олії є ПП Гайворонський олійний завод, яке спеціалізується на виробництві рафінованої та нерафінованої олії. Продукція характеризується високим ступенем очищення, стабільністю фізико-хімічних показників і відповідає вимогам харчової безпеки.

Сіль кухонна харчова закуповується оптовими партіями у сертифікованих постачальників. Вона повинна відповідати вимогам стандартів щодо чистоти, гранулометричного складу та відсутності сторонніх домішок.

Дріжджі надходять із Львівського дріжджового заводу «Ензим», одного з провідних виробників хлібопекарських дріжджів в Україні. Продукція

підприємства характеризується високою бродильною активністю та стабільністю якості.

Маргарин постачається від ПрАТ Київський маргариновий завод, яке виробляє жирову продукцію спеціального призначення для хлібопекарської та кондитерської промисловості. Маргарин має необхідні пластичні властивості, стабільний жирнокислотний склад.

Сушений виноград українського виробництва постачається під торговою маркою ТМ «Ямуна», а також від фермерських господарств південних регіонів Одеської області. Продукція проходить сортування та контроль якості, характеризується природною солодкістю, відсутністю сторонніх домішок.

Кмин закуповується у виробників під торговими марками ТМ «Руна» та ТМ «Королівський Смак», які спеціалізуються на фасуванні та реалізації прянощів. Сировина відповідає вимогам безпеки та якості, має виражені ароматичні властивості.

1.4 Характеристика каналів реалізації продукції

Добова продуктивність печей врахована на забезпечення хлібобулочними виробами населення не тільки місцевої громади та громад району, але й для доставки виробів на фронт і для переселених громадян із зони бойових дій.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Вибір та обґрунтування технологічних процесів й режимів виробництва хліба «Житомирський з кмином», батонів «Подільські», сайок з родзинками

2.1.1 Обґрунтування вибору технологічних схем

Традиційні методи виробництва хлібобулочних виробів характеризується тривалим періодом бродіння, що покращує органолептику хліба. Їх розділяють на кілька технік, кожна з яких має свій унікальний процес і переваги. Сюди відноситься безопарний спосіб виготовлення тіста, метод приготування тіста з опарою, та спосіб швидкого приготування тіста . Яким із них скористатись, залежатиме від складових рецептури та якості борошна [3].

Розроблені технології хлібобулочних виробів, які дають можливість покращити якість виробництва й підвищити харчову цінність шляхом впровадження нетрадиційної сировини, наприклад бурякового ферментованого концентрату, ревеню, концентрату з яблук та моркви та ін. [4-7].

Хліб «Житомирський з кмином» подовий виробляється за рецептурою в складі якої є пшеничне борошно першого сорту, дріжджі, сіль цукор, столовий маргарин, кмин сухий. В рецептуру батонів «Подільські» входить пшеничне борошно, сіль, дріжджі, цукор, олія соняшникова.

У роботі для виробництва хліба «Житомирський з кмином» та батонів «Подільські» пропонуємо тісто готувати у два етапи: опара-тісто. Застосування такого підходу, покращує смак, робить його більш насиченим, і збільшує пористість м'якушки хліба, робить її більш пружною й еластичною. Цей метод передбачає приготування опари, яка складається з борошна, води та дріжджів, її бродіння перед змішуванням з рештою інгредієнтів під час замішування тіста.

Тривалий період бродіння дозволяє розвинути складні смаки та отримати більш виразну структуру м'якушки завдяки накопиченню органічних кислот, летких речовин.

У процесі готування тіста для хліба «Житомирський з кмином» використовують традиційну густу опару вологістю 43,0 %. Вона повинна вибродити до кислотності 3-4 град при температурі 27 °С. На цей процес затрачається 3 год. Тісто для батонів «Подільські» замішують на опарі великій густій. Характерним є процес бродіння протягом 210 хв задля досягнення необхідної кислотності 3,5 град.

Тісто на великих густих опарах виброджує на 60 хв швидше – 40 хв. Кінцева кислотність тіста для хліба й батону має бути на 0,5 – 1,0 град вищою за кислотність готових виробів.

У рецептурі сайок з родзинками є борошно вищого сорту, дріжджі, сіль, цукор, маргарин з вмістом жиру 82 %, виноград сушений. В технологічних інструкціях на цей виріб [8] пропонується тісто готувати безопарним способом. Як відомо, в середовищі де є цукор й жир дріжджова клітина повільніше проявляє бродильну активність. Тому в таких випадках пропонується підвищувати рецептурну кількість розпушувача. В роботі використано технологічний прийом – активація дріжджів. Він спрямований на підвищення бродильної активності клітин *Saccharomyces cerevisiae*, дозволяє відновити проникність клітинних мембран та активізувати ферментні системи активізувати мальтозну активність.

Після поділу тіста на порції відповідної маси воно стає тістовою заготовкою, яку потрібно обробити - надати шматкам тіста округлої форми та одночасно створити тонку плівку на поверхні. Під час цієї операції заготовка обертається між робочою поверхнею та округлювальним органом відповідного обладнання. У результаті цього зовнішній шар ущільнюється, поверхня стає гладкою. Плівка, що формується під цієї дії, сприяє кращому утриманню вуглекислого газу під час вистоювання, що забезпечує рівномірне піднімання заготовки.

Оскільки, вироби мають видовжену форму, тістову заготовку обробляють на закатувальній машині. Її згортають за допомогою системи валиків, які забезпечують однакову товщину та щільність. Під час процесу має значення оптимальний ступінь ущільнення: слабеньке згортання може призвести до розривів і нерівномірної пористості, а надмірне — до зацільної м'якушки. Правильне закатування забезпечує симетричну форму подового хліба, батонів, сайок.

Важливим технологічним етапом є вистоювання підготовленого тіста – заготовок. Правильно проведений процес дозволяє тісту піднятися за рахунок продовження роботи дріжджів й утворення вуглекислого газу. Забезпечується розвиток клейковинної сітки, що в готовому виробі сприятиме пористій структурі. Подовжений час бродіння посилює смак і аромат хліба, роблячи його приємнішим для вживання. Пропуск даного етапу або неправильне проведення його може призвести до щільного, плоского хліба. Недостатньо вистоюна заготовка може надати хлібові товсту й тверду скоринку, тоді як перестояна заготовка може призвести до блідої скоринки.

Тістові заготовки для хліба «Житомирський з кмином» мають вистоюватись 35 – 50 хв, для батонів «Подільські» та сайки з родзинками 40 – 60 хв, залежно від умов у вистійній шафі.

Підготовлені належним чином заготовки для хліба й батонів випікають у печах зі стаціонарним подом, сайки - у ротаційній печі. Обрана подова піч поєднує традиційну технологію випікання з сучасними рішеннями для інтенсивної роботи. Її конструкція забезпечує рівномірний розподіл тепла та високоякісну термообробку продукції, максимально наближену до випікання у класичних кам'яних печах. Нагрів здійснюється через систему парових труб, розташованих як зверху, так і знизу кожного ярусу, що гарантує збалансований прогрів по всьому об'єму. Корпус виготовлений із нержавіючої сталі, що підвищує довговічність і стійкість до корозії. Для кожного ярусу передбачена окрема система подачі пари з незалежним керуванням. Завдяки цьому випічка

виходить з однорідною структурою, рівним кольором скоринки і вираженим ароматом [9].

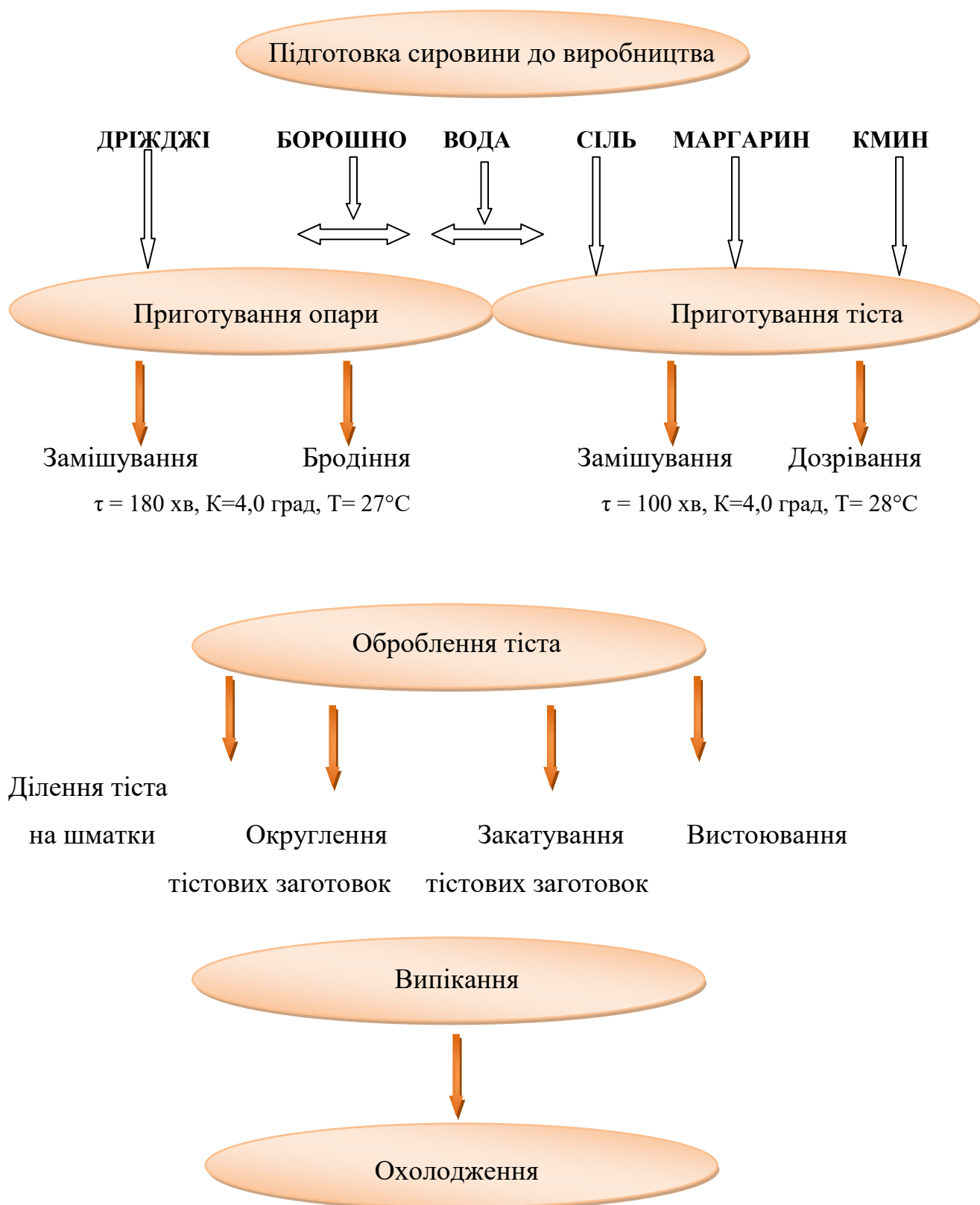
Ротаційна хлібопекарська піч, призначена для серійного випікання хлібобулочних виробів різного обсягу. Вона поєднує в собі високу продуктивність, надійну конструкцію та ефективний теплообмін, що дозволяє досягати рівномірної випічки продукції на всій площі робочої камери.

Камера випікання розрахована на установку двох термостійких візків розміром 600 × 1000 мм з деко, що забезпечує значну площу випічки. Внутрішні поверхні печі, корпус та камера згоряння виготовлені з нержавної сталі, що гарантує довговічність і стійкість до корозії. Ротаційний механізм з редуктором забезпечує рівномірне обертання візків під час випікання, що сприяє однорідному прогріванню виробів. Щільна двошарова ізоляція значно знижує втрати тепла та оптимізує витрати палива. Система подачі гарячого повітря з регульованими каналами дозволяє точно налаштувати режим випікання під конкретний вид продукції. Наявність термостата безпеки та термостійкої панелі управління забезпечує безпечну й надійну експлуатацію.

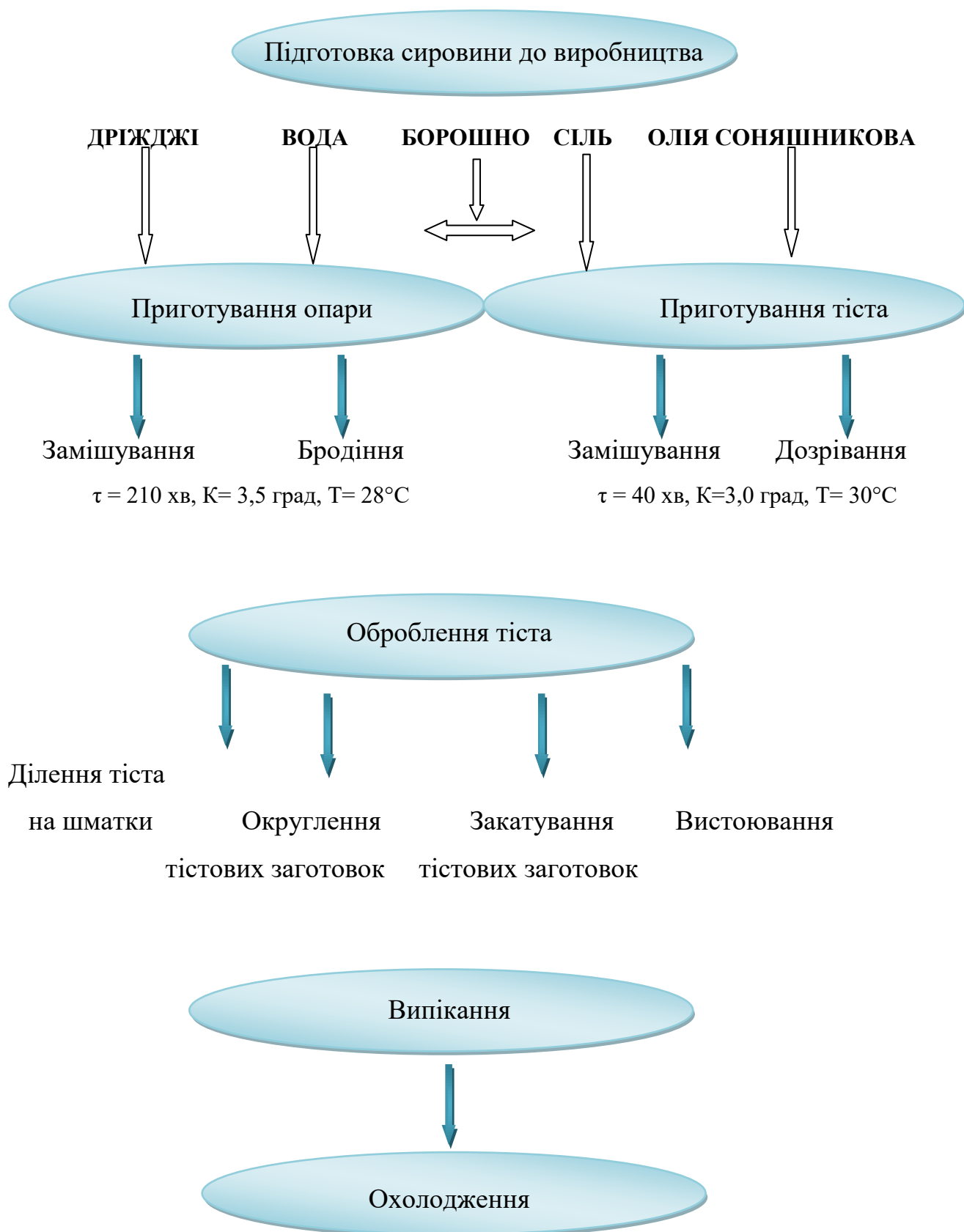
Ротаційний принцип випікання - гаряче повітря активно циркулює навколо продукції, що сприяє рівному пропіканню, кращій скоринці та стабільній якості виробів. Присутність якісної ізоляції зменшує витрати палива під час випікання, забезпечуючи енергоефективність. Гнучкість у роботі - можливість переходити між різними джерелами енергії дозволяє адаптувати піч до конкретних умов виробництва. Надійність і довговічність - виконання з нержавіючої сталі, продумана система безпеки та простота в обслуговуванні роблять модель придатною для інтенсивної експлуатації [10].

Технологічні схеми виробництва запроєктованого асортименту

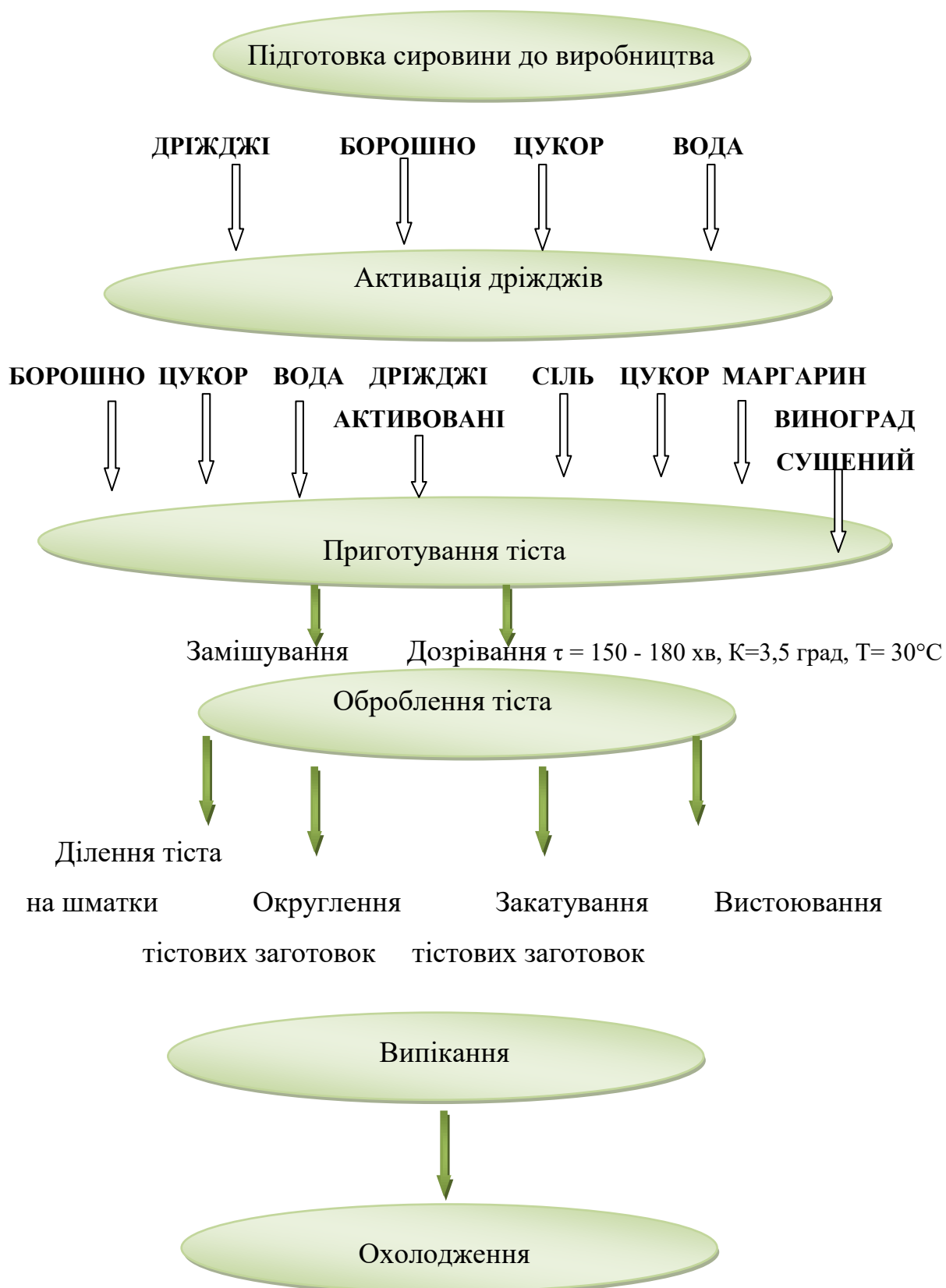
Хліб «Житомирський з кмином»



Батони «Подільські»



Сайки з родзинками



2.1.3 Вибір та обґрунтування технологічних схем

На підприємство пшеничне борошно постачають спеціалізованими автомобілями - борошновозами. На території транспорт зважують на автомобільних вагах для фіксації фактичної маси сировини. Розвантаження здійснюють через гнучкий трубопровід, під'єднаний до приймального щитка. Стиснене повітря, яке подається від борошновоза, створює аеросуміш борошна з повітрям, що транспортується трубопроводом у силоси ХЕ – 160А (Л. 1, п. 1, 1а) для зберігання. У верхній частині силосів встановлено фільтри для відокремлення повітря. Борошно першого і вищого сортів зберігається в окремих силосах. Із силосів сировина подається аерозоль транспортом до просіювального обладнання (Л.1, п. 3), де очищується від випадкових домішок, аерується, проходить магнітне очищення. Збирається у бункери й через ваги (Л.1, п. 4) надходить у виробничі силоси (Л. 2 , п. 6).

Пресовані дріжджі, що надійшли на підприємство, потрібно зберігати в окремій холодильній камері за температури наближеної до +0 °С. Приміщення для їх зберігання має бути сухим, чистим та обладнаним вентиляцією. Перед внесенням у тісто з дріжджів готують суспензію з водою у дріжджорозчиннику. Отриману суміш проціджують через металеве сито з отворами до 2,5 мм, після чого насосом подають у витратну ємкість (Л. 1, п. 10). Харчова сіль постачається автотранспортом і завантажується у солерозчинник. Концентрацію розчину контролюють за густиною ареометром. Приготований 26 %-й розчин солі перекачують у витратний резервуар (Л. 1, п. 12).

Питна вода, яка відповідає вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10 надходить з централізованої мережі. Нагрівання води здійснюється парою, що виробляється у котельні. Вода перед використанням проходить пом'якшення на катіонітових фільтрах, а конденсат повертається у збірник для повторного використання. Вона зберігається у баках для холодної та гарячої води (Л. 1, п. 7, 9) і перед подачею у дозатори доводиться до необхідної температури.

Маргарин, який постачається у ящиках, зберігається в холодильній камері при температурі не вище 10 °С. Перед подачею у виробничий відділ цеху його звільняють від упаковки, очищують, подрібнюють і розтоплюють у жиротопці за температури 40–45 °С, щоб уникнути розшарування на жир і водну фазу. Після плавлення маргарин подають у збірники (Л. 1, п. 14) обладнанні водяною сорочкою і мішалкою. Соняшникова олія надходить у бочках. Перед використанням її фільтрують через сито з отворами до 2 мм і зберігають у спеціальних ємностях при температурі 4–6 °С. Подача на виробництво здійснюється насосом через напірну ємність (Л. 1, п. 11).

Цукор білий привозять у мішках по 50 кг. Він зберігається зберігається тарно на піддонах у сухому складі. Перед застосуванням його просіюють для видалення механічних та металоманітних домішок. Для виробництва готують цукровий розчин густиною 1,23 кг/дм³. Він перекачується у витратну ємність (Л. 1, п. 13) і далі використовується під час замішування тіста через дозатор (Л. 2, п. 26).

Сушений виноград потрапляє на підприємство у мішках. Його зберігають у сухих, вентиляованих приміщеннях при температурі до 20 °С і відносній вологості повітря не більше 70 %. Перед використанням перебирають, видаляють сторонні домішки та ретельно промивають. Насіння кмину зберігають у вентиляованих приміщеннях зі зниженою вологістю повітря у закритій тарі, щоб запобігти зволоженню та втраті ефірних олій. Перед подачею у виробництво кмин очищують від механічних домішок. Для цього застосовують просіювання через сита з відповідним розміром отворів та магнітні уловлювачі для видалення металевих пилю чи частинок. У тісто вносять в цілому вигляді.

Хліб «Житомирський з кмином»

Опару замішують у тістомісильній машині Масран (Л. 2, п. 28). У чашу MSPA за допомогою дозаторів вносять дріжджову суспензію, частину води та частину борошна. Замішаний напівфабрикат повинен виробити протягом 3-х

годин до кислотності 4,0 град при температурі 27 °С. У цій самій машині відбувається змішування тіста. Для цього в чашу додають сольовий та цукровий розчини, розтоплений маргарин, підготовлений кмин та борошно, що залишилось. Тісто залишають на виброджування на 1 год 40 хв. За цей час тісто збільшується в об'ємі, досягає необхідної кислотності, накопичуються ароматичні речовини. За допомогою діжеперекидача (Л.2, п. 31) РСЕТ тісто вивантажується в тістоподільник STORM 216 (Л.2, п. 32). Відважені шматки тіста округлюються на обладнанні КСМ 2000 А (Л. 2, п. 34) та на стрічковому транспортері (Л. 2, п. 33) потрапляють у тістозакатувальну машину PIETROBERTO SPEED (Л. 2, п. 35). Сформовані заготовки на столі (Л. 2, п. 36) викладаються на листи, вставляються у вагонетки, які ввозять у шафу для вистоювання MD 180 (Л. 2, п. 38). Добре розпушені заготовки для хліба перекладають на под печі BR 150 (Л. 2, п. 39) . Хліб, що спікся перекладають на стелажі для охолодження і зберігання.

Батони «Подільські»

Тісто для батонів готують на великій густій опарі, при цьому всю воду вносять в цей напівфабрикат. Використовують тістомісильну машину ТММ MSPA – 160 з підкатною діжею (Л. 2, п. 28). В неї вносять воду, суспензію і борошно згідно з розрахунками. Витримують замішану опару 2 год 30 хв при температурі 28 °С. У готовий напівфабрикат вносять розчини цукру й солі та олію соняшникову. З виробничого бункера через дозатор подають борошно. Тісто має дозрівати 40 хв для досягнення кислотності 4,0 град. Користуючись перекидачем діж РСЕТ (Л. 2, п. 31) тісто подають на поділ, стрічковим транспортером – на округлення, закатування. На столі заготовки вкладають на листи й подають на вистоювання й подальше випікання у печі Matador МД -190 (Л. 2, п. 40).

Сайки з родзинками

Сайки готують безопарним способом з застосуванням активованих дріжджів. Використовують місильну машину (Л. 2, п. 41) в яку вносять воду,

дріжджі, певну кількість цукру й борошна. Перекачують у чан (Л. 2, п. 43) та залишають для підсилення активності на 40 – 50 хв. Температура борошняної суспензії має бути – 32-34 °С. Готову суспензію перекачують у збірник (Л. 2, п. 44) з якого подають через дозатор у тістомісильну машину MSPA – 200 з підкатною діжею об'ємом 326 дм³ (Л. 2, п. 46). Сюди ж дозується розчин солі, розчин цукру, маргарин, виноград сушений. Дозріле тісто за допомогою діжеперекидача надходить у лійку тістоподільника Kumkaya DM – 2000 (Л. 2, п. 47). Заготовки необхідної маси округлюють і закатують на обладнанні марок НКС-01 (Л. 2, п. 34) та PIETROBERTO SPEED (Л. 2, п. 35). Після цих процесів відбувається укладання заготовок на листи візків. Візки закатують у вистійну шафу МО 140-4 (Л. 2, п. 48) для вистоювання і піч LIDER- 300 (Л. 2, п. 49) для випікання.

Усі вироби після випікання укладають на стелажі де відбувається їх охолодження і зберігання перед відправленням у торгову мережу.

2.1.3 Характеристика сировини

Уся сировина має відповідати вимогам зазначеним у відповідних нормативних документах [11-16].

Найважливішими показниками якості борошна є вологість (не більше 15 %), зольність (0,55 - для вищого сорту, 075 % - для I сорту), вміст (не менше 24 % - для вищого сорту, не менше 25 % - для I сорту) і якість (не нижче 2-ої групи) клейковини, автолітична активність не більше 28 % та кислотність. Від хлібопекарських властивостей борошна залежать об'єм, пористість і формостійкість хліба.

Дріжджі пресовані повинні містити активні клітини дріжджових грибів, що зброджують цукри. Якість пресованих дріжджів оцінюють за підйомною силою (до 55 хв), вологістю (до 75 %), кислотністю. Висока бродильна активність сприяє інтенсивному газоутворенню, формуванню добре розвиненої пористості виробу.

Сіль кухонна призначена для регулювання смаку та впливу на фізико-хімічні властивості тіста. Вона зміцнює клейковинний каркас, підвищує його пружність і водночас сповільнює активність дріжджів, забезпечуючи контрольоване бродіння. Сіль повинна бути чистою, без сторонніх домішок, із вмістом хлориду натрію до 97,0 %.

Цукор повинен мати наступні характеристики: сухий, сипкий, без грудок, сторонніх домішок й запахів. Вміст цукрози - не менше 99,75 %. Він є поживним середовищем для дріжджів, сприяє утворенню рум'яної скоринки завдяки реакціям карамелізації, меланоїдиноутворення.

Якість маргарину визначають за відсотком жирності (39,0-84,0 %) кислотністю (2,5 град Кеттсторфера). Маргарин застосовують як жирову добавку для покращення структури м'якушки та подовження свіжості виробів.

Олія соняшникова повинна бути прозорою (для рафінованої), без осаду й стороннього запаху, з нормованими показниками кислотного (до 0,25/0,60 мг КОН/г) та перекисного (до 2,0/10,0 6,0/10,0 ммоль/кг) чисел. У тісті олія сприяє його пластичності.

Кмин застосовується як пряно-ароматична добавка, що надає виробам характерного запаху та смаку. Насіння повинно бути сухим, чистим, без домішок і ознак псування.

Виноград сушений має бути цілим або деформованим частково, без ознак плісняви, злипання у тверді грудки чи механічних пошкоджень. Колір - властивий певному сорту (від світло-бурштинового до темно-коричневого).

2.1.4 Нормативні показники готових виробів

Таблиця 2.1 - Показники якості готових виробів

Показники	Хліб «Житомирський з кмимом»	Батони «Подільські»	Сайка з родзинками
Вологість виробу, %, не більше	42,0	41,5	42,0
Кислотність виробу, град, не більше	3,5	2,5	2,5
Пористість, %, не менше	65,0	69,0	-

Органолептичні показники якості. Форма виробів має бути видовжено-овальною (розміри відповідно для кожного вирбу), правильною, без деформацій і злипань; допускається наявність одного-двох незначних злипів. Поверхня може бути як гладкою, так і злегка шорсткою, але без глибоких тріщин або розривів. Дозволяється незначне припорошення борошном верхньої та нижньої скоринки. Забарвлення дозволяється в межах від світло-жовтого до насиченого темно-жовтого, при цьому ознаки підгоряння є неприпустимими. М'якушка повинна бути добре пропеченою, пружною, не липкою і не вологою на дотик, з рівномірно розвиненою пористою структурою, без ущільнень чи залишків непромішаного тіста. Смак і аромат мають відповідати даному виду хлібобулочних виробів, бути приємними, без будь-яких сторонніх відтінків.

2.2 Технологічні розрахунки виробництва хліба «Житомирський з кмином», батонів «Подільські» та сайки з родзинками

2.2.1 Таблиця вихідних даних

Таблиця 2.2 - Вихідні дані [8, 17-19]

Вихідні дані	Хліб «Житомирський з кмином»	Батони Подільські	Сайка з родзинками
1	2	3	4
Борошно пшеничне вищого сорту, кг	-	100,0	100,0
Борошно пшеничне першого сорту, кг	100,0	-	-
Дріжджі хлібопекарські пресовані, кг	1,5	1,35	1,5
Сіль кухонна харчова	1,5	1,5	1,5
Цукор білий кристалічний, кг	2,0	4,0	4,0
Маргарин столовий, кг	1,5	-	-
Маргарин з вмістом жиру 82 %, кг	-	-	2,5
Олія соняшникова, кг	-	3,0	-
Кмин, кг	1,0	-	-
Виноград сушений, кг	-	-	12,0
Разом	107,5	109,85	121,5
Маса виробу, кг	0,5	0,4	0,2
Плановий вихід, %	133,0	130,0	142,0
Спосіб приготування тіста	Традиційна густа опара	Велика густа опара без внесення води у тісто	Безопарний з активацією дріжджів

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4
Кількість борошна в опарі, кг	50,0	розрахунок	-
Вологість опари, %	46,0	48,0	-
Вологість тіста, %	43,0	42,0	$W_g + 0,5$
Початкова температура опари, °С	27	28	-
Початкова температура тіста	28	30	28 -32
Тривалість бродіння опари, хв	180	210	-
Тривалість бродіння тіста, хв	100	40	150 - 180
Тривалість вистоювання, хв	35 - 50	40 - 60	40 - 60
Тривалість випікання, хв	38 -45	22-28	20 - 24
Розмір виробу, мм	Довжина 160 Ширина 90	Довжина 260 ширина 120	Довжина 160 – 200 (170) Ширина 60 – 90 (80)
Марка печі	Кумкя BR 150 4-х секційна зі стаціонарним подом	Matador МД - 190 4-х секційна зі стаціонарним подом	Ротаційна піч Кумкя LIDER- 300

2.2.2 Вибір і розрахунок продуктивності печей

У хлібопекарному цеху потужністю 16,0 т/доб пропонуємо встановити дві 4-х секційні печі зі стаціонарним подом. Для випікання хліба - піч Кумкя BR 150 турецького виробництва, а для батонів піч марки «Matador МД -190» німецького виробництва. Ротаційна піч Кумкя LIDER- 300 буде встановлена для випічки сайки з родзинками. Такий асортимент прийнято з врахуванням потреби населення в даних видах виробів.

Для забезпечення виробничої потужності хлібопекарського підприємства необхідно обчислити продуктивність печей в годину й визначити тривалість їх роботи [19].

У секційних печах зі стаціонарним подом виробу випікають на поду печі або на листах розміщених в секціях. Продуктивність таких печей:

$$P_{год} = \frac{N \cdot n \cdot g_g \cdot 60}{\tau_{вип} + 5}, \quad (2.1)$$

де N - кількість ярусів, шт; n – кількість листів на одному ярусі й кількість виробів на листах, шт; g_e - маса виробу, кг; $\tau_{\text{вип}}$ - тривалість випікання, хв.

Вироби у ротаційній печі розміщують на листах, які встановлюють на направляючі стелажного візка з дотриманням рівномірного розподілу по висоті та площі. Це забезпечує стійкість конструкції та однакові умови теплової обробки на всіх рівнях. Продуктивність даного пекарного обладнання визначають за наступною формулою:

$$P_{\text{зод}} = \frac{N_l^e \cdot N_\delta^l \cdot n_{\text{ш}}^l \cdot g_e \cdot 60}{\tau_{\text{вип}} + 5} \quad (2.2)$$

де N_l^e – кількість листів на візку, шт; N_δ^l – кількість виробів по довжині листа, шт; $n_{\text{ш}}^l$ - кількість виробів по ширині листа, шт.

$$n_{\text{ш}}^l = \frac{B - a}{b + a}, \quad (2.3)$$

де B , b – ширина, відповідно, листа та виробу, мм; a – проміжок між виробами, мм

$$N_\delta^l = \frac{L - a}{l + a}, \quad (2.4)$$

де, L - довжина листа, мм; b , l – ширина, довжина виробу, мм; a - відстань між виробами, мм.

Хліб «Житомирський з кмином»

Вихідні дані для розрахунку: Хліб подовий овальний. Розміри виробу – ширина 90 мм, довжина 160 мм. Маса хліба 0,5 кг. Відстань між виробами – 20 мм. Тривалість випікання 38 хв. Хліб випікають на поду 4-х секційної печі Кумкая BR 150. Розмір поду 1800 × 2100 мм.

Розраховуємо кількість виробів на поду секції за формулами 2.3, 2.4.

$$n_{\text{ш}}^n = \frac{1800 - 20}{90 + 20} = 16,2 \text{ шт} \quad \text{приймаємо 16 шт}$$

$$n_\delta^n = \frac{2100 - 20}{160 + 20} = 11,6 \text{ шт} \quad \text{приймаємо 11 шт}$$

Для розрахунку продуктивності печі за годину застосовую формулу 2.1.

$$P_{год} = \frac{4 \cdot 16 \cdot 11 \cdot 0,5 \cdot 60}{38 + 5} = 491,2 \text{ кг/год}$$

Випікання хліба здійснюється 16 годин, продуктивність печі за добу буде становити:

$$P_{доб} = 491,2 \cdot 16 = 7859,2 \text{ кг/доб}$$

Батон «Подільський»

Вихідні дані для розрахунку: Маса батону 0,4 кг. Розміри виробу – ширина 120 мм, довжина 260 мм. Відстань між виробами – 20 мм; τ - 25 хв.

Піч 4-х секційна марки «Matador МД -190». Кожна секція печі містить 6 листів на яких випікають тістові заготовки. Розмір листа 600×900 мм.

Кількість виробів на листі

$$n_{ш}^l = \frac{600 - 20}{120 + 20} = 4,1 \text{ шт} \quad \text{приймаємо 4 шт}$$

$$n_{ш}^d = \frac{900 - 20}{260 + 20} = 3,1 \quad \text{приймаємо 3 шт}$$

Розраховуємо продуктивність печі за годину, кг/год

$$P_{год} = \frac{4 \cdot 6 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 0,4 \cdot 60}{25 + 5} = 230,4 \text{ кг/год}$$

Відповідно, за добу:

$$P_{доб} = 230,4 \cdot 16 = 3686,4 \text{ кг/доб}$$

Сайки з родзинками

Вихідні дані для розрахунку: Маса сайки 0,2 кг. Розміри виробу – ширина 80 мм, довжина 170 мм. Відстань між виробами – 5 мм. Ротаційна піч Кумкая LIDER- 300. Кількість листів – 24 шт. Розмір листа 600×1000 мм.

Розраховуємо кількість виробів на листі

$$n_{ш}^l = \frac{600 - 5}{80 + 5} = 7 \quad \text{шт}$$

$$n_o^l = \frac{1000 - 5}{170 + 5} = 5,6 \quad \text{приймаємо 5 шт}$$

Розраховуємо продуктивність печі за годину, кг/год

$$P_{год} = \frac{24 \cdot 7 \cdot 5 \cdot 0,2 \cdot 60}{20 + 5} = 403,2 \text{ кг/год}$$

Для випікання сайки піч працює 8 год на добу

$$P_{доб} = 403,2 \cdot 8 = 3225,6 \text{ кг/доб}$$

Таблиця 2.3 – Графік роботи печей

Піч	Години доби			
	22.00 – 6.00		7.00 – 15.00	
Кумкая BR 150	////////////////////		////////////////////	
Matador МД - 190	////////////////////		////////////////////	
Lider- 300	vvvvvvvvvvvvvvvv			

//////////////// - хліб «Житомирський з кмином»

//////////////// - батони «Подільські»

vvvvvvvv - сайки з родзинками

Таблиця 2.4 - Виробнича продуктивність цеху при виробництві хлібобулочних виробів

Асортимент	Годинна продуктивність, кг/год	Марка печі	Тривалість, год	Добова продуктивність кг/доб
Хліб житомирський з кмином	491,2	Кумкая BR - 150	16	7859,2
Батон «Подільський»	230,4	Matador МД - 190	16	3686,4
Сайка з родзинками	403,2	Кумкая LIDER- 300	8	3225,6
Разом				15846,4

Таким чином, підібрані печі, згідно з розрахунком, в змозі забезпечити виробництво запроєктованого асортименту в обсязі біля 16 т за добу.

2.2.3 Розрахунок пофазних рецептур

Хліб «Житомирський з кмином»

Тісто для хліба готують на традиційній густій опарі вологістю 46 %, в яку вносять 50 кг борошна І с. Оскільки вологість хліба - 42 % - вологість тіста приймаємо $W=43$ %.

Таблиця 2.5 – Маса сухих речовин у тісті

Сировина	Маса, кг	Вологість, %	Вміст сухих речовин, кг
Борошно першого сорту	100	14,5	85,5
Дріжджі	1,5	75,0	0,375
Сіль кухонна	1,5	-	1,5
Цукор	2,0	0,14	2,0
Маргарин столовий	1,5	17,0	1,245
Разом	106,5		90,62

Розрахунки проводимо згідно методики наведеної у [18].

Вихід тіста, кг:

$$G_m = \frac{\sum G_{cp}^{cup} \cdot 100}{100 - W_m} \quad (2.5)$$

$$G_m = \frac{90,62 \cdot 100}{100 - 43,0} = 159,0 \text{ кг}$$

Кількість води у тісті:

$$G_{\delta} = G_m - \sum G_{cup} \quad (2.6)$$

$$G_{\delta} = 159,0 - 106,5 = 52,5 \text{ кг.}$$

Маса розчину солі:

$$G_{p.c} = \frac{G_c \cdot 100}{C_c} \quad (2.7)$$

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

Вміст води в розчині:

$$G_{\delta}^{p.c} = G_{p.c} - G_c \quad (2.8)$$

$$G_6^{p.c} = 5,77 - 1,5 = 4,27 \text{ кг}$$

Цукор використовуємо в розчині, тому розраховуємо масу цукрового розчину

$$G_{p.ц} = \frac{G_u \cdot 100}{C_{цс}} \quad (2.9)$$

$$G_{p.ц} = \frac{2,0 \cdot 100}{50} = 4,0 \text{ кг}$$

Кількість води для приготування цього розчину

$$G_6^{p.ч} = 4,0 - 2,0 = 2,0 \text{ кг}$$

Розрахунок сухих речовин в опарі наведено у табл. 2.6.

Таблиця 2.6 – Маса сухих речовин в опарі

Сировина	Маса, кг	Вологість, %	Маса сухих речовин
Борошно	50,0	14,5	42,75
Дріжджі	1,5	75	0,375
Разом	51,5	-	43,125

Вихід опари

$$G_o = \frac{\sum G_{cp}^o \cdot 100}{100 - W_o} \quad (2.10)$$

$$G_o = \frac{43,125 \cdot 100}{100 - 46} = 79,86 \text{ кг}$$

$$G_B^o = G_o - \sum G_{сир}^o \quad (2.11)$$

$$G_B^o = 79,86 - 51,5 = 28,36 \text{ кг}$$

Для приготування опари розраховують дріжджову суспензію, користуючись формулою:

$$G_{др.с} = G_{др.} + G_{др.} \cdot 3 \quad (2.12)$$

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

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

$$G_{\text{в}}^{\text{о}} = 28,36 - 4,5 = 23,86 \text{ кг}$$

Маса води, для приготування тіста:

$$G_{\text{в}}^{\text{т}} = 52,5 - 4,27 - 2,0 - 4,5 - 23,86 = 17,87 \text{ кг}$$

Отримані результати розрахунків вносимо у таблицю 2.7.

Таблиця 2.7 - Пофазна рецептура

Сировина і напівфабрикати	Всього	Опара	Тісто	Оброблення
1	2	3	4	5
Борошно першого сорту	100	50,0	50,0	-
Дріжджова суспензія	6,0	6,0	-	-
Розчин солі	5,77	-	5,77	-
Розчин цукру	4,0	-	4,0	-
Маргарин столовий	1,5	-	1,5	-
Кмин	1,0	-	-	1,0
Вода	41,73	23,86	17,87	-
Опара	-	-	79,86	-
Разом	160,0	79,86	159,0	1,0

Батон «Подільський»

Тісто для батона готують без внесення води в нього, уся вода дозується в опару. Вологість опари 48 %. Вологість тіста – 42 %.

Таблиця 2.8 – Маса сухих речовин у тісті

Сировина	Маса, кг	Вологість, %	Вміст сухих речовин, кг
Борошно вищого сорту	100	14,5	85,5
Дріжджі	1,35	75,0	0,34
Сіль кухонна	1,5	-	1,5
Цукор	4,0	0,14	3,99
Олія соняшникова	3,0	0,1	3,0
Разом	109,85		94,33

Вихід тіста й воду для тіста розраховуємо за формулами 2.5 і 2.6 відповідно:

$$G_m = \frac{94,33 \cdot 100}{100 - 42,0} = 162,64 \text{ кг}$$

$$G_e = 162,64 - 109,85 = 52,79 \text{ кг}$$

згідно формули 2.7, 2.8:

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

$$G_{p.ц} = \frac{4,0 \cdot 100}{50} = 8,0 \text{ кг}$$

Для визначення кількості води в сольовому та цукровому розчинах застосовуємо формули 2.9 і 2.10.

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

$$G_e^{p.ц} = 8,0 - 4,0 = 4,0 \text{ кг}$$

Маса суспензії дріжджів

$$G_{др.с} = 1,35 + 1,35 \cdot 3 = 5,40 \text{ кг}$$

Кількість води у ній

$$G_{в}^{др.с} = 5,40 - 1,35 = 4,05 \text{ кг}$$

Маса води у тісто $G_e^{1m} = G_e^{1o}$, відповідно

$$G_e^{1m} = G_e^{1o} = 52,79 - 4,27 - 4,0 - 4,05 = 40,47 \text{ кг}$$

Далі розраховуємо кількість борошна для приготування опари:

$$G_o^o = \frac{G_e^o \cdot (100 - W_o) + G_{dp} (W_{dp} - W_o)}{W_o - W_o} \quad (2.13)$$

$$G_{\delta}^o = \frac{44,52 \cdot (100 - 48) + 1,35(75 - 48)}{48 - 14,5} = 70,0 \text{ кг}$$

Його кількість у тісті:

$$G_{\delta}^m = G_{\delta} - G_{\delta}^o \quad (2.14)$$

$$G_{\delta}^m = 100 - 70 = 30 \text{ кг}$$

Тоді маса опари становитиме

$$G_o = G_{\delta}^o + G_e^o + G_{др.с} \quad (2.15)$$

$$G_o = 70 + 40,47 + 5,4 = 115,87 \text{ кг}$$

Отримані результати обчислень вносимо у таблицю 2.9.

Таблиця 2.9 - Пофазна рецептура приготування тіста для батона

Сировина і напівфабрикати	Всього	Опара	Тісто
Борошно пшеничне вищого сорту	100,0	70,0	30,0
Дріжджова суспензія	5,4	5,4	-
Розчин солі	5,77	-	5,77
Розчин цукру	8,0	-	8,0
Олія соняшникова	3,0	-	3,0
Вода	40,47	40,47	-
Опара	-	-	115,87
Разом	162,64	115,87	162,64

Сайки з родзинками

Тісто готують безопарним способом на активованих дріжджах. Вологість – 42,5 %.

Таблиця 2.10 – Маса сухих речовин у тісті

Сировина	Маса, кг	Вологість, %	Вміст сухих речовин, кг
Борошно пшеничне в/с	100,0	14,5	85,5
Дріжджі	1,5	75,0	0,375
Сіль кухонна	1,5	-	1,5
Цукор	4,0	0,14	4,0
Маргарин з вмістом жиру 82 %	2,5	17,0	2,075
Виноград сушений	12,0	18,0	9,84
Разом	121,5		103,29

Вихід тіста, кг: $G_m = \frac{103,29 \cdot 100}{100 - 42,5} = 179,63 \text{ кг}$

$$G_g = 179,63 - 121,5 = 58,13 \text{ кг.}$$

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

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

Розраховуємо фазу активації дріжджів. В активованій фазі живильне середовище готують із борошна, води і цукру у співвідношенні 10:15:0,5 [3].

Маса живильного середовища становить:

$$G_{ж.с} = 10,0 + 15,0 + 0,5 = 25,5 \text{ кг}$$

Вирахуємо масу фази активації:

$$G_{фаз} = 25,5 + 1,5 = 27 \text{ кг}$$

Маса цукру, що вносять:

$$G_{ц} = 4 - 0,5 = 3,5 \text{ кг}$$

Маса розчину цукру:

$$G_{p.ц} = \frac{3,5 \cdot 100}{50} = 7,0 \text{ кг}$$

$$G_g^{p.ц} = 7,0 - 3,5 = 3,5 \text{ кг}$$

Кількість води в тісто.

$$G_g = 58,13 - 4,3 - 3,5 - 15 = 35,33 \text{ кг}$$

Таблиця 2.11 - Пофазна рецептура приготування тіста для сайки

Сировина і напівфабрикати	Всього	Фаза активації	Тісто
Борошно вищого сорту	100,0	10,0	90,0
Дріжджі	1,5	1,5	-
Розчин солі	5,8	-	5,8
Цукор	0,5	0,5	-
Розчин цукру	7,0	-	7,0
Маргарин з вмістом жиру 82 %	2,5	-	2,5
Виноград сушений	12,0	-	12,0
Вода	50,33	15,0	35,33
Активовані дріжджі	-	-	27,0
Разом	179,63	27,0	179,63

2.2.4 Розрахунок виходу хлібобулочних виробів

Для кожного виду хлібобулочних виробів встановлено планову норму їх виходу – це мінімально допустима кількість хліба, булочних виробів виготовлених із 100 кг борошна та іншої сировини за нормативною рецептурою. Розрахунок передбачуваного виходу здійснюють для перевірки відповідності фактично отриманого виходу виробів плановому. При розрахунку враховують фактичні втрати і затрати на стадіях технологічного процесу. Передбачуваний вихід хліба обчислюють за нижче наведеними формулами:

$$B_x = G_m - (B_{\bar{o}} + B_m + \mathcal{Z}_{\bar{o}p} + \mathcal{Z}_{o\bar{o}p} + \mathcal{Z}_{yn} + \mathcal{Z}_{yкл} + \mathcal{Z}_{yc} + B_{кр} + B_{шт} + B_{\bar{o}p}) \quad (2.16)$$

Маса тіста:

$$G_m = \frac{G_{сир} (100 - W_{сир})}{(100 - W_m)}, \quad (2.17)$$

де $W_{сир}$, % - середньозважена вологість сировини

$$W_{сир} = \frac{G_{\bar{o}} \cdot W_{\bar{o}} + G_{\bar{o}p} \cdot W_{\bar{o}p} + G_{сиров} \cdot W_{сиров}}{G_{\bar{o}} + G_{\bar{o}p} + G_{сиров}}, \quad \% \quad (2.18)$$

де $W_{\bar{o}}$, $W_{\bar{o}p}$, $W_{сиров}$ - вологість борошна, дріжджів, іншої сировини, %

Хліб «Житомирський з кмином»

Середньозважна вологість сировини:

$$W_c = \frac{100 \cdot 14,5 + 1,50 \cdot 75 + 1,5 \cdot 0 + 2,0 \cdot 0,14 + 1,5 \cdot 17}{100 + 1,5 + 1,5 + 2,0 + 1,5} = 14,91\%$$

Вихід тіста:

$$G_m = \frac{106,5(100 - 14,91)}{(100 - 43,0)} + 1 = 160,0 \text{ кг}$$

Втрати борошна на етапі підготовки до замішування:

$$B_{\bar{o}} = \frac{g_{\bar{o}}(100 - W_{\bar{o}})}{100 - W_m}. \quad (2.19)$$

$$B_{\bar{o}} = \frac{0,05(100 - 14,5)}{100 - 43,0} = 0,08 \text{ кг}$$

Втрати у період від замішування до випікання:

$$B_m = \frac{g_m (100 - W_{cp^i})}{100 - W_m}, \quad (2.20)$$

$$W_{cp^i} = 34 \%$$

$$B_m = \frac{0,04(100 - 34)}{100 - 43,0} = 0,05 \text{ кг}$$

Затрати, що відбуваються під час бродіння:

$$Z_{\text{бр}} = \frac{C_{\text{сух}} \cdot 0,95(G_{\text{сир}} - g_{\text{обр}})(100 - W_{cp})}{1,96 \cdot 100(100 - W_T)} \quad (2.21)$$

$$Z_{\text{бр}} = \frac{3,3 \cdot 0,95(106,5 - 1,0)(100 - 14,91)}{1,96 \cdot 100(100 - 43,0)} = 2,52 \text{ кг}$$

Затрати пов'язані з процесом оброблення та формування заготовок:

$$Z_{\text{обр}} = \frac{g_{\text{обр}}(W_m - W_{\bar{o}})}{100 - W_m}. \quad (2.22)$$

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

Затрати при випіканні:

$$Z_{\text{ун}} = \frac{g_{\text{ун}} [G_m - (B_{\bar{o}} + B_m + Z_{\text{бр}} + Z_{\text{обр}})]}{100}. \quad (2.23)$$

$$Z_{\text{ун}} = \frac{11,0 \cdot [160,0 - (0,08 + 0,05 + 2,52 + 0,5)]}{100} = 17,3 \text{ кг}$$

Зменшення маси в процесі укладання гарячого виробу:

$$Z_{\text{укл}} = \frac{g_{\text{укл}} [G_m - (B_{\bar{o}} + B_m + Z_{\text{бр}} + Z_{\text{обр}} + Z_{\text{ун}})]}{100} \quad (2.24)$$

$$Z_{\text{укл}} = \frac{0,7 \cdot [160,0 - (0,08 + 0,05 + 2,52 + 0,5 + 17,3)]}{100} = 0,98 \text{ кг}$$

Витрати спричинені усиханням готової продукції:

$$z_{yc} = \frac{g_{yc} [G_m - (B_{\sigma} + B_m + z_{\sigma p} + z_{\sigma \sigma p} + z_{yn} + z_{ykl})]}{100} \quad (2.25)$$

$$z_{yc} = \frac{2,5 \cdot [160,0(0,08 + 0,05 + 2,52 + 0,5 + 17,3 + 0,98)]}{100} = 3,46 \text{ кг}$$

Втрати, пов'язані з утворенням крихт і лому:

$$B_{кр} = \frac{g_{кр} [G_m - (B_{\sigma} + B_m + z_{\sigma p} + z_{\sigma \sigma p} + z_{yn} + z_{ykl} + z_{yc} + B_{ум})]}{100} \quad (2.26)$$

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

$$B_{кр} = \frac{0,022 \cdot [160,0 - (0,08 + 0,05 + 2,52 + 0,5 + 17,3 + 0,98 + 3,46)]}{100} = 0,03 \text{ кг}$$

Відхилення маси штучних виробів через неточність дозування:

$$B_{ум} = \frac{g_{ум} [G_m - (B_{\sigma} + B_m + z_{\sigma p} + z_{\sigma \sigma p} + z_{yn} + z_{ykl} + z_{yc})]}{100} \quad (2.27)$$

$$B_{ум} = \frac{0,4 \cdot [160,0 - (0,08 + 0,05 + 2,52 + 0,5 + 17,3 + 0,98 + 3,46 + 0,03)]}{100} = 0,54 \text{ кг}$$

Втрати, що виникають у результаті перероблення браку:

$$B_{\sigma p} = \frac{g_{\sigma p.кр} [G_m - (B_{\sigma} + B_m + z_{\sigma p} + z_{\sigma \sigma p} + z_{yn} + z_{ykl} + z_{yc} + B_{ум} + B_{кр})]}{100} \quad (2.28)$$

$$B_{\sigma p} = \frac{0,02 \cdot [160,0 - (0,08 + 0,05 + 2,52 + 0,5 + 17,3 + 0,98 + 3,46 + 0,03 + 0,54)]}{100} = 0,03\%$$

Отже розрахунковий вихід хліба становитиме:

$$B_x = 160 - (0,08 + 0,05 + 2,52 + 0,5 + 17,3 + 0,98 + 3,46 + 0,03 + 0,54 + 0,03) = 134,49 \%$$

Плановий вихід – 133,0 %.

Батони «Поліські»

$$W_c = \frac{100 \cdot 14,5 + 1,35 \cdot 75 + 1,5 \cdot 0 + 4,0 \cdot 0,14 + 3,0 \cdot 0,1}{100 + 1,35 + 1,5 + 4,0 + 3,0} = 14,13 \%$$

$$G_m = \frac{109,85(100 - 14,13)}{(100 - 42,0)} = 162,64 \text{ кг}$$

$$B_{\sigma} = \frac{0,06(100 - 14,5)}{100 - 42,0} = 0,09 \text{ кг}$$

$$B_m = \frac{0,03(100 - 34)}{100 - 42,0} = 0,04 \text{ кг}$$

$$z_{\sigma p} = \frac{3,1 \cdot 0,95(109,85 - 0,8)(100 - 14,13)}{1,96 \cdot 100(100 - 42,0)} = 2,43 \text{ кг}$$

$$z_{\sigma \bar{p}} = \frac{0,8(42,0 - 14,5)}{100 - 42,0} = 0,4 \text{ кг}$$

$$z_{yn} = \frac{13,0 \cdot [162,64 - (0,09 + 0,04 + 2,43 + 0,4)]}{100} = 20,75 \cdot \text{кг}$$

$$z_{yкл} = \frac{0,8 \cdot [162,64 - (0,09 + 0,04 + 2,43 + 0,4 + 20,75)]}{100} = 1,11 \cdot \text{кг}$$

$$z_{yc} = \frac{4,0 \cdot [162,64(0,09 + 0,04 + 2,43 + 0,4 + 20,75 + 1,11)]}{100} = 5,51 \text{ кг}$$

$$B_{\kappa p} = \frac{0,022 \cdot [162,64 - (0,09 + 0,04 + 2,43 + 0,4 + 20,75 + 1,11 + 5,51)]}{100} = 0,03 \text{ кг}$$

$$B_{um} = \frac{0,5 \cdot [162,64 - (0,09 + 0,04 + 2,43 + 0,4 + 20,75 + 1,11 + 5,51 + 0,03)]}{100} = 0,7 \text{ кг}$$

$$B_{\sigma p} = \frac{0,02 \cdot [162,64 - (0,09 + 0,04 + 2,43 + 0,4 + 20,75 + 1,11 + 5,51 + 0,03 + 0,7)]}{100} = 0,03\%$$

Отже розрахунковий вихід батонів становитиме:

$$B_{\sigma} = 162,64 - (0,09 + 0,04 + 2,43 + 0,4 + 20,75 + 1,11 + 5,51 + 0,03 + 0,7 + 0,03) = 131,55 \%$$

Плановий вихід – 130,0 %.

Сайки з родзинками

$$W_c = \frac{100 \cdot 14,5 + 1,50 \cdot 75 + 1,5 \cdot 0 + 4,0 \cdot 0,14 + 2,5 \cdot 17 + 12 \cdot 18}{100 + 1,5 + 1,5 + 4,0 + 2,5 + 12} = 14,99 \%$$

$$G_m = \frac{121,5(100 - 14,99)}{(100 - 42,5)} = 179,63 \text{ кг}$$

$$B_{\sigma} = \frac{0,05(100 - 14,5)}{100 - 42,5} = 0,07 \text{ кг}$$

$$B_m = \frac{0,04(100 - 34)}{100 - 42,5} = 0,05 \text{ кг}$$

$$z_{\sigma p} = \frac{2,5 \cdot 0,95(121,5 - 1,0)(100 - 14,99)}{1,96 \cdot 100(100 - 42,5)} = 2,16 \text{ кг}$$

$$z_{\sigma \text{обр}} = \frac{1,0(42,5 - 14,5)}{100 - 42,5} = 0,49 \text{ кг}$$

$$z_{\text{yn}} = \frac{13,5 \cdot [179,63 - (0,07 + 0,05 + 2,16 + 0,49)]}{100} = 23,9 \text{ кг}$$

$$z_{\text{yкл}} = \frac{0,9 \cdot [179,63 - (0,07 + 0,05 + 2,16 + 0,49 + 23,9)]}{100} = 1,4 \text{ кг}$$

$$z_{\text{yc}} = \frac{4,5 \cdot [179,63(0,07 + 0,05 + 2,16 + 0,49 + 23,9 + 1,4)]}{100} = 6,82 \text{ кг}$$

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

$$B_{\text{кр}} = \frac{0,022 \cdot [179,63 - (0,07 + 0,05 + 2,16 + 0,49 + 23,9 + 1,4 + 6,82)]}{100} = 0,03 \text{ кг}$$

$$B_{\text{ум}} = \frac{0,5 \cdot [179,63 - (0,07 + 0,05 + 2,16 + 0,49 + 23,9 + 1,4 + 6,82 + 0,03)]}{100} = 0,72 \text{ кг}$$

$$B_{\sigma p} = \frac{0,022 \cdot [179,63 - (0,07 + 0,05 + 2,16 + 0,49 + 23,9 + 1,4 + 6,82 + 0,03 + 0,72)]}{100} = 0,03\%$$

Отже розрахунковий вихід сайки становитиме:

$$B_c = 179,63 - (0,07 + 0,05 + 2,16 + 0,49 + 23,9 + 1,4 + 6,82 + 0,03 + 0,72 + 0,03) = 143,96 \%$$

Плановий вихід – 142,0 %.

2.2.5 Розрахунок виробничої рецептури

Напівфабрикати виготовляють порційно з використанням обладнання періодичної дії, тому виробничий розрахунок рецептури здійснюють на разове завантаження діжі.

З цією метою визначають коефіцієнт перерахунку пофазної рецептури:

$$K_{\text{діж}} = \frac{G_{\delta}^{\text{д}}}{100}, \quad (2.29)$$

допустиму величину завантаження борошна у діжу знаходимо розрахунково

$$G_{\delta}^{\text{д}} = \frac{g_{\delta} \cdot V_{\delta}}{100}, \quad (2.30)$$

де g_{δ} – маса борошна, кг завантаженого на 100 дм^3 геометричного об'єму діжі обираємо з довідника залежно від способу приготування й обладнання [19]; підбираємо діжу з необхідним об'ємом.

Хліб «Житомирський з кмином»

Вихідні дані: напівфабрикати готують у тістомісильній машині VSPA – 160 з підкатними діжами місткістю $V_{\delta} - 273 \text{ дм}^3$; $g_{\delta} - 35 \text{ кг}$ для тіста з борошна першого сорту.

$$G_{\delta}^{\text{д}} = \frac{35 \cdot 273}{100} = 95,6, \text{ кг}$$

$$K_{\text{діж}} = \frac{95,6}{100} = 0,96$$

Таблиця 2.12 - Виробнича рецептура приготування тіста за фазами для хліба «Житомирський з кмином», кг

Сировина і напівфабрикати	В опару на один заміс, кг	У тісто на один заміс, кг	На оброблення
1	2	3	4
Борошно пшеничне І с	48,0	48,0	-
Дріжджова суспензія	5,76	-	-
Розчин солі	-	5,54	-
Розчин цукру	-	3,84	-

Продовження таблиці 2.12

1	2	3	4
Маргарин столовий	-	1,44	-
Кмин	-	-	0,96
Вода	22,905	17,15	-
Опара	-	76,67	-
Разом	76,67	152,64	0,96

З метою забезпечення необхідної початкової температури тіста, яка є одним із головних чинників регулювання технологічного процесу приготування хліба встановлюють температуру води на замішування тіста. Від температурних умов залежить активність дріжджових клітин й молочнокислих бактерій, швидкість накопичення вуглекислого газу, перебіг біохімічних і колоїдних процесів, а також формування структури клейковинного каркаса. Якщо тісто має надмірно високу температуру, бродіння відбувається занадто інтенсивно, що може спричинити погіршення його структурно-механічних властивостей і зниження якості готових виробів. За зниженої температури процеси газоутворення сповільнюються, що негативно впливає на об'єм і пористість хліба.

Під час визначення температури води враховують температуру борошна та повітря у виробничому приміщенні. Обов'язково беруть до уваги вологість напівфабрикатів, спосіб приготування (опарний чи безопарний), а також сезонні умови. Також зважають на теплоємність борошна, напівфабрикатів, води та їх температуру.

$$C_{нф} = \frac{W_{нф} + (100 - W_{нф}) \cdot C_{\sigma}}{100} \quad (2.31)$$

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

Температура води для замішування тіста з використанням опари:

$$t_{\epsilon} = t_m + \frac{G_{\sigma} \cdot C_{\sigma} (t_m - t_{\sigma})}{G_{\epsilon} \cdot C_{\epsilon}} + \frac{G_{нф} \cdot C_{нф} (t_m - t_{нф})}{G_{\epsilon}^{нф} \cdot C_{\epsilon}} + n, \quad (2.32)$$

$$t_6^m = 28 + \frac{50 \cdot 1,8(28 - 20)}{17,87 \cdot 4,2} + \frac{79,86 \cdot 1,43(28 - 27)}{23,86 \cdot 4,2} + 2 = 40,7 \text{ } ^\circ\text{C}$$

У процесі випікання маса виробів знижується переважно внаслідок випаровування вологи та часткового видалення летких сполук. Тому є необхідність розрахувати якої ваги має бути тістова заготовка, щоб забезпечити потрібну масу хліба. Враховують відсоток упікання й усихання.

$$n_{ум}^m = \frac{G_{хл} \cdot 100 \cdot 100}{(100 - G_{ун})(100 - G_{ус})}, \quad (2.33)$$

$$n_{ум}^m = \frac{0,5 \cdot 100 \cdot 100}{(100 - 11,0)(100 - 2,5)} = 0,58 \text{ кг}$$

Батони «Поліські»

Вихідні дані: напівфабрикати готують у тістомісильній машині VSPA – 160 з підкатними діжами місткістю $V_d - 273 \text{ дм}^3$; $g_b - 30 \text{ кг}$ для тіста з борошна вищого сорту.

$$G_b^d = \frac{30 \cdot 273}{100} = 81,9, \text{ кг}$$

$$K_{діж} = \frac{81,9}{100} = 0,82$$

Таблиця 2.13 - Виробнича рецептура приготування тіста за фазами для батонів

Сировина і напівфабрикати	В опару на один заміс, кг	У тісто на один заміс, кг
Борошно пшеничне вищого сорту	57,4	24,6
Дріжджова суспензія	4,43	-
Розчин солі	-	4,73
Розчин цукру	-	6,56
Олія соняшникова	-	2,46
Вода	33,18	-
Опара		95,01
Разом	95,01	133,36

$$t_{\epsilon}^m = 30 + \frac{70 \cdot 1,8(30 - 20)}{40,47 \cdot 4,2} + 2 = 39,4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$n_{\text{шм}}^m = \frac{0,4 \cdot 100 \cdot 100}{(100 - 13,5)(100 - 4,5)} = 0,48 \text{ кг}$$

Сайки з родзинками

Вихідні дані: напівфабрикати готують у діжах місткістю $V_d - 326 \text{ дм}^3$; g_b - 30 кг для тіста з борошна вищого сорту.

$$G_b^d = \frac{30 \cdot 326}{100} = 97,8, \text{ кг}$$

$$K_{\text{дїж}} = \frac{97,8}{100} = 0,98$$

Таблиця 2.14 - Виробнича рецептура приготування тіста для сайки з родзинками за фазами на один заміс, кг

Сировина і напівфабрикати	Етапи технологічного процесу	
	Фаза активації	Тісто
Борошно пшеничне вищого сорту	9,8	90,2
Дріжджі пресовані	1,47	-
Розчин солі	-	4,75
Цукор білий	0,49	-
Розчин цукру	-	6,86
Маргарин з вмістом жиру 82 %	-	2,45
Виноград сушений	-	11,76
Вода	14,7	34,62
Активовані дріжджі	-	26,46
Разом	26,46	176,04

$$t_{\epsilon} = t_m + \frac{G_b \cdot C_b (t_m - t_b)}{G_{\epsilon} \cdot C_{\epsilon}} + \kappa \quad (2.34)$$

$$t_{\epsilon}^m = 29 + \frac{100 \cdot 1,8(29 - 20)}{50,33 \cdot 4,2} + 2 = 38,7 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$n_{\text{шм}}^m = \frac{0,2 \cdot 100 \cdot 100}{(100 - 13,5)(100 - 4,5)} = 0,24 \text{ кг}$$

2.3 Розрахунок витрат та запасів сировини

Розрахунок витрат сировини полягає у визначенні витрат борошна пшеничного за добу. Добові витрати іншої сировини визначають виходячи із витрати борошна і витрати сировини за рецептурою.

Для розрахунку застосовуємо формули:

$$G_{\bar{o}}^{\text{доб}} = \frac{P_{\text{доб}} \cdot 100}{B_x}, \quad (2.35)$$

$$q_c = \frac{G_{\bar{o}}^{\text{доб}} \cdot C_{\text{сир}}}{100}, \quad (2.36)$$

Хліб «Житомирський з кмином»

Добові витрати борошна пшеничного першого сорту:

$$G_{\text{б.в.с}}^{\text{доб}} = \frac{7859,2 \cdot 100}{133,0} = 5909,2 \text{ кг/доб}$$

Добові витрати кожного виду сировини за формулою 2.36

Дріжджів

$$q_{\text{др}} = \frac{5909,2 \cdot 1,5}{100} = 88,6 \text{ кг}$$

Солі

$$q_c = \frac{5909,2 \cdot 1,5}{100} = 88,6 \text{ кг}$$

Цукру

$$q_{\text{ц}} = \frac{5909,2 \cdot 2,0}{100} = 118,2 \text{ кг}$$

Маргарину столового

$$q_m = \frac{5909,2 \cdot 1,5}{100} = 88,6 \text{ кг}$$

Кмину

$$q_{\text{км}} = \frac{5909,2 \cdot 1,0}{100} = 59,1 \text{ кг}$$

Батони «Подільські»

$$G_{б.в.с}^{доб} = \frac{3686,4 \cdot 100}{130,0} = 2835,6 \text{ кг/доб}$$

Солі

$$q_c = \frac{2835,6 \cdot 1,5}{100} = 42,5 \text{ кг}$$

Дріжджів

$$q_{др} = \frac{2835,6 \cdot 1,35}{100} = 38,3 \text{ кг}$$

Цукру

$$q_{ц} = \frac{2835,6 \cdot 4,0}{100} = 113,4 \text{ кг}$$

Олії соняшникової

$$q_{ол} = \frac{2835,6 \cdot 3,0}{100} = 85,1 \text{ кг}$$

Сайки з родзинками

$$G_{б.в.с}^{доб} = \frac{3225,6 \cdot 100}{142,0} = 2271,5 \text{ кг/доб}$$

Солі

$$q_c = \frac{2271,5 \cdot 1,5}{100} = 34,07 \text{ кг}$$

Дріжджів

$$q_{др} = \frac{2271,5 \cdot 1,5}{100} = 34,07 \text{ кг}$$

Цукру

$$q_{ц} = \frac{2271,5 \cdot 4,0}{100} = 90,86 \text{ кг}$$

Маргарину з вмістом жиру 82 %

$$q_m = \frac{2271,5 \cdot 2,5}{100} = 56,78 \text{ кг}$$

Винограду сушеного

$$q_{ec} = \frac{2271,5 \cdot 12,0}{100} = 272,58 \text{ кг}$$

Усю сировину об'єднуємо й підраховуємо потрібний запас сировини.

Результати відображені у таблиці 2.15.

Таблиця 2.15 – Запас сировини для виробничого процесу

Сировина	Добові витрати сировини, т	Спосіб зберігання	Норма запасу, діб	Запас сировини, т
Борошно вищого сорту	5,107	Безтарно у силосах	5	25,535
Борошно першого сорту	5,909	Безтарно у силосах	5	29,545
Дріжджі пресовані	0,161	Тарний у ящиках	3	0,492
Сіль кухонна харчова	0,165	Тарний у мішках	15	2,475
Цукор білий	0,322	У мішках	15	4,83
Маргарин столовий	0,0886	У ящиках	5	0,443
Маргарин з вмістом жиру 82 %	0,0568	У ящиках	5	0,284
Олія соняшникова	0,085	У бочках	15	1,275
Виноград сушений	0,273	У мішка або ящиках	15	4,095
Кмин	0,059	У щільно закритих ящиках	15	0,885

2.4 Розрахунок площ складського приміщення для тарного зберігання сировини та готової продукції

Для забезпечення безперебійної роботи підприємства та належних умов зберігання виробів до їх відвантаження споживачам проводимо визначення площі для зберігання товарних виробів. Правильно визначена площа дає змогу раціонально організувати потоки продукції, уникнути перевантаження приміщення, зменшити втрати від деформації, усихання чи механічних пошкоджень виробів, а також забезпечити дотримання санітарно-гігієнічних вимог.

Під час розрахунку враховують продуктивність ліній або цехів, запас сировини та асортимент виробів, оскільки різні види хлібобулочної продукції

мають неоднакові, розміри, масу і тривалість перебування на складі. Також беруть до уваги проходи між рядами для транспортування. Користуються наступною формулою:

$$F_c = \frac{G_{\text{доб.}}}{q} \cdot \tau \mu, \quad (2.37)$$

$$F_{\text{сіль}} = \frac{0,165 \cdot 15}{0,8} 1,5 = 4,64 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{др}} = \frac{0,161 \cdot 3}{0,54} 1,5 = 1,37 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{мар.стол}} = \frac{0,0886 \cdot 5}{0,4} 1,5 = 1,7 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{мар.ж}} = \frac{0,284 \cdot 5}{0,4} 1,5 = 1,06$$

$$F_{\text{мар.}} = 1,06 + 1,7 = 2,76$$

$$F_{\text{цукр}} = \frac{0,322 \cdot 15}{0,8} 1,5 = 9,1 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{ол}} = \frac{0,085 \cdot 15}{0,66} 1,5 = 2,9 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{вин}} = \frac{0,273 \cdot 15}{0,54} 1,5 = 11,4 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{км}} = \frac{0,059 \cdot 15}{0,54} 1,5 = 2,5 \text{ м}^2$$

Площу складу для зберігання продукції розраховуємо за формулою:

$$S = S \cdot P \quad (2.38)$$

де S - нормативна площа складу

для хліба

$$S = 10 \cdot 7,859 = 78,6 \text{ м}^2$$

для батонів

$$S = 10 \cdot 3,686 = 36,9 \text{ м}^2$$

для сайки

$$S = 10 \cdot 3,225 = 32,3 \text{ м}^2$$

Загальна площа

$$S = 147,8 \text{ м}^2$$

Експедиція є проміжною ланкою між складом і транспортом, тому її розміри повинні забезпечувати своєчасне комплектування партій виробів, їх короткочасне зберігання та зручне навантаження у транспортні засоби. Під час визначення площі експедиції враховують обсяги виробництва та інтенсивність відвантаження готової продукції. Приймають 20 % від загальної площі складу.

$$S = 147,8 \cdot 0,20 = 29,6 \text{ м}^2.$$

2.5 Підбір технологічного обладнання

У межах даної роботи заплановано безтарне зберігання пшеничного борошна вищого та першого сорту у спеціалізованих силосах. Безтарне зберігання забезпечує захист борошна від зволоження, забруднення та сторонніх домішок, дозволяє механізувати процеси обліку і дозування, а також створює умови для рівномірного змішування партій з метою стабілізації показників якості. Разом із тим на підприємстві формують додатковий страховий запас борошна в мішках. Такий резерв необхідний для безперервної роботи у разі перебоїв із постачанням або технічних несправностей у системі безтарного транспортування.

2.5.1 Розрахунок силосів для безтарного зберігання борошна

Визначаємо кількість силосів ХЕ - 160А місткістю 30 т для зберігання пшеничного борошна по сортах. Для розрахунку використовуємо формулу [19]:

$$N_c = \frac{G_{\delta}^{доб} \cdot \tau}{V_{\delta}}, \quad (2.39)$$

де $G_b^{доб}$ – витрати борошна певного сорту за добу, т; τ – норма запасу борошна; V_b – місткість силосу, який обираємо, т.

Для борошна вищого сорту:

$$N_c = \frac{5,107 \cdot 5}{30} = 0,85 \quad \text{приймаємо один силос}$$

Кількість силосів для борошна першого сорту:

$$N_c = \frac{5,909 \cdot 5}{30} = 0,98 \quad \text{приймаємо один силос .}$$

Отже, для зберігання борошна вищого сорту протягом 5 –ти діб необхідно один силос ХЕ – 160А. Зберігання п'яти добового запасу борошна першого сорту знадобиться також один силос ХЕ – 160А.

2.5.2 Розрахунок обладнання для просіювання борошна

Просіювання - це механічний процес суть якого полягає у відокремленні сторонніх домішок від борошна. В процесі відбувається його розрихлення та аерування, що сприяє поліпшенню умов бродіння тіста та добре впливає на якість виробів і вихід продукції. Для виконання такої технологічної операції призначені просіювачі.

Розраховуємо кількість б/л:

$$N_{бл} = \frac{G_b^{год}}{P_{б.л}^{год}} \quad (2.40)$$

Витрати борошна вищого сорту – 461,1кг/год. Зокрема: для батонів – 177,2 кг/год, сайки – 283,9 кг/год. Для хліба витрати I сорту – 369,3 кг/год.

Продуктивність борошняної лінії протягом години є на 5 % меншою за продуктивність просіювача.

Просіювання борошна вищого сорту відбуватиметься за допомогою просіювача бурат БР-1 продуктивністю 600 кг/год, Продуктивність борошняної лінії складе 95 % продуктивності просіювача - 570 кг/год

$$N_{\bar{o}.l}^{\bar{o}.вс} = \frac{461,1}{570} = 0,8 \text{ шт},$$

Для просіювання пшеничного борошна I сорту використовуємо аналогічний просіювач БР-1, з такими самими технічними характеристиками.

$$N_{\bar{o}.l}^{\bar{o}.1с} = \frac{369,3}{570} = 0,65 \text{ шт},$$

З розрахунків видно, що потрібно по одній борошняній лінії для вищого і першого сортів.

2.5.3 Розрахунок виробничих силосів

Виробничі силоси встановлюють безпосередньо на виробництві для зберігання не менш 2 годинного запасу борошна. Запас створюють з метою забезпечення безперебійної роботи технологічної лінії. Їх об'єм та кількість визначають за формулами:

Необхідний об'єм силосу

$$V_{в.с} = \frac{G_{\bar{o}}^{зод} \cdot \tau}{\rho_{\bar{o}}}, \text{ м}^3, \quad (2.41)$$

де $G_{\bar{o}}^{зод}$ - витрати борошна, т/год;

τ – запаси борошна, год; $\rho_{\bar{o}}$ - об'ємна маса борошна. З таблиць довідкової літератури - перший сорт - 0,490 т/м³; вищого - 0,500 т/м³

Кількість силосів

$$N_{вс} = \frac{V_{в.с}}{V_c} \quad (2.42)$$

Виробничі силоси для приготування хліба «Житомирський з кмином».

Розраховуємо об'єм та кількість виробничих силосів для двогодинного запасу пшеничного борошна I-го сорту, що подається на приготування опари й тіста, якщо борошна у напівфабрикати йде однакова кількість. Сумарні його витрати становлять – 369,3 кг/год.

$$V_{в.с}^{б1с} = \frac{0,369 \cdot 2}{0,490} = 1,5 \text{ м}^3 \text{ приймаємо два силоси}$$

Отже, для приготування опари і тіста протягом 2 год необхідно два виробничих силоса. Об'єм силосу $0,8 \text{ м}^3$.

Тривалість заповнення виробничого:

$$\tau_c = \frac{V_{в.с} \cdot \rho_{б} \cdot 60}{P_{б.л}^{год}} \quad (2.43)$$

$$\tau_c = \frac{0,8 \cdot 0,490 \cdot 60}{0,570} = 41 \text{ хв}$$

Виробничі силоси для приготування батонів «Подільські».

Встановлюємо об'єм силосу для заповнення пшеничним борошном вищого сорту, що буде використане для приготування тіста на опарі. Витрати борошна на приготування опари за годину становлять $124,0 \text{ кг}$, а тіста $53,2 \text{ кг}$.

$$V_{в.с.о}^{бвс} = \frac{0,124 \cdot 2}{0,500} = 0,5 \text{ м}^3 \text{ приймаємо один силос}$$

$$V_{в.с.т}^{бвс} = \frac{0,053 \cdot 2}{0,500} = 0,2 \text{ м}^3 \text{ приймаємо один силос}$$

Отже, для дводенного запасу борошна має бути два силоси об'ємом $0,8 \text{ м}^3$

Виробничі силоси для приготування сайки з родзинками.

Витрати борошна в/с на приготування тіста безопарним способом становлять $283,9 \text{ кг/год}$. Об'єм силосів для створення запасу борошна на два дні

$$V_{в.с.т}^{б.в/с} = \frac{0,284 \cdot 2}{0,500} = 1,2 \text{ м}^3 \text{ приймаємо два силоси}$$

Вибираємо виробничі силоси об'ємом $0,8 \text{ м}^3$.

Тоді за формулою (3.5) тривалість заповнення виробничих силосів борошном вищого сорту становитиме:

$$\tau_c = \frac{0,8 \cdot 0,500 \cdot 60}{0,570} = 42 \text{ хв}$$

2.5.4 Розрахунок місткостей для зберігання сировини у рідкому стані

Об'єм ємкостей для солі і цукру в рідкому стані:

$$V = \frac{G_{зан} \cdot \tau_3 \cdot 100 \cdot K}{c \cdot \rho}, \quad (2.44)$$

де $G_{зан}$ – витрати солі, цукру за добу, т; K – коефіцієнт збільшення об'єму ємкості; c – концентрація розчину солі 26 %; цукру 50 %; ρ – густина розчину солі 1,2 т/м³; цукру 1,23 т/м³; τ_3 – норма запасу сировини.

Для сольового розчину:

$$V_{p.c} = \frac{0,165 \cdot 2 \cdot 100 \cdot 1,2}{26 \cdot 1,2} = 1,23 \text{ м}^3$$

Для цукрового розчину:

$$V_{p.ц} = \frac{0,322 \cdot 2 \cdot 100 \cdot 1,2}{50 \cdot 1,23} = 1,3 \text{ м}^3$$

Отже, об'єм ємкості для зберігання розчину солі має бути 1,23 м³, для цукру розчину – 1,3 м³.

2.5.5 Обладнання для замішування і бродіння напівфабрикатів

За порційним способом приготування опари і тіста для хліба «Житомирський з кмином» та батонів «Подільські» використовують тістомісильні машини італійського виробництва марки MSPA – 160 з підкатною діжею об'ємом 273 дм³. Безопарне тісто для сайки з родзинками готують порційним способом у тістомісильній машині італійського виробництва марки MSPA – 200 з підкатною діжею об'ємом 326 дм³.

Автоматизовані 2-х швидкісні ТММ MSPA з підкатними діжами розраховані для замішування різних видів тіста. Для механізації розвантажування підкатних діж тістоміса можуть використовуватися діжеперекидачі RCET [20].

Розрахунок необхідної кількості тістомісильних машин і діж здійснюємо згідно формул наведених нижче.

З метою встановлення кількості діж визначаємо максимальну кількість борошна, яку можна внести у діжу

$$G_{\delta}^{\delta} = \frac{V_{\delta} \cdot q}{100} \quad (2.45)$$

V_{δ} – об’єм діжі ; q – норма завантаження борошна на 100 дм³ об’єму діжі
Кількість діж $D_{год}$, шт, для забезпечення годинної продуктивності печі:

$$D_{год} = \frac{G_{\delta}^{год}}{G_{\delta}^{\delta}} \quad (2.46)$$

Витрати борошна, $G_{\delta}^{год}$, кг/год

$$G_{\delta}^{год} = \frac{P_{год} \cdot 100}{B_x} \quad (2.47)$$

Ритм замішування $r = \frac{60}{D_{год}} \quad (2.48)$

Зайнятість діж на замішування і бродіння опари, тіста τ_{δ} хв:

$$\tau_{\delta} = \tau_{зам} + \tau_{бр} + \tau_{дод} \quad (2.49)$$

$\tau_{зам}$ – тривалість замішування - 3 хв.; $\tau_{бр}$ - тривалість бродіння хв;

$\tau_{дод}$ - тривалість додаткових операцій (завантаження, вивантаження), хв.

Кількість діж, необхідних для замішування та бродіння опари D_o і тіста:

$$D_m = \frac{\tau}{r} \quad (2.50)$$

τ - зайнятість діж для приготування тіста; r - ритм замішування.

Зайнятість тістомісильної машини для приготування напівфабрикатів:

$$\tau_{тм.м} = \tau_{зам} + \tau_{обм} + \tau_{зач} \quad (2.51)$$

Кількість тістомісильних машин

$$N_m = \frac{\tau_{тм.м}}{r} \quad (2.52)$$

Хліб «Житомирський з кмином»

Вихідні дані для розрахунку:

V_d – об’єм діжі – 273 дм³; q – норма завантаження борошна першого сорту на 100 дм³ об’єму діжі для тіста - 35 кг; опари - 25кг. Годинні витрати борошна G_{\circ}^{zod} для тіста – 369,3 кг/год, для опари – 184,65 кг/год

$$G_{\circ,m}^{\circ} = \frac{273 \cdot 35}{100} = 95,6 \text{ кг}$$

Для опари

$$G_{\circ,o}^{\circ} = \frac{273 \cdot 25}{100} = 68,3 \text{ кг}$$

$$D_{zod}^m = \frac{369,3}{95,6} = 3,86 \text{ ШТ}$$

$$D_{zod}^o = \frac{184,65}{68,3} = 2,7 \text{ ШТ}$$

$$r_m = \frac{60}{3,86} = 15,5 \text{ хв}$$

$$r_o = \frac{60}{2,7} = 22,2 \text{ хв}$$

Ритми приготування напівфабрикатів не більше максимально допустимих ритмів.

Розрахуємо зайнятість діж τ_{\circ} , хв., при умові: $\tau_{зам}$ – тривалість замішування - 3 хв.; $\tau_{бр}$ - тривалість бродіння опари 180 хв; тіста 100 хв; $\tau_{дод}$ - тривалість додаткових операцій (завантаження, вивантаження), хв. ($\tau_{дод}$ 5 хв)

$$\tau_{\circ}^o = 5 + 180 + 5 = 190 \text{ хв}$$

$$\tau_{\circ}^m = 5 + 100 + 5 = 110 \text{ хв}$$

Кількість діж:

$$D_{\circ} = \frac{190}{22,2} = 8,6 \text{ приймаємо 9 діж}$$

$$D_m = \frac{110}{15,5} = 7,0 \text{ діж}$$

$$\tau_{т.м.м} = 7 + 3 + 2 = 12 \text{ хв}$$

Кількість машин для приготування опари й тіста

$$N_{т.м.м}^o = \frac{12}{22,2} = 0,54 \text{ шт} \quad \text{приймаємо одну машину}$$

$$N_{т.м.м}^o = \frac{12}{15,5} = 0,77 \text{ шт} \quad \text{приймаємо одну машину}$$

Необхідно дві тістомісильні машини періодичної дії MSPA – 160 [20] та 16 діж.

Батони «Подільські»

Вихідні дані для розрахунку:

V_d – об'єм діжі – 273 дм³; q – норма завантаження борошна вищого сорту на 100 дм³ об'єму діжі для тіста - 30 кг; опари - 23кг. Годинні витрати борошна G_b^{zod} для тіста – 177,2 кг/год, для опари – 124,0 кг/год

$$G_{б.т}^d = \frac{273 \cdot 30}{100} = 81,9 \text{ кг}$$

$$G_{б.о}^d = \frac{273 \cdot 23}{100} = 62,8 \text{ кг}$$

$$D_{zod}^m = \frac{177,2}{81,9} = 2,16 \text{ шт}$$

$$D_{zod}^o = \frac{124,0}{62,8} = 1,97 \text{ шт}$$

$$r_m = \frac{60}{2,16} = 27,8 \text{ хв}$$

$$r_o = \frac{60}{1,97} = 30,5 \text{ хв}$$

Розрахований ритм не перевищує максимально допустимий.

Зайнятість діж:

У випадку $\tau_{\text{зам}}$ – тривалість замішування - 5 хв.; $\tau_{\text{бр}}$ - тривалість бродіння опари 210 хв; тіста 40 хв; $\tau_{\text{дод}}$ - тривалість додаткових операцій (завантаження, вивантаження), хв. ($\tau_{\text{дод}} = 5$) зайнятість діж становитиме

$$\tau_o^o = 5 + 210 + 6 = 221 \text{ хв}$$

$$\tau_o^m = 5 + 40 + 6 = 51 \text{ хв}$$

$$D_o = \frac{221}{30,5} = 7,2 \quad \text{приймаємо 8 діж}$$

$$D_m = \frac{51}{27,8} = 1,8 \quad \text{приймаємо 2 діжі}$$

$$\tau_{\text{т.м.м}} = 5 + 3 + 3 = 11 \text{ хв}$$

$$N_{\text{т.м.м}}^o = \frac{11}{30,5} = 0,4 \text{ шт} \quad \text{приймаємо одну машину}$$

$$N_{\text{т.м.м}}^m = \frac{11}{27,8} = 0,4 \text{ шт} \quad \text{приймаємо одну машину}$$

Необхідно дві тістомісильні машини періодичної дії MSPA – 160 та 10 діж.

Сайки з родзинками

Безопарне тісто готують порційним способом у тістомісильній машині італійського виробництва марки MSPA – 200 з підкатною діжею 326 дм³. q – для тіста - 30 кг. Витрати борошна для тіста – 283,9 кг/год,

Для замішування і бродіння тіста визначаємо необхідну кількість тістомісильних машин і діж. Для цього розраховуємо масу борошна в діжу, кг, за формулою 3.7

$$G_o^o = \frac{326 \cdot 30}{100} = 97,8 \text{ кг}$$

$$D_{\text{дод}}^m = \frac{283,9}{97,8} = 2,9 \text{ шт}$$

$$r_m = \frac{60}{2,9} = 20,7 \text{ хв.}$$

Розрахований ритм не більший 30 хв. Отже, для приготування тіста необхідно 2,9 діжі на годину.

Приймаємо $\tau_{\text{зам}}$ – тривалість замішування - 6 хв.; $\tau_{\text{бр}}$ - тривалість бродіння – 150 хв

$$\tau_{\text{о}}^m = 6 + 150 + 5 = 161 \text{ хв.}$$

$$D_m = \frac{161}{20,7} = 7,8 \text{ шт. приймаємо 8 діж}$$

$$\tau_{\text{тм.м}}^m = 6 + 3 + 11 \text{ хв}$$

Кількість тістомісильних машин (3.14)

$$N_m^m = \frac{11}{20,7} = 0.5 \text{ шт приймаємо одну машину}$$

Для замішування тіста потрібна одна тістомісильна машина марки MSPA – 2000 з підкатною діжею об'ємом 326 дм³ та 8 діж для бродіння.

2.5.6 Розрахунок обладнання для оброблення напівфабрикатів

Обладнання тістоділильне.

Після дозрівання тісто розділяють на шматки заданої маси. Для забезпечення точності поділу застосовуємо тістоподільники Kumkaya DM – 2000 продуктивністю 700 – 2200 шт/год (12 – 37 шт/хв.)

Вираховуємо кількість тістоподільних машин згідно формули:

$$N = \frac{N_{\text{м.з}} \cdot K}{P}, \quad (2.53)$$

де $N_{\text{м.з}}$ - кількість тістових заготовок необхідних для забезпечення роботи печі.
 P – продуктивність тістоподільної машини згідно технічної характеристики, шматків за хвилину; K – коефіцієнт запасу.

Кількість заготовок:

$$N_{\text{м.з}} = \frac{P_{\text{год}}}{60 \cdot g_e} \quad (2.54)$$

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

Хліб «Житомирський з кмином»

Продуктивність печі, що виробляє хліб масою 0,5 кг – 491,2 кг/год. Тоді кількість тістових заготовок буде становити:

$$N_{m.z} = \frac{491,2}{60 \cdot 0,5} = 16,4 \quad \text{шт, приймаємо 17 шт}$$

Розраховуємо кількість машин Kumkaya DM – 2000

$$N = \frac{17 \cdot 1,05}{37} = 0,5 \text{ шт приймаємо одну машину.}$$

Для безперебійної роботи лінії достатньо однієї тістоподільної машини.

Батони «Подільські»

Продуктивність печі – 230,4 кг/год. Маса виробу 0,4 кг.

$$N_{m.z} = \frac{230,4}{60 \cdot 0,4} = 9,6 \quad \text{шт}$$

Розраховуємо кількість тістоподільних машин Kumkaya DM – 2000 продуктивністю 12 шт/хв

$$N = \frac{10 \cdot 1,05}{12} = 0,9 \text{ шт}$$

Сайки з родзинками

$$N_{m.z} = \frac{403,20}{60 \cdot 0,2} = 33,6 \text{ шт/хв.}$$

Передбачаємо встановити тістоподільник Kumkaya DM – 2000 продуктивністю 37 шт/хв.

$$N = \frac{34,0 \cdot 1,05}{37} = 0,96$$

Для безперебійної роботи лінії достатньо однієї тісто подільної машини.

Обладнання для остаточного вистоювання тістових заготовок

Остаточне вистоювання тістових заготовок здійснюємо у шафних камерах на листах візків. Потрібно знати скільки виходить заготовок у шафу:

$$N_{m.3}^{o.6} = \frac{P_{\text{зод}} \cdot \tau_{o.6}}{60 \cdot g_6}, \quad (2.55)$$

де $\tau_{o.6}$ – тривалість остаточного вистоювання, хв.

кількість вагонеток:

$$N_{\text{ваг}}^{o6} = \frac{N_{m.3}^{o.6}}{n_n \cdot n_{\text{ваг}}^n} \quad (2.56)$$

де n_n - кількість тістових заготовок на одній полиці вагонетки, шт ; $n_{\text{ваг}}^n$ – кількість полиць на вагонетці, шт.

Хліб «Житомирський з кмином»

$$N_{m.3}^{o.6} = \frac{491,2 \cdot 50}{60 \cdot 0,5} = 818 \text{ шт},$$

Кількість заготовок на одній полиці вагонетки 25 шт ; кількість полиць на вагонетці - 16 шт.

$$N_{\text{ваг}}^{o6} = \frac{818}{25 \cdot 16} = 2,0 \text{ шт}$$

Для остаточного вистоювання тістових заготовок обираємо шафову камеру на дві вагонетки.

Батони «Подільські»

$$N_{m.3}^{o.6} = \frac{230,4 \cdot 40}{60 \cdot 0,4} = 384 \text{ шт},$$

$$N_{\text{ваг}}^{o6} = \frac{384}{12 \cdot 16} = 2,0 \text{ шт}$$

Шафна камера, що вміщує дві вагонетки на 16 полиць забезпечить остаточне вистоювання тістових заготовок.

Сайки з родзинками

$$N_{m.3}^{o.6} = \frac{403,2 \cdot 50}{60 \cdot 0,2} = 1680,0 \text{ шт},$$

$$N_{\text{ваг}}^{o6} = \frac{1680}{35 \cdot 12} = 4,0 \text{ шт}$$

Для вистоювання заготовок необхідно 4 вагонетки по 12 полиць на кожній.

2.5.7 Розрахунок обладнання хлібосховища та експедиції

Після випікання хлібобулочні вироби подаються в хлібосховище для охолодження і зберігання. Розрахунок обладнання полягає у визначенні необхідної кількості вагонеток й лотків до них, щоб зберігати конкретний вид виробів.

Кількість лотків:

$$N_l^{zod} = \frac{P_{zod}}{n \cdot g_e} \quad (2.57)$$

де n – кількість виробів на лотку, шт. - 16 шт, згідно довідкових даних [19].

Розраховуємо вагонетки

$$N_e^{zod} = \frac{N_l^{zod}}{N_l} \quad (2.58)$$

Ритм їх заповнення

$$r = \frac{60}{N_e^{zod}} \quad (2.59)$$

Підрахуємо лотки що потрібні, якщо на одному лотку, згідно довідкових даних [18], укладають:

хліба 20 шт

$$N_l^{zod} = \frac{491,2}{20 \cdot 0,5} = 49 \text{ шт лотків}$$

батонів 18 шт

$$N_l^{zod} = \frac{230,4}{18 \cdot 0,4} = 32 \text{ шт}$$

сайок 16 шт

$$N_l^{zod} = \frac{403,2}{16 \cdot 0,2} = 126 \text{ шт лотків}$$

Кількість шістнадцяти лоткових вагонеток

$$\text{хліб} \quad N_{\text{ваг}}^{\text{год}} = \frac{49}{16} = 3,1 \text{ шт}$$

$$\text{батони} \quad N_{\text{ваг}}^{\text{год}} = \frac{32}{16} = 2,0 \text{ шт}$$

$$\text{сайки} \quad N_{\text{ваг}}^{\text{год}} = \frac{126}{16} = 8,0 \text{ шт}$$

Ритм заповнення.

$$\text{хліб} \quad r = \frac{60}{3,1} = 19,4 \text{ хв.}$$

$$\text{батони} \quad r = \frac{60}{2,0} = 30,0 \text{ хв.}$$

$$\text{сайоки} \quad r = \frac{60}{8} = 7,5 \text{ хв.}$$

протягом восьми годин зберігання потрібно задіяти вагонеток:

$$N_{\text{ваг}} = 3,1 \cdot 8 = 24,8 \quad \text{приймаємо 25 шт для хліба}$$

$$N_{\text{ваг}} = 2,0 \cdot 8 = 16 \quad \text{шт для батонів}$$

$$N_{\text{ваг}} = 8 \cdot 8 = 64 \quad \text{шт для сайок}$$

2.6 Технохімічний контроль

Технохімічний контроль - невід'ємна складова технологічного процесу хлібопекарського виробництва. Контроль є основним засобом підвищення якості готової продукції. Його проводить виробнича лабораторія. Стандартизовані вимоги до лабораторій та їх наявності надані в Державних санітарних правилах. З метою недопущення у виробництво хлібобулочних виробів недоброякісної сировини, лабораторія здійснює перевірку на стадії надходження на склад відповідність її якості даним, вказаним у супроводжувальних документах і установлених нормативною документацією. Лабораторія на виробництві ще повинна контролювати дотримання технологічних параметрів проведення усіх процесів, а також виконання вимог стандартів щодо забезпечення показників якості готових виробів.

Оцінювання якості сировини та готової продукції здійснюється із застосуванням двох підходів: органолептичного та лабораторного. Частота проведення досліджень регламентується технологічними інструкціями, а також спеціальним графіком, який розробляється лабораторією. Для контролю органолептичних і фізико-хімічних показників сировини, напівфабрикатів, готових виробів і перебігу технологічного процесу виробнича лабораторія формує графік відбору зразків і виконання аналізів, що підлягає затвердженню керівником підприємства. Після завершення досліджень отримані результати фіксуються у лабораторних журналах.

Основні показники контролю якості наведено в таблиці 2.16.

Таблиця 2.16 – Технохімічний контроль запроєктованого асортименту, [21, 22]

Об'єкт	Показники якості, що потрібно контролювати	Метод контролю	Періодичність
Борошно	Органолептичні		
	колір	порівняння з еталоном	Кожну поставку різних партій
	смак	розжовування	
	хрускіт	органи нюху	
	запах		
	Фізико-хімічні		
	вологість	висушування у	Кожну поставку

		сишильному обладнанні при t-130 °С, 45 хв, зважування, розрахунок	різних партій
	кислотність	титрування водного суспензії борошна розчином лугу, розрахунок	Вибірково
	зольність	спалювання	У разі потреби
Хлібопекарські			
	кількість клейковини	відмиванням з тіста замішаного з контрольованого борошна, з подальшим зважуванням і розрахунком	У разі потреби
	якість клейковини	на приладі ІДК, розтяжність над лінійкою, за розпливанням кульки тіста	
Дріжджі пресовані, сіль, цукор, маргарин, олія, виноград сушений, кмін	колір	Органолептично	В кожній партії
	запах, аромат кмину		
	смак		
	зовнішній вигляд солі, цукру, кмину, сушеного винограду	візуально	
	консистенція дріжджів, їх свіжість, однорідність забарвлення	користуються пробою на удар, візуально	
	консистенція маргарину	розрізання у трьох місцях пачки і розглядаюння стану, поверхні та форми	
	масова частка рослинних домішок, дефектних плодів у сушеному винограді	Визначають візуально у зваженій пробі	
Фізико-хімічні			
Дріжджі пресовані	підймальна сила	прискорений метод (за кулькою що спливає)	14 - 20 хв
		стандартний (підняття тіста у формі до 70 мм)	не більше 55 хв
Сіль	відсоток нерозчинного у воді залишку	сушіння, зважування	Не більше як 0,25 %
Маргарин	масова частка вологи	нагрівання	ДСТУ 4465:2005
Напівфабрикати			

Розчини солі, цукру	густина	ареометричний за допомогою ареометра	декілька разів за зміну
Опара, тісто	вологість	висушуванням	не менше двох разів за зміну
	температура	термометром	
	кислотність	титрування бовтанки напівфабрикату розчином лугу	У кінці бродіння
Готові вироби			
Хліб «Житомирський з кмином» Батони «Подільські» Сайки з родзинками			
Органолептичні		оцінювання	Кожна партія продукції, передана в експедицію
	форма, стан поверхні, забарвлення скоринки	Огляд виробів на двох-трьох лотках від кожної вагонетки	Форма відповідає певному виду, поверхня без тріщин, підривів
	еластичність м'якушки	Натисканням на поверхню зрізу виробу	Повна відсутність залишкової деформації
	аромат і смак	Дегустація	Мають відповідати сорту виробу, не мати сторонніх присмаків і запахів
Фізико-хімічні			Проведення аналізу не раніше як через 3 год. після випікання і не пізніше 24 год
	Вологість	пришвидшеним методом Розраховують різницю маси наважки до і після висушування.	
	Пористість	обчислюють відношенням об'єму пор до загального об'єму м'якушки, на приладі Журавльова	
	Кислотність	Арбітражним або прискореним	

Для контролю фізико-хімічних показників відбирають об'єм лабораторної проби для хліба масою 500 г - 1 шт., а для батонів та сайки масою відповідно 400 г і 200 г не менше як 2 шт.

3 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

Профілактика та управління безпекою та охороною праці є важливим напрямом, адже саме ці заходи дозволяють зменшити ризики для здоров'я та життя людей, а також зберегти майно та екологічну ситуацію. У воєнний час питання безпеки та охорони праці набувають особливої важливості, оскільки загрози для людей, їхнього здоров'я та життя значно зростають.

3.1 Оцінка небезпечних ситуацій на складах безтарного зберігання борошна хлібопекарських підприємств

Склад безтарного зберігання борошна призначений для прийому, зберігання та видачі борошна у виробничий процес. Небезпеки обумовлені наявністю обладнання та трубопроводів з борошном. Борошно пшеничне – горючий порошок вологістю від 12,0 до 15,0% (мас.), щільністю 650 кг/м³, теплотою згорання 13961 кДж/кг. Дисперсність досліджуваного зразка менша 100 мкм.

Пожежовибухонебезпечні властивості борошна наступні. Сухе борошно характеризується вихороподібним горінням по поверхні та високими язиками полум'я. Суміш борошна з повітрям вибухонебезпечна. Температура займання складає 250 °С. Температура самозаймання 380°С. Температура тління 310°С. Борошняний пил схильний до самозаймання. Нижня концентраційна межа поширення полум'я становить 10-35 г/м³. Максимальний тиск вибуху 520 кПа. Швидкість наростання тиску: середня – 8 МПа/с; максимальна – 10,6 МПа/с. Мінімальна енергія запалювання борошняного пилу – 6,4 мДж при вологості 2% (мас.) та 29 мДж при вологості 11% (мас.). Потенційна небезпека обумовлена створенням вибухонебезпечної концентрації пилоповітряної суміші в технологічному обладнанні або при порушенні герметичності обладнання, руйнуванні арматури і трубопроводів в приміщеннях відділень

СБЗ борошна, що може призвести до вибуху, пожежі і пов'язаного з ними переходу аварії на інші технологічні блоки підприємства.

Технологія випічки борошняних виробів передбачає ведення технологічного процесу при атмосферному тиску і температурі навколишнього середовища. Процес прийому та видачі борошна характеризується застосуванням пневмотранспорту з використанням повітряних компресорів, норій і шнекових живильників. Небезпека параметрів даного технологічного процесу більшою мірою залежить від стану і працездатності обладнання.

Виходячи з цього, основною небезпекою для них є вибух та пожежа пилоповітряної суміші в обладнанні та відділеннях. У разі порушення герметичності силосів, конвеєрів та іншого обладнання відбудеться викид борошна у виробничі приміщення складу. Причинами руйнування (пошкодження) обладнання можуть бути: механічні пошкодження, обумовлені корозією матеріалу; помилки ремонтного та обслуговуючого персоналу; зовнішні чинники. Найбільш небезпечним випадком за своїми наслідками є порушення герметичності силосу для борошна, в результаті якого викид борошна у силосному відділенні буде максимальним. Це може призвести до створення вибухонебезпечної концентрації в приміщенні, вибуху та пожежі.

До аварійних ситуацій відносяться створення вибухонебезпечних концентрацій в обладнанні (автоцистерна з борошном, силос для борошна) і порушення герметичності основного обладнання, що може призвести до вибуху, пожежі повітряно-борошняної суміші в приміщенні.

Автомобільні цистерни для перевезення борошна відрізняються від технологічного обладнання тим, що є транспортним засобом, і при їх зупинці, русі та розвантаженні існує небезпека мимовільного їх руху під ухил або по інерції. Неконтрольований рух автоцистерн з борошном також небезпечний можливими зіткненнями і, як результат, ушкодженнями (руйнуваннями) резервуарів автоцистерн і викидом борошна.

Вузол розвантаження автоцистерн передбачає застосування пневмотранспорту, використання повітряних компресорів і трубопроводу.

Вибух, пожежа в автоцистерні та основному технологічному обладнанні може статися у разі утворення у вільному обсязі вибухонебезпечної концентрації і наявності джерела вибуху.

Утворення ініціатора вибуху всередині обладнання можливо в результаті електростатичного розряду, при відсутності або несправності заземлення, а також у разі порушень правил пожежної безпеки. Таке поєднання несприятливих факторів можна вважати маловірогідним, однак повністю виключати такий випадок не можна. Порушення герметичності одного з силосів та трубопроводу призводить до викиду борошна в приміщення СБЗ. Це може призвести до створення вибухонебезпечної концентрації повітряно-борошняної суміші.

Основним напрямком попередження вибухів пилу повинна бути максимальна герметизація технологічних систем і устаткування, а також систематичне і якісне прибирання виробничих приміщень, що виключають накопичення пилу до небезпечних меж. Методи попередження вибухів пилу в апаратурі необхідно застосовувати з урахуванням характеру технологічних процесів. До найбільш ефективних з них відносяться організація процесів поза областю поширення полум'я, зниження концентрації кисню в сумішах, уникнення появи як внутрішніх, так і зовнішніх джерел запалювання. На технологічних об'єктах з великими енергетичними потенціалами повинні здійснюватися також заходи, що обмежують масштаби руйнувань і тяжкість наслідків [23].

3.2 Охорона праці

Основні причини травматизму у галузі харчової промисловості можуть бути пов'язані з різними факторами, серед яких технічні, організаційні та людські чинники.

Травмування найчастіше відбувається через наступні події: необережне поводження з предметами та деталями, що рухаються, обертаються; події на транспорті; падіння потерпілого.

На сьогоднішній день до найбільш поширених проблем у харчовій промисловості в умовах воєнного стану, що призводять до небезпеки, відносять наступні:

- порушення технологічних процесів і безпеки на виробництві,
- психологічний стрес і травматизм серед працівників,
- загроза техногенних аварій на підприємствах харчової промисловості,
- мінна небезпека та наявність боєприпасів на території підприємств,
- відсутність або неналежне медичне забезпечення,
- недостатній контроль за дотриманням стандартів безпеки,
- природні та екологічні загрози.

Відсутність стабільного постачання електрики або палива ставить під загрозу нормальне функціонування харчової промисловості. Це може призвести до порушень технологічних процесів, зниження якості продуктів та навіть до аварій.

Найбільше нещасних випадків у харчовій галузі фіксують серед робітників, що обслуговують устаткування – це апаратники, машиністи, робітники із обслуговування.

Працівники харчової промисловості, як і всі інші, перебувають у стані тривоги, можуть переживати сильний пси-хологічний стрес, що здатне призводити до зниження ефективності роботи, травм або аварій. Через скорочення кількості робочої сили або необхідність працювати в екстремальних умовах (наприклад, вночі чи у змішаних змінах, часті повітряні тривоги) може виникнути перевантаження працівників.

У періоди військового стану роботодавці можуть скорочувати кількість постійного персоналу, приймати нових співробітників без належної

перевірки, що здатне призвести до зниження якості роботи та порушення правил охорони праці.

Для гарантування безпеки працівників необхідно вжити низку заходів: від поліпшення контрольних механізмів і дотримання санітарії до створення адаптованих програм психологічної підтримки та гарантування безпечних умов праці навіть в екстремальних ситуаціях.

Вирішення проблем охорони праці вимагає комплексного підходу, що включає розробку нових норм і стандартів у сфері охорони праці, вдосконалення технологічних процесів, удосконалення системи навчання і підготовки кадрів, а також активну співпрацю з державними органами та міжнародними організаціями для гарантування безпеки харчових підприємств. Проведення інструктажів на робочих місцях, щоденний контроль керівниками структурних підрозділів, відповідальними особами технічних служб, службою охорони праці за безпечним виконанням технологічних операцій, виконання інструкцій із охорони праці, застосування засобів індивідуального захисту дають позитивні результати для гарантування безпеки виробництва [24].

ВИСНОВКИ

Реалізація проєкту цеху потужністю 16 т/добу це є частковий внесок у відновлення, зруйнованої загарбниками, матеріально-технічної бази хлібопекарської галузі в центральних та південних областях України.

- Оснащення пекарні сучасним імпортом обладнання сприяє підвищенню ефективності виробничої діяльності.
- Використання місцевої сировини дає можливість економити на логістиці та налагодити взаємовигідні відносини з постачальниками і тим самим знизити собівартість виробів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи для здобувачів освітнього ступеня «бакалавр» зі спеціальності «Харчові технології» денної та заочної форм навчання/ Дацишин К.Є., Крупа О.М., Карпик Г.В., Сторож Л.А. Тернопіль: ТНТУ, 2025. 38 с.
2. Гайворонська територіальна міська громада URL: <https://haivoron-miskrada.gov.ua/gajvoronska-teritorialna-gromada-15-30-30-10-02-2021/>
3. Дробот В.І. Технологія хлібопекарського виробництва. Київ, ПрофКнига, 2024. 516 с.
4. Н. Карпук, М. Kukhtyn, V. Selskyi, I. Nazarko, O. Pokotylo, M. Haidamaka (2021). Research of technological properties of bread made with the addition of beet kvass Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 23(96). 3-7.
5. H.V. Karpyk, O. I. Vichko, N. H. Kopchak, O. V. Shved. Features of the production of bakery products from Rheum L. Г Chemistry, Technology of Substances and Their Application. Food Technologies, Lviv Polytechnic Publishing House, 2(5), 2022.
6. Н. Карпук, N. Sventa Stabilization of consumer characteristics of bread made from wheat flour with reduced baking properties Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 26(101), 2024. 41-47.
7. Н. Г. Копчак О. І. Вічко , Г. В. Карпик , О. В. Швед , З. В. Губрій Розроблення біотехнології кисломолочних напоїв з біоактивними фітоекстрактами солодки *Chemistry, Technology and Application of Substances*, Том 7, Випуск 1, 2024. С. 154-164 .
8. Вироби булочні. Традиційний асортимент. Рецептури. Технологічні інструкції. Київ : Укрхлібпром, 2015. 149 с.
9. URL:https://www.kumkaya.ua/podovaya-parotrubnaya-pech-br150?utm_source=chatgpt.com

10. URL:https://harch.tech/2021/04/05/kumkaya-pechyvo/?utm_source=chatgpt.com
11. ГСТУ 46.004-99. Боршно пшеничне. Технічні умови. Галузевий стандарт України. Київський інститут хлібопродуктів, 1999. 12 с.
12. ДСТУ 4812:2007. Дріжджі хлібопекарські пресовані. Технічні умови. Київ: Держспоживстандарт України, Український науково-дослідний інститут спирту і біотехнології продовольчих продуктів, 2007. 13 с.
13. ДСТУ 3583:2015 Сіль кухонна. Загальні технічні умови. Київ: Держстандарт України, ТК 58 «Вироби соляної промисловості», 2015. 16 с.
14. ДСТУ 4623:2023. Цукор. Технічні умови. Київ: Державний стандарт України, ІПР НААН 2023. 13 с.
15. ДСТУ 4465:2005. Маргарин. Загальні технічні умови, Український науково-дослідний інститут олій та жирів, 2005. 23 с.
16. ДСТУ 4492:2017. Олія соняшникова. Технічні умови, ДП УкрНДНЦ. 29с.
17. Хліб із пшеничного борошна. Рецептури. Технологічні інструкції. Київ : Укрхлібпром, 2016. 243 с.
18. Дробот, В.І. Довідник з технології хлібопекарського виробництва, Довідник: навч. посіб. / 2-е вид., перероб. і допов. Київ, «ПрофКнига», 2019. 580с.
19. Технологічні розрахунки у хлібопекарському виробництві / В.І.Дробот та ін. Київ : Кондор, 2010. 440 с.
20. Самойчук К.О. та ін. Технологічне обладнання хлібопекарської і макаронної галузі: навчальний посібник. Київ : ПрофКнига, 2021. 372 с.
21. ДСТУ 7044:2009 «Правила приймання, методи відбирання проб, методи визначення органолептичних показників і маси виробів»
22. ДСТУ 7045:2009 «Вироби хлібобулочні. Методи визначення фізико-хімічних показників»
23. Маховський В.О., Крюковська О.А. Дослідження небезпек та оцінка наслідків аварійних ситуацій і аварій на складах безтарного зберігання борошна хлібопекарських підприємств. *Дніпродзержинський державний*

технічний університет. https://www.dstu.dp.ua/Portal/Data/73/119/11_bgd_288-322.pdf

24. Хінальська Т. Р., Заверуха О. М., Фреюк Д. В. Актуальні проблеми безпеки та охорони праці в галузі харчової промисловості у воєнний час. *Вісник Львівського торговельно-економічного університету. Технічні науки.* № 41, 2025. с.35-40.

ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиця А1 - Специфікація основного технологічного обладнання

№	Обладнання	Тип або марка	Позиція	Кількість
1	Силос для борошна	ХЕ- 160А	1; 1а	2
2	Просіювач борошна вищого сорту	БР-1	3	2
3	Ваги		4	2
4	Збірник борошна		5	2
5	Бак для холодної води		7	1
6	Бак для гарячої води		9	1
7	Ємність для розчинення солі	ХСР-3	20	1
8	Зберігання цукру і солі у мішках		21, 22	-
10	Збірники для рідких компонентів		10,11,12,13,14, 15,16	7
11	Мірний бачок для води	АВБ-100	17	5
12	Просіювач для цукру		23	1
13	Ємність для дріжджової суспензії	Х-15	18	1
14	Дозатор борошна	Ш2-ХД2-А	5	6
15	Дозатор рідких компонентів	Ш2-ХД2-Б	27	5
16	Тістомісильна машина	MSP-200	46	1
17	Тістомісильна машина періодичної дії	MSP-160	28	2
18	Діжі для бродіння	MSP	29	10
19	Діжеперекидач	РСЕТ	31	2
20	Тістоподільна машина	STORM 216	32	2
21	Тістоподільник	Kumkaya DM – 2000		3
22	Тістоокруглювач	HKC-01; KÇM 2000 A	34	3
23	Стрічковий транспортер		33	6
24	Вистійна шафа	MO 140-4	48	1
25	Тістозакатувальна машина	PIETROBERTO SPEED	35	3
26	Шафа для вистоювання	MD 180	38	2
27	Піч	KumkayaBP-150	39	1
28	Піч	Kumkaya-LIDER- 300	49	1
29	Піч	Matador MD-190	40	1

