

Кваліфікаційна робота

На здобуття освітнього ступеня

Бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект цеху із встановленням технологічної лінії
з виробництва хліба із пшеничного борошна

Виконала студентка IV курсу, групи МХзс-41
спеціальності 181 «Харчові технології»

(шифр і назва спеціальності)

Бадига Т. М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Бейко Л. А.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Дацишин К. Є.
(підпис) (прізвище та ініціали)

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

Рецензент Пилипець О. М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Технологічна частина	Бейко Л. А., доцент каф. ХБ		
Техніко-економічне обґрунтування	Бейко Л. А., доцент каф. ХБ		
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці			

7. Дата видачі завдання 11.05.2026 р.**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

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

Студентка

(підпис)

Бади́га Т. М.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Бейко Л. А.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

«Проект цеху із встановленням технологічної лінії з виробництва хліба із пшеничного борошна» є темою кваліфікаційної роботи здобувача.

Згідно із завданням у проекті передбачено випуск такого асортименту хлібних виробів: арнаут «Український», хліб «Айдарський» і хліб «Гірчичний». Для їх виробництва використовують пшеничне борошно I та II сортів. Обраний асортимент дає змогу розширити номенклатуру продукції та забезпечити виготовлення виробів належної якості.

У першому розділі «Техніко-економічне обґрунтування проекту» розглянуто загальну характеристику підприємства, обґрунтовано необхідність організації цеху з виробництва хліба із пшеничного борошна, а також проаналізовано сировинне забезпечення, попит споживачів і доцільність випуску запропонованої продукції.

Другий розділ роботи присвячено вибору та обґрунтуванню технологічних схем виробництва. У ньому наведено характеристику основної й додаткової сировини згідно з вимогами чинної нормативної документації, виконано необхідні технологічні розрахунки, визначено продуктивність лінії, рецептури, вихід готових виробів, витрати сировини та площі для її зберігання. Також здійснено підбір технологічного обладнання для раціонального компонування виробничого цеху.

У цьому ж розділі подано відомості щодо мікробіологічного та технохімічного контролю виробництва арнауту «Український», хліба «Айдарський» і хліба «Гірчичний».

У третьому розділі висвітлено питання охорони праці та безпеки життєдіяльності. Запропоновані заходи спрямовані на створення безпечних умов праці, дотримання санітарно-гігієнічних норм і правильну експлуатацію технологічного обладнання.

ЗМІСТ

	ст.
ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1 ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ.....	9
1.1 Характеристика місця розташування підприємства.....	9
1.2 Характеристика сировинної зони	10
1.3 Обґрунтування асортименту продукції	11
1.4 Характеристика каналів реалізації продукції.....	12
РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	13
2.1 Вибір та обґрунтування технологічних процесів й режимів виробництва продуктів запроєктованого асортименту.....	13
2.1.1 Нормативні показники продуктів запроєктованого асортименту	13
2.1.2 Вибір та обґрунтування технологічних схем	13
2.1.3 Характеристика сировини та допоміжних матеріалів	14
2.1.4 Опис технологічного процесу продуктів запроєктованого асортименту.....	15
2.2 Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту.....	17
2.2.1 Таблиця вихідних даних для розрахунку запроєктованого асортименту	20
2.2.2 Підбір та розрахунок печей	21
2.2.3 Розрахунок пофазних рецептур	24
2.2.4 Розрахунок виходу виробу.....	32
2.2.5 Розрахунок виробничих рецептур та вибір технологічних параметрів.....	41
2.3 Розрахунок витрат і запасів сировини	48
2.4 Розрахунок площ основних та допоміжних приміщень	51
2.5 Підбір та розрахунок технологічного обладнання	52
2.6 Технохімічний контроль виробництва продуктів запроєктованого асортименту	57

РОЗДІЛ 3 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ ..	59
3.1 Працездатність людини – оператора	59
3.2 Вимоги безпеки до робочих місць для виконання робіт	60
ВИСНОВКИ	62
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ.....	64

ВСТУП

Хлібопекарська галузь є однією з базових складових харчової промисловості України та належить до стратегічно важливих виробництв, оскільки забезпечує населення продуктами першої необхідності. Хліб упродовж багатьох століть залишається невід'ємною частиною раціону харчування людини, а в українській культурі він набув особливого значення, ставши символом добробуту, праці та гостинності. Незважаючи на розвиток харчових технологій та зміну структури споживання продовольчих товарів, попит на хлібобулочні вироби залишається стабільним, а вимоги до їх якості, безпечності та асортименту постійно зростають.

Сучасний ринок хлібобулочної продукції характеризується високою конкуренцією та швидкими змінами споживчих уподобань. Споживачі дедалі частіше надають перевагу виробам, які поєднують традиційні рецептури, приємні органолептичні властивості та високі показники якості. За таких умов підприємства хлібопекарської промисловості змушені не лише підтримувати стабільний випуск продукції, а й постійно вдосконалювати технологічні процеси, модернізувати обладнання та розширювати асортимент виробів.

Ефективне функціонування хлібопекарських підприємств значною мірою залежить від рівня їх технічного оснащення. Використання сучасних технологічних ліній забезпечує безперервність виробничого процесу, підвищення продуктивності праці, раціональне використання сировини та енергетичних ресурсів, а також зменшення втрат під час виробництва. Механізація та автоматизація основних технологічних операцій сприяють стабілізації якості готової продукції та створюють умови для виготовлення конкурентоспроможних хлібобулочних виробів.

Особливого значення набуває виробництво хліба із пшеничного борошна, яке займає провідне місце у структурі продукції хлібопекарських підприємств. Пшеничний хліб характеризується високими смаковими властивостями, доброю засвоюваністю та широким асортиментом виробів, що дає можливість

максимально задовольняти потреби різних категорій споживачів. Завдяки різноманітності рецептур і способів приготування тістових напівфабрикатів підприємства мають можливість виготовляти продукцію, яка відрізняється харчовою цінністю, зовнішнім виглядом, структурою м'якушки та смако-ароматичними характеристиками.

У сучасних умовах розвитку галузі актуальним є проектування виробничих цехів, орієнтованих на випуск кількох видів хлібобулочних виробів із використанням універсальних технологічних ліній. Такий підхід забезпечує гнучкість виробництва, дає змогу оперативно реагувати на потреби ринку та підвищує економічну ефективність підприємства. Важливою складовою проектування є обґрунтований вибір технологічного обладнання, раціональне компонування виробничих приміщень, дотримання санітарно-гігієнічних вимог і забезпечення належного контролю якості на всіх етапах виробництва.

Виробництво таких виробів, як арнаут «Український», хліб «Айдарський» та хліб «Гірчичний», є перспективним напрямом розвитку асортименту продукції із пшеничного борошна. Поєднання традиційних технологічних рішень із сучасними засобами організації виробництва сприяє виготовленню виробів зі стабільними показниками якості та високими споживчими властивостями. Саме тому проектування цеху із встановленням технологічної лінії з виробництва хліба із пшеничного борошна є актуальним та має важливе практичне значення для подальшого розвитку хлібопекарської промисловості України.

1 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

1.1 Характеристика місця розташування підприємства

Вибір місця розташування підприємства має важливе значення, оскільки від нього залежать умови постачання сировини, збут готової продукції, транспортні витрати, доступність трудових ресурсів і загальна економічна ефективність роботи цеху. Тому проводимо розрахунок чисельності населення громади за наведеною нижче формулою:

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

$$\Pi = 7179,7 \times 300 = 2153910 \text{ кг}$$

$$Ч_{\text{м}} = \frac{2153910}{101} = 21325 \text{ осіб}$$

Підприємство передбачено розмістити в передмісті Івано-Франківська. Оскільки місто має вигідне транспортно-географічне положення, що сприяє налагодженню господарських зв'язків з іншими регіонами України. Через територію області проходять автомобільні дороги державного й регіонального значення це забезпечує своєчасне постачання сировини та оперативну реалізацію готової продукції.

Івано-Франківська область характеризується сприятливими природно-кліматичними умовами та наявністю сировинної бази для розвитку підприємств харчової промисловості. У регіоні розвивається сільське господарство, зокрема вирощування зернових культур, що є важливою передумовою для забезпечення хлібопекарських підприємств борошном та іншими видами сировини.

Отже, розміщення підприємства в передмісті Івано-Франківська є доцільним, оскільки забезпечує зручні умови для постачання сировини, доступність трудових ресурсів, використання розвиненої транспортної інфраструктури та ефективний збут готової продукції. Сукупність цих чинників сприяє стабільній роботі цеху, підвищенню конкурентоспроможності підприємства та подальшому розвитку виробництва хлібобулочних виробів.

1.2 Характеристика сировинної зони

Сировинна зона є одним із найважливіших факторів, що визначає ефективність функціонування хлібопекарського підприємства.

Сировинною зоною для проєктованого цеху є Івано-Франківська область та прилеглі регіони Західної України, які характеризуються достатнім рівнем розвитку агропромислового комплексу. У регіоні функціонують сільськогосподарські підприємства, фермерські господарства, зернопереробні та борошномельні підприємства, що забезпечують стабільне постачання основної та допоміжної сировини для виробництва хлібобулочних виробів.

Основною сировиною для виробництва арнауту «Український», хліба «Айдарський» та хліба «Гірчичний» є пшеничне борошно I та II сортів. Його постачання може здійснюватися з борошномельних підприємств області, де наявна достатня сировинна база для виробництва високоякісного борошна.

До допоміжної сировини належать хлібопекарські пресовані дріжджі, кухонна сіль, цукор, гірчична олія. Постачання цих видів сировини здійснюється від вітчизняних виробників і торговельних підприємств, що дає можливість забезпечувати регулярні поставки необхідних компонентів у повному обсязі.

Вигідне географічне розташування Івано-Франківської області та наявність розвинутої транспортної мережі сприяють своєчасному надходженню сировини на підприємство та зменшенню витрат на її транспортування. Відносна близькість постачальників дозволяє створювати оптимальні запаси сировини, скорочувати терміни її доставки та підтримувати високі показники свіжості й якості.

Такимировинна зона проєктованого цеху характеризується достатнім рівнем забезпеченості основними та допоміжними видами сировини, наявністю розвинутої транспортної інфраструктури та можливістю організації безперебійного постачання матеріальних ресурсів, що створює необхідні умови для стабільного виробництва хлібобулочних виробів із пшеничного борошна.

1.3 Обґрунтування асортименту продукції

Формування асортименту продукції є одним із найважливіших етапів проектування хлібопекарського підприємства, оскільки від правильного вибору видів виробів залежать ефективність використання виробничих потужностей, конкурентоспроможність підприємства та рівень задоволення споживчого попиту. Під час вибору асортименту враховувалися сучасні тенденції розвитку ринку хлібобулочних виробів, харчові вподобання населення, доступність сировини та можливість виготовлення продукції на одній технологічній лінії.

До асортименту проєктованого цеху включено арнаут «Український», хліб «Айдарський» та хліб «Гірчичний». Зазначені вироби користуються стабільним попитом серед споживачів завдяки високим органолептичним показникам, харчовій цінності та доступній ціні.

Арнаут «Український» належить до традиційних видів пшеничного хліба та характеризується добре розвиненою пористістю, еластичною м'якушкою, приємним смаком і вираженим ароматом. Виріб призначений для повсякденного споживання та є одним із найбільш затребуваних видів хлібобулочної продукції.

Хліб «Айдарський» відзначається ніжною консистенцією м'якушки, рівномірною пористістю та високими смаковими властивостями. Завдяки вдало підібраній рецептурі виріб тривалий час зберігає свіжість і користується попитом серед різних груп населення.

Хліб «Гірчичний» є виробом із покращеними смаковими характеристиками. Використання в рецептурі гірчичної олії або гірчичного порошку надає виробу специфічного приємного аромату та легкого пікантного присмаку. Крім того, гірчичні компоненти сприяють покращенню структури м'якушки та уповільнюють процес черствіння хліба.

Виробництво зазначеного асортименту здійснюється з використанням пшеничного борошна I та II сортів, яке характеризується високими хлібопекарськими властивостями та забезпечує отримання виробів із добрими показниками якості. Спільність технологічних процесів виготовлення обраних

видів продукції дозволяє раціонально використовувати технологічне обладнання, ефективно організувати виробництво та мінімізувати виробничі витрати.

1.4 Характеристика каналів реалізації продукції

З урахуванням розміщення підприємства в передмісті Івано-Франківська, що є привабливим туристичним регіоном курортним зонам, історико-культурним пам'яткам і розвиненій сфері гостинності, перспективними каналами реалізації є не лише продовольчі магазини та торговельні мережі, а й заклади громадського харчування, готелі та туристичні комплекси.

Особливу увагу доцільно приділити збуту продукції в туристичних населених пунктах і рекреаційних зонах області, де спостерігається підвищений попит на свіжі хлібобулочні вироби. Постачання арнауту «Український», хліба «Айдарський» та хліба «Гірчичний» до закладів харчування й об'єктів туристичної інфраструктури сприятиме розширенню ринку збуту та популяризації продукції серед місцевого населення і гостей регіону.

Основними каналами реалізації продукції є схема «виробник – торговельний заклад – споживач» та прямі поставки до закладів громадського харчування й туристичних об'єктів. Така організація збуту дає змогу скоротити час доставки, зберегти свіжість виробів, зменшити кількість посередників і підвищити конкурентоспроможність підприємства.

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

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

2.1.1 Нормативні показники продуктів запроєктованого асортименту

До запроєктованого асортименту належать арнаут «Український», хліб «Айдарський» та хліб «Гірчичний», які відносяться до групи хлібобулочних виробів із пшеничного борошна. Виробництво, контроль якості та безпечності зазначених виробів здійснюються відповідно до вимог чинної нормативної документації на хліб пшеничний зокрема ДСТУ 7517:2014, а також вимог санітарного законодавства щодо безпечності харчових продуктів.

За органолептичними показниками хліб повинен мати правильну форму, властиву конкретному виду виробу, без деформацій, тріщин та механічних пошкоджень. Поверхня виробів має бути гладкою або з незначною шорсткістю, без підгорілих ділянок та сторонніх включень. Колір скоринки – від золотистого до світло-коричневого, рівномірний по всій поверхні. М'якушка повинна бути добре пропеченою, еластичною, з рівномірно розвиненою пористістю, без грудочок непромісу та слідів закалу. Смак і запах мають бути властивими даному виду хліба, приємними, без сторонніх присмаків і запахів.

Фізико-хімічні показники продукції повинні відповідати вимогам нормативної документації. Вологість м'якушки залежно від виду виробу не повинна перевищувати нормативних значень, установлених рецептурою та стандартом. Кислотність виробів повинна забезпечувати приємні смакові властивості та відповідати технологічним вимогам для хліба з пшеничного борошна. Пористість м'якушки має бути достатньо розвиненою та забезпечувати необхідні структурно-механічні властивості виробів. Масова частка цукру та жиру у виробі збагаченої рецептури повинна відповідати рецептурним нормам і забезпечувати характерні органолептичні властивості продукції.

За мікробіологічними показниками хлібобулочні вироби повинні відповідати вимогам безпечності харчових продуктів. У готовій продукції не допускається наявність патогенних мікроорганізмів, зокрема бактерій роду *Salmonella*, а кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, бактерій групи кишкової палички і пліснявих грибів не повинна перевищувати встановлених гігієнічних нормативів. Дотримання мікробіологічних показників забезпечується використанням якісної сировини, дотриманням санітарно-гігієнічних вимог під час виробництва, належними умовами транспортування та зберігання готової продукції.

Таким чином, арнаут «Український», хліб «Айдарський» та хліб «Гірчичний» повинні відповідати вимогам чинних державних стандартів щодо органолептичних, фізико-хімічних і мікробіологічних показників, що гарантує високу якість, безпечність та стабільні споживчі властивості готової продукції.

2.1.2 Вибір та обґрунтування технологічних схем

Вибір технологічних схем виробництва хліба із пшеничного борошна здійснюється з урахуванням запроєктованого асортименту, виду сировини, продуктивності цеху, якості готових виробів та можливості раціонального використання технологічного обладнання. Для виробництва арнауту «Український», хліба «Айдарський» та хліба «Гірчичний» доцільно застосовувати традиційні технологічні схеми приготування тіста з використанням пшеничного борошна I та II сортів.

Технологічна схема виробництва передбачає такі основні операції: приймання і зберігання сировини, підготовку борошна та допоміжної сировини до виробництва, дозування компонентів, приготування тіста, бродіння тіста, поділ на шматки, округлення або формування тістових заготовок, вистоювання, випікання, охолодження та зберігання готової продукції.

Підготовка борошна включає його просіювання, магнітне очищення та, за потреби, змішування різних партій для забезпечення стабільних хлібопекарських

властивостей. Дріжджі, сіль, цукор, рослинну або гірчичну олію готують відповідно до технологічних вимог. Правильна підготовка сировини забезпечує рівномірний перебіг процесів тістоутворення та стабільну якість готових виробів.

Для арнауту «Український» та хліба «Айдарський» доцільно використовувати опарний або безопарний спосіб приготування тіста залежно від виробничих умов. Опарний спосіб забезпечує кращий смак і аромат хліба, підвищує еластичність м'якушки та сприяє більш рівномірній пористості. Безопарний спосіб є простішим в організації, скорочує тривалість технологічного процесу та дає змогу зменшити витрати праці.

Для хліба «Гірчичний» технологічна схема передбачає введення гірчичної олії або гірчичного порошку на стадії замішування тіста. Це дозволяє рівномірно розподілити смако-ароматичний компонент у тісті та забезпечити характерний приємний аромат, пікантний присмак і поліпшену структуру м'якушки готового виробу.

Обрані технологічні схеми є доцільними, оскільки дають можливість виготовляти запроєктований асортимент на спорідненому обладнанні, раціонально використовувати виробничі площі, зменшити прості обладнання та забезпечити стабільність якості продукції. Застосування єдиної технологічної лінії для кількох видів виробів сприяє підвищенню ефективності виробництва та зниженню виробничих витрат.

2.1.3 Характеристика сировини та допоміжних матеріалів

Для виробництва арнауту «Український», хліба «Айдарський» та хліба «Гірчичний» використовують основну та допоміжну сировину, яка повинна відповідати вимогам чинних нормативних документів щодо якості та безпечності харчових продуктів. Від якості сировини значною мірою залежать перебіг технологічного процесу, вихід продукції та органолептичні показники готових виробів.

Основною сировиною є пшеничне борошно I та II сортів, яке повинно відповідати вимогам ДСТУ 46.004-99. Борошно I сорту має білий колір із жовтуватим відтінком, містить більшу кількість клейковини та характеризується високими хлібопекарськими властивостями. Борошно II сорту має світло-кремовий або сіруватий відтінок, містить більшу кількість оболонкових частинок зерна та вирізняється підвищеною харчовою цінністю. На підприємство борошно надходить в мішках вагою 50 кг. Зберігають борошно в сухих, чистих, добре вентиляваних складах при відносній вологості повітря не більше 70 % і температурі не вище 20 °С. При безтарному зберіганні борошно розміщують у металевих силосах, обладнаних системами аерації та контролю температури [1].

Також використовують дріжджі хлібопекарські пресовані відповідно до ДСТУ 4812:2007. Дріжджі повинні мати світло-кремовий колір, консистенцію щільну та характерний запах. На підприємство їх привозять у ящиках в охолоджену стані. Зберігають дріжджі в холодильній камері від 0 до 4 °С та вологості повітря 75–80 %. Дотримання відповідного зберігання забезпечує їх бродильну активність [2].

Кухонна харчова сіль як смакова добавка використовується для зміцнення клейковини тіста. Вона повинна відповідати ДСТУ 3583:2015. На підприємство сіль привозять у мішках по 50 кг. Зберігають мішки в сухих приміщеннях. Перед використанням сіль розчиняють у воді та фільтрують [3].

Цукор білий застосовують (ДСТУ 4623:2006) для поліпшення смакових властивостей виробів, активізації дріжджів та покращення забарвлення скоринки. На підприємство цукор привозять в мішках до 50 кг. Зберігати його потрібно у сухому, чистому вентиляваному приміщенні з вологістю 70 % [4].

Для виробництва хліба «Гірчичний» додатково використовують гірчичну олію, яка надає виробам характерного аромату, смаку та сприяє покращенню структури м'якушки. За показниками якості гірчична олія повинна відповідати вимогам ДСТУ 4598:2006. Зберігають її у герметичних металевих або полімерних ємностях, в закритих затемнених приміщеннях, уникаючи її високих температур, які можуть спричинити окиснення жиру [5].

2.1.4 Опис технологічного процесу продуктів запроєктованого асортименту

Для виробництва запроєктованого асортименту хлібобулочних виробів передбачено застосування способу приготування тіста на густих опарах. Використання цього способу є технологічно обґрунтованим, оскільки він забезпечує формування високих показників якості готової продукції, сприяє поліпшенню смаку, аромату, структури м'якушки та пористості виробів. Крім того, опарний спосіб є достатньо універсальним для виготовлення різних видів хліба та дає змогу регулювати параметри технологічного процесу залежно від рецептурного складу, властивостей сировини і необхідних якісних характеристик готових виробів.

Технологічний процес виробництва заданого асортименту включає послідовне виконання підготовчих, тістоприготувальних, формувальних, вистійних, випікальних та завершальних операцій. Борошно, яке надходить на підприємство в мішках, зберігається у складському приміщенні відповідно до встановлених санітарно-гігієнічних вимог. Зі складу за допомогою ручних візків його транспортують до приймального (1), після чого воно надходить у проміжний бункер (3). Далі за допомогою дозатора борошна (5) сировина подається на просіювач (6).

На стадії просіювання борошно очищується від можливих сторонніх механічних домішок, розпушується, частково насичується киснем, що позитивно впливає на його технологічні властивості. Крім того, під час підготовки борошна забезпечується його рівномірніше прогрівання, що сприяє стабілізації процесу замішування напівфабрикатів.

Після просіювання борошно спрямовується на автоматичні ваги (8) для дозованого зважування, а потім подається у проміжний бункер, де може тимчасово зберігатися протягом 6 – 8 годин [6].

Підготовлене борошно за допомогою дозувального пристрою надходить у тістомісильну машину для приготування опари. Замішана опара направляється у

діжу (11), де відбувається процес її бродіння. Тривалість і температурний режим бродіння опари залежать від виду виробу. Для арнауту «Український» тривалість бродіння становить 210 хв за температури 26 – 28 °С; для хліба «Айдарський» – 180 хв за температури 26 – 28 °С; для хліба «Гірчичний» – 210 хв за температури 28–30 °С.

Після завершення бродіння опари здійснюється приготування тіста. Для цього у діжу тістомісильної машини ТММ-1М (10) подають опару, дозовану кількість борошна, воду та інші рідкі рецептурні компоненти. Рідкі компоненти надходять із дозувальної станції Ш2-ХДМ (9), зокрема вода, сольовий та цукровий розчини. Дозування компонентів здійснюється з урахуванням рецептури кожного виду виробу, що дає змогу забезпечити стабільність вологості тіста, його консистенції та подальших реологічних властивостей.

Після замішування тісто направляється на бродіння у діжах (11). На цьому етапі відбувається накопичення продуктів бродіння, розвиток клейковинного каркасу, формування смакових і ароматичних властивостей майбутніх виробів. Тривалість бродіння тіста для арнауту «Український» становить 60 хв за температури 28 – 30 °С; для хліба «Айдарський» – 30 хв за температури 27 – 29 °С; для хліба «Гірчичний» – 60 хв за температури 29 – 31 °С.

Після завершення процесу бродіння тісто за допомогою стрічкового транспортера подається до тістоподільника А2-ХТН (12), де здійснюється поділ тістової маси на заготовки встановленої маси. Дотримання точності поділу має важливе значення, оскільки впливає на вихід готової продукції, рівномірність випікання та відповідність виробів нормативним вимогам за масою. Після поділу тістові заготовки надходять у тістоокруглювач (13), де їм надається більш правильна форма [6].

Округлення тістових заготовок проводиться з метою вирівнювання їхньої поверхні, усунення нерівностей і утворення тонкої поверхневої плівки. Така плівка сприяє кращому утриманню газів усередині заготовки під час подальшого вистоювання, що позитивно впливає на об'єм і пористість готових виробів. У процесі округлення під дією механічного навантаження частково змінюються

фізико-механічні властивості тіста, поліпшується структура заготовок та створюються умови для рівномірного підйому під час вистоювання.

Після округлення тістові заготовки передаються на колиски вистійної шафи MIWE GVA (16). Основною метою остаточного вистоювання є відновлення пористої структури тіста після механічної обробки, активізація бродильних процесів та збільшення об'єму заготовок у 1,5–2 рази. Оптимальними умовами вистоювання є температура у вистійній шафі 38 – 45 °С та відносна вологість повітря близько 75 %. Такі параметри забезпечують інтенсивну роботу дріжджових клітин, запобігають завітрюванню поверхні заготовок і сприяють формуванню необхідної структури м'якушки. Тривалість вистоювання для арнауту «Український» становить 50 хв, для хліба «Айдарський» – 40 хв, для хліба «Гірчичний» – 35 хв [6, 8, 9].

Після завершення вистоювання тістові заготовки направляються у ротаційну піч Forni Fiorini (17), де відбувається процес випікання. Під час випікання проходять складні фізико-хімічні та біохімічні зміни: збільшується об'єм виробів, закріплюється пориста структура м'якушки, утворюється скоринка, формується характерний смак і аромат готової продукції. Тривалість випікання арнауту «Український» становить 53 хв, хліба «Айдарський» – 47 хв, хліба «Гірчичний» – 33 хв. Температурний режим випікання виробів знаходиться в межах 180–220 °С.

Після випікання готові вироби вивантажують із печі та направляють на охолодження. Охолодження є важливою завершальною стадією технологічного процесу, оскільки в цей період стабілізується структура м'якушки, зменшується температура виробів і завершується перерозподіл вологи між внутрішніми шарами та скоринкою. Після охолодження готову продукцію вручну укладають у контейнери (14) для подальшого зберігання, транспортування або реалізації [6, 8].

2.2 Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту

2.2.1 Таблиця вихідних даних для розрахунку запроєктованого асортименту

Таблиця 2.1 – Вихідні дані для розрахунків

Показники і параметри, одиниці вимірювання	Умовні позначення	Значення показників і параметрів		
		Арнаут «Український»	Хліб «Айдарський»	Хліб «Гірчичний»
1	2	3	4	5
Стандарт на готові вироби:		ГСТУ 15.8.00389676 .009-2000	ДСТУ 7717: 2014	СОУ 15.8-37-00389676-559:2007
<i>Показники якості виробів:</i>				
Маса, кг	G _{вир}	0,8	1,0	0,7
Масова частка вологи, % не більше	W _в	45	45	42
Кислотність, град, не менше	K	4,0	5,0	3,0
Пористість, %, не менше	П	65	63	68
Розмір виробу, мм діаметр	d	220	240	200
<i>Рецептура на 100 кг борошна, кг</i>				
Борошно пшеничне першого сорту	G _{б.1.с}	40	40	100
Борошно пшеничне другого сорту	G _{б.2.с}	60	60	-
Дріжджі хлібопекарські	G _{др}	1,0	1,0	1,0
Сіль кухонна	G _с	1,5	1,5	1,5
Цукор	G _ц	-	-	6,0
Олія гірчична	G _{о.г}	-	-	8,0
Разом	-	102,5	102,5	116,5
<i>Основні показники технологічних режимів</i>				
Вологість опари, %	W _о	43	43	45
Вологість тіста, %	W _т	46	46	43
Плановий вихід, %	-	134,7	138,5	136,6
Тривалість бродіння опари, хв	T _о	210	180	210

2.2.2 Підбір та розрахунок печей

Виробнича продуктивність технологічних ліній визначається на основі розрахунку потужності печі, яка є провідним обладнанням у хлібопекарському виробництві [8].

Таблиця 2.2 – Вихідні дані для розрахунку виробничої продуктивності печей

Виріб	Маса виробу, кг	Кількість виробів на поду, шт.		Тривалість випікання, хв.
		По довжині	По ширині	
1	2	3	4	5
Арнаут «Український»	0,8	3	2	53
Хліб «Айдарський»	1,0	4	3	47
Хліб «Гірчичний»	0,7	4	3	33

Арнаут «Український»:

Виробничу продуктивність печі за одну годину роботи, $P_{год}$, розраховують за відповідною формулою:

$$P_{год} = \frac{N_{д}^B \times N_{д}^L \times n_{ш}^L \times g \times 60}{\tau_{вип} + 5} \quad (2.1)$$

Кількість тістових заготовок, які можуть бути розміщені по довжині листа, розраховую за формулою:

$$N_{д}^L = \frac{L-a}{d+a} \quad (2.2)$$

$$N_{д}^L = \frac{900-20}{220+20} = 3 \text{ шт}$$

Кількість тістових заготовок, які можуть бути розміщені по ширині листа, розраховую за формулою:

$$n_{ш}^L = \frac{B-a}{d+a} \quad (2.3)$$

$$n_{ш}^L = \frac{600-20}{220+20} = 2 \text{ шт}$$

Розраховую продуктивність для арнаут «Український»:

$$P_{\text{год}} = \frac{18 \times 4 \times 3 \times 0,8 \times 60}{53 + 5} = 178,76 \text{ кг/год}$$

За добу Продуктивність становитиме:

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

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

$$P_{\text{доб}} = 178,76 \times 23 = 4111,45 \text{ кг/доб}$$

Для хліба «Айдарський» передбачено випікання на листах, тому подальший розрахунок здійснюю з урахуванням кількості листів, необхідних для розміщення тістових заготовок. Розміри одного листа становлять 900×600 мм [8].

Кількість тістових заготовок, які можна розмістити по довжині листа, визначаю за формулою (2.2):

$$N_{\text{д}}^{\text{л}} = \frac{900 - 20}{240 + 20} = 4 \text{ шт.}$$

Кількість тістових заготовок, які можна розмістити по довжині листа, визначаю за формулою (2.3):

$$n_{\text{ш}}^{\text{л}} = \frac{600 - 20}{240 + 20} = 3 \text{ шт.}$$

Розрахунок годинної продуктивності печі для хліба «Айдарський» здійснюю за формулою (2.1):

$$P_{\text{год}} = \frac{5 \times 3 \times 18 \times 1 \times 60}{47 + 5} = 311,5 \text{ кг/год}$$

Відповідно до формули (2.4), добова продуктивність виробничої лінії становитиме:

$$P_{\text{доб}} = 311,5 \times 23 = 7165,4 \text{ кг/доб}$$

Для хліба «Гірчичний» також застосовується випікання на листах, тому визначення кількості виробів на листі та продуктивності печі здійснюю аналогічно до попереднього виробу:

$$N_{\text{д}}^{\text{л}} = \frac{900 - 20}{200 + 20} = 4 \text{ шт.}$$

Кількість виробів, що розміщуються по ширині листа, розраховую за формулою (2.3):

$$n_{\text{шт}}^{\text{л}} = \frac{600-20}{200+20} = 3 \text{ шт.}$$

Розрахунок годинної продуктивності печі під час випікання хліба «Гірчичний» здійснюю за формулою (2.1):

$$P_{\text{год}} = \frac{5 \times 3 \times 18 \times 0,7 \times 60}{33+5} = 298,4 \text{ кг/год}$$

Добова продуктивність згідно формули (2.4) становитиме:

$$P_{\text{доб}} = 155,8 \times 23 = 6863,7 \text{ кг/доб}$$

Таблиця 2.3 – Виробнича продуктивність цеху

№ з/п	Марка печі	Асортимент виробів	Продуктивність за годину	Тривалість роботи печі, за добу, год	Продуктивність за добу, кг
1	Forni Fiorini	Арнаут «Український»	178,76	23	4111,45
2	Forni Fiorini	Хліб «Айдарський»	311,5	23	7165,4
3	Forni Fiorini	Хліб «Гірчичний»	298,4	23	6863,7
Всього:					7179,7

Будуємо графік роботи печі Forni Fiorini

№ печі	Марка печі	Години роботи					
		Перша зміна		Друга зміна		Третя зміна	
		7		15		23	
1	Real Forni	ІІІІІІІІІІІІІІІІ	X	ІІІІІІІІІІІІІІІІ	X	ІІІІІІІІІІІІІІІІ	X
2	Real Forni	ІІІІІІІІІІІІІІІІ	X	ІІІІІІІІІІІІІІІІ	X	ІІІІІІІІІІІІІІІІ	X
3	Real Forni	ІІІІІІІІІІІІІІІІ	X	ІІІІІІІІІІІІІІІІ	X	ІІІІІІІІІІІІІІІІ	X

Рисунок 2.1 – Графік роботи печей

Умовні позначення:

ІІІ- робота печі

X- профілактика

2.2.3 Розрахунок пофазних рецептур

Згідно з чинними технологічними вимогами, приготування тіста для арнауту «Український» здійснюється на густій опарі. Такий спосіб забезпечує інтенсивніше накопичення продуктів бродіння, покращує структурно-механічні властивості тіста та сприяє формуванню належної якості готового виробу. Кислотність опари приймається на рівні 4,5 град., тривалість її бродіння становить 210 хв, а тривалість бродіння тіста – 60 хв. Для виконання розрахунку виробничої рецептури необхідно встановити масу борошна, води та дріжджів, які вносяться під час приготування опари.

Визначення маси сухих речовин у компонентах тіста виконую на основі рецептурних даних та вологості сировини [8].

Таблиця 2.4 – Співвідношення сухих речовин та вологи в сировині тіста арнаут «Український»

Сировина	Маса сировини, кг	Вміст вологи в сировині, %	Масова частка сухих речовин, %	Масова частка сухих речовин, кг
Борошно пшеничне першого сорту	40	14,5	85,5	34,2
Борошно пшеничне другого сорту	60	14,5	85,5	51,3
Дріжджі пресовані	1,0	75	25	0,25
Сіль кухонна	1,5	-	-	1,5
Разом	102,5	-	-	87,25

Розраховую вихід тіста G_T , кг за формулою:

$$G_T = \frac{G_{c.p} \times 100}{100 - W_T} \quad (2.5)$$

$$W_T = W_B + 1 = 45,0 + 1,0 = 46,0 \%$$

$$G_T = \frac{87,25 \times 100}{100 - 46} = 161,57$$

Масу води $G_{\text{в}}$, яку потрібно внести під час замішування тіста, розраховую з урахуванням заданої вологості тіста та кількості сухих речовин у рецептурних компонентах:

$$G_{\text{в}} = G_{\text{т}} - G_{\text{сир}} \quad (2.6)$$

де $G_{\text{сир}}$ – маса сировини, кг

$$G_{\text{в}} = 161,57 - 102,5 = 59,07 \text{ кг}$$

Подальшим етапом розрахунку є переведення окремих видів сировини у розчини. Зокрема, кількість солі, необхідну для приготування сольового розчину, визначаю за формулою:

$$G_{\text{с.р}} = \frac{G_{\text{с}} \times 100}{C_{\text{с.р}}} \quad (2.7)$$

де $C_{\text{с.р}}$ – концентрація розчину, % 25% – концентрація сольового розчину

$$G_{\text{с.р}} = \frac{1,5 \times 100}{25} = 6,0 \text{ кг}$$

Масу води, необхідну для приготування сольового розчину, розраховую з урахуванням заданої концентрації розчину та кількості солі:

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

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

Для рівномірного розподілу дріжджів у тісті їх попередньо переводжу у дріжджову суспензію. Суспензію готують у співвідношенні 1:3, тобто на одну частину дріжджів беруть три частини води [7]

$$G_{\text{др.с}} = G_{\text{др}} + G_{\text{др}} + n \quad (2.9)$$

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

Кількість води у дріжджовій суспензії:

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

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

Розраховую кількість води в тісті з урахуванням замін:

$$G_{\text{в.з}} = G_{\text{в}} - [G_{\text{в.с.р}} + G_{\text{в.др.с}}] \quad (2.11)$$

$$G_{\text{в.з}} = 59,07 - [4,5 + 3] = 51,57 \text{ кг}$$

50% від загальної маси всього борошна в тісті становить маса борошна опари:

Масу опари розраховую виходячи з маси сухих речовин в опарі:

Таблиця 2.5 – Співвідношення сухих речовин та вологи в сировині опари

Сировина	Маса сировини, кг	Вміст вологи в сировині, %	Маса сухих речовин, %	Маса сухих речовин, кг
Борошно пшеничне другого сорту	50,0	14,5	85,5	42,75
Дріжджі пресовані	1,0	75,0	25,0	0,25
Разом	51,0	-	-	43,0

Розраховую масу опари за формулою:

$$G_o = \frac{G_{с.р} \cdot 100}{100 - W_o} \quad (2.12)$$

$$G_o = \frac{43,0 \cdot 100}{100 - 43} = 75,44 \text{ кг}$$

Масу води в опарі знаходжу за формулою:

$$G_{в.о} = G_o - G_{сир} \quad (2.13)$$

$$G_{в.о} = 75,44 - 51,0 = 24,44 \text{ кг}$$

Маса води в опарі, за винятком тієї, що вноситься із дріжджовою суспензією становить:

$$G_B^{1.0} = G_{в.о} - G_{в.др.с} \quad (2.14)$$

$$G_B^{1.0} = 24,44 - 3,0 = 21,44 \text{ кг}$$

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

$$G_B^T = G_B - G_{в.с.р} - G_{в.др.с} - G_{в.о.1} \quad (2.15)$$

$$G_B^T = 59,07 - 4,5 - 3,0 - 21,44 = 30,13 \text{ кг}$$

Таблиця 2.6 – Пофазна рецептура для виробництва арнаут «Український», кг на 100 кг борошна

Сировина і напівфабрикати	Маса	Опара	Тісто
Борошно пшеничне першого сорту	40	-	40
Борошно пшеничне другого сорту	60	50	10
Дріжджова суспензія	4,0	4,0	-
Сольовий розчин	6,0	-	6,0
Вода	51,57	21,44	30,13
Опара	-	-	75,44
Разом	161,57	75,44	161,57

Напівфабрикати для виробництва хліба «Айдарський» також готують опарним способом, що забезпечує належне дозрівання тіста, покращення його структурно-механічних властивостей та формування якісних показників готового виробу.

Масу сухих речовин у рецептурних компонентах тіста визначають розрахунковим методом [7, 8].

Таблиця 2.7 – Співвідношення сухих речовин і вологи в сировині тіста хліба «Айдарський»

Сировина	Маса сировини, кг	Вміст вологи в сировині, %	Масова частка сухих речовин, %	Масова частка сухих речовин, кг
1	2	3	4	5
Борошно пшеничне першого сорту	40	14,5	85,5	34,2
Борошно пшеничне другого сорту	60	14,5	85,5	51,3
Дріжджі пресовані	1,0	75	25	0,25
Сіль кухонна	1,5	-	-	1,5
Разом	102,5	-	-	87,25

Розраховую вихід тіста G_T , кг за формулою (2.5):

$$W_T = W_B + 1 = 45 + 0,5 = 45,5\%$$

$$G_T = \frac{87,25 \times 100}{100 - 45,5} = 160,09$$

Кількість води G_B на заміс тіста за формулою (2.6) становить:

$$G_B = 160,09 - 102,5 = 57,59 \text{ кг}$$

Переводжу сировину в розчини:

Сіль у сольовий розчин за формулою (2.7):

$$G_{c.p} = \frac{1,5 \times 100}{25} = 6,0 \text{ кг}$$

Вода у сольовому розчині розраховується за формулою (2.8):

$$G_{B.c.p} = 6,0 - 1,5 = 4,5 \text{ кг}$$

Дріжджі в дріжджову суспензію розраховують за формулою (2.9):

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

Кількість води у дріжджовій суспензії відповідно до формули (2.10):

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

Розраховую кількість води в тісті з урахуванням замінів за формулою (2.11):

$$G_{\times} = 57,59 - [4,5 + 3] = 50,09 \text{ кг}$$

Масу опари розраховую виходячи з маси сухих речовин в опарі:

Таблиця 2.8 – Співвідношення сухих речовин та вологи в сировині опари

Сировина	Маса сировини, кг	Вміст вологи в сировині, %	Маса сухих речовин, %	Маса сухих речовин, кг
Борошно пшеничне другого сорту	50,0	14,5	85,5	42,75
Дріжджі пресовані	1,0	75,0	25,0	0,25
Разом	51,0	-	-	43,0

Розраховую масу опари за формулою (2.12):

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

W_o – вологість опари, %; $W_o = 43\%$

$$G_o = \frac{43,0 \cdot 100}{100 - 43} = 75,44 \text{ кг}$$

Масу води в опарі знаходжу за формулою (2.13):

$$G_{в,о} = 75,44 - 51,0 = 24,44 \text{ кг}$$

Маса води в опарі, за винятком тієї, що вноситься із дріжджовою суспензією становить за формулою (2.14):

$$G_B^{1,о} = 24,44 - 3,0 = 21,44 \text{ кг}$$

Розраховую масу води, що вноситься при замісі тіста за формулою (2.15):

$$G_B^T = 57,59 - 4,5 - 3,0 - 21,44 = 28,65 \text{ кг}$$

Таблиця 2.9 – Пофазна рецептура для виробництва хліб «Айдарський», кг на 100 кг борошна

Сировина і напівфабрикати	Маса	Опара	Тісто
Борошно пшеничне першого сорту	40	-	40
Борошно пшеничне другого сорту	60	50	10
Дріжджова суспензія	4,0	4,0	-
Сольовий розчин	6,0	-	6,0
Вода	50,09	21,44	28,65
Опара	-	-	75,44
Разом	160,09	75,44	160,09

Під час виробництва хліба «Гірчичний» приготування напівфабрикатів здійснюється опарним способом, що забезпечує належне дозрівання тіста та формування необхідних якісних показників готового виробу. Масу сухих речовин у компонентах тіста визначаю розрахунковим методом [7, 8].

Таблиця 2.10 – Співвідношення сухих речовин і води в сировині тіста хліба «Гірчичний»

Сировина	Маса сировини, кг	Вміст води в сировині, %	Масова частка сухих речовин, %	Масова частка сухих речовин, кг
1	2	3	4	5
Борошно пшеничне першого сорту	100	14,5	85,5	85,5
Дріжджі пресовані	1,0	75	25	0,25
Сіль кухонна	1,5	-	-	1,5
Цукор	6,0	-	-	6,0
Олія гірчична	8,0	0,1	99,9	7,9
Разом	116,5	-	-	101,15

Розраховую вихід тіста G_T , кг за формулою (2.5):

$$G_T = \frac{101,15 \times 100}{100 - 45,5} = 185,6$$

Кількість води G_B на заміс тіста становить за формулою (2.6):

$$G_B = 185,6 - 116,5 = 69,1 \text{ кг}$$

На наступному етапі виконую перерахунок сировини, яка вноситься до тіста у вигляді розчинів. Кількість солі, необхідну для приготування сольового розчину, розраховую за формулою (2.7) і (2.8):

$$G_{с.р} = \frac{1,5 \times 100}{25} = 6,0 \text{ кг}$$

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

Цукор та вода у цукровому розчині становитимуть:

$$G_{ц.р} = \frac{6 \times 100}{50} = 12,0 \text{ кг}$$

$$G_{в.ц.р} = 12,0 - 6,0 = 6,0 \text{ кг}$$

Дріжджі в дріжджову суспензію, на 1 частину дріжджів припадає 3 частки води за формулою (2.9):

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

Кількість води у дріжджовій суспензії за формулою (2.10):

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

Розраховую кількість води в тісті з урахуванням заміни за формулою (2.11):

$$G_{в,з} = 69,1 - [4,5 + 6 + 3] = 55,6 \text{ кг}$$

Для приготування опари передбачено використання 50 % борошна від його загальної маси, що входить до рецептури тіста. Подальший розрахунок маси опари виконую на основі визначеної кількості сухих речовин у даному напівфабрикаті:

Таблиця 2.12 – Співвідношення сухих речовин та вологи в сировині опари хліб «Гірчичний»

Сировина	Маса сировини, кг	Вміст вологи в сировині, %	Маса сухих речовин, %	Маса сухих речовин, кг
Борошно пшеничне сорту 1	50,0	14,5	85,5	42,75
Дріжджі пресовані	1,0	75,0	25,0	0,25
Разом	51,0	-	-	43,0

Розраховую масу опари за формулою (2.12):

$$G_o = \frac{45,0 \times 100}{100 - 45} = 81,82 \text{ кг}$$

Кількість води, що входить до складу опари, розраховую з урахуванням її заданої вологості та маси сухих речовин за формулою (2.13):

$$G_{в,о} = 81,82 - 51,0 = 30,82 \text{ кг}$$

Кількість води, необхідної для замішування опари, розраховую з урахуванням того, що частина води вже вноситься до напівфабрикату у складі дріжджової суспензії. Тому масу води в опарі, за винятком води дріжджової суспензії, визначаю за формулою (2.14):

$$G_B^{1,0} = 30,82 - 3,0 = 27,82 \text{ кг}$$

Розраховую масу води, що вноситься при замісі тіста за формулою (2.15):

$$G_B^T = 69,1 - 4,5 - 3,0 - 6,0 - 27,82 = 27,78 \text{ кг}$$

Таблиця 2.13 – Пофазна рецептура для виробництва хліб «Гірчичний», кг на 100 кг борошна

Сировина і напівфабрикати	Маса	Опара	Тісто
Борошно пшеничне першого сорту	100	50	50
Дріжджова суспензія	4,0	4,0	-
Сольовий розчин	6,0	-	6,0
Розчин цукру	12,0	-	12,0
Олія гірчична	8,0	-	8,0
Вода	55,6	27,82	27,78
Опара	-	-	81,82
Разом	185,6	81,82	185,6

2.2.4 Розрахунок виходу виробів

Розрахунок виходу хлібобулочних виробів здійснюється з урахуванням виходу тіста, а також сукупності технологічних витрат і затрат, які виникають під час підготовки сировини, змішування, бродіння, оброблення тістових заготовок, випікання та охолодження готової продукції [7, 8].

Розрахунок виходу арнауту «Український».

Для арнауту «Український» розрахунковий вихід готової продукції визначаю за формулою:

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

Згідно формули визначаю середньозволену вологість сировини:

$$W_c = \frac{G_b \times W_b + G_{др} \times W_{др} + G_c}{G_b + G_{др} + G_c} \quad (2.17)$$

$W_b + W_{др}$ – вологість борошна, дріжджів, %.

$$W_c = \frac{100 \times 14,5 + 1 \times 75 + 1,5}{100 + 1 + 1,5} = 14,89\%$$

Знаходжу масу тіста за формулою:

$$G_T = \frac{G_{сир} \times (100 - W_c)}{(100 - W_T)} \quad (2.18)$$

$$G_T = \frac{102,5 \times (100 - 14,89)}{100 - 46} = 161,57 \text{ кг}$$

Усі втрати і затрати, що розраховують, виражають у перерахунку на масу тіста у кілограмах.

Визначаю втрати борошна в тісті до замішування тіста B_6 , кг:

$$B_6 = \frac{g_6 \times (100 - W_6)}{100 - W_T} \quad (2.19)$$

$$B_6 = \frac{0,06 \times (100 - 14,5)}{(100 - 46)} = 0,095\%$$

Визначаю втрати борошна і напівфабрикатів від замішування до випікання, B_T , кг:

$$B_T = \frac{g_T \times (100 - W_{cp}^1)}{100 - W_T} \quad (2.20)$$

$$W_{cp}^1 = \frac{G_T \cdot W_T + 100 \cdot W_6}{G_T + 100} \quad (2.21)$$

$$W_{cp}^1 = \frac{161,57 \times 46 + 100 \times 14,5}{161,57 + 100} = 33,96 \%$$

$$B_T = \frac{0,05 \times (100 - 33,96)}{100 - 46} = 0,060\%$$

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

$$Z_{бр} = \frac{C_{сух} \times 0,95 \times (G_{сир} - g_{обр}) \times (100 - W_{cp})}{1,96 \times 100 (100 - W_T)} \quad (2.22)$$

$$Z_{бр} = \frac{3,3 \times 0,95 \times (102,5 - 1) \times (100 - 14,89)}{1,96 \times 100 \times (100 - 46)} = 2,56 \%$$

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

$$Z_{обр} = \frac{g_{обр} \times (W_T - W_6)}{100 - W_T} \quad (2.23)$$

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

$$Z_{обр} = \frac{1 \times (46 - 14,5)}{100 - 46} = 0,58 \%$$

Затрати від упікання, $Z_{уп}$, кг:

$$Z_{уп} = \frac{g_{уп} \times [G_T - (B_6 + B_T + Z_{бр} + Z_{обр})]}{100} \quad (2.24)$$

$$Z_{уп} = \frac{10 \times [161,57 - (0,095 + 0,060 + 2,56 + 0,58)]}{100} = 15,83 \%$$

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

$$Z_{укл} = \frac{g_{укл} \times [G_T - (B_б + B_т + 3б_р + 3окр + 3уп)]}{100} \quad (2.25)$$

$$Z_{укл} = \frac{0,8 \times [161,57 - (0,095 + 0,060 + 2,56 + 0,58 + 15,83)]}{100} = 1,14 \%$$

Затрати від усихання, $Z_{ус}$, кг:

$$Z_{ус} = \frac{g_{ус} \times [G_T - (B_б + B_т + 3б_р + 3обр + 3уп + 3укл)]}{100} \quad (2.26)$$

$$Z_{ус} = \frac{4,0 \times [161,57 - (0,095 + 0,060 + 2,56 + 0,58 + 15,83 + 1,14)]}{100} = 5,65 \%$$

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

$$V_{шт} = \frac{g_{шт} \times [G_T - (B_б + B_т + 3б_р + 3обр + 3уп + 3укл + 3ус)]}{100} \quad (2.27)$$

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

$$V_{шт} = \frac{0,5 \times [161,57 - (0,095 + 0,060 + 2,56 + 0,58 + 15,83 + 1,14 + 5,65)]}{100} = 0,68 \%$$

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

$$V_{кр} = \frac{g_{кр} \times [G - (B_б + B_т + 3б_р + 3обр + 3уп + 3укл + 3ус + V_{шт})]}{100} \quad (2.28)$$

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

$$V_{кр} = \frac{0,03 \times [161,57 - (0,095 + 0,060 + 2,56 + 0,58 + 15,83 + 1,14 + 5,65 + 0,68)]}{100} = 0,04 \%$$

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

$$V_{бр} = \frac{g_{бр} \times [G_T - (B_б + B_т + 3б_р + 3обр + 3уп + 3укл + 3ус + V_{шт} + V_{кр})]}{100} \quad (2.29)$$

де $g_{бр}$ – втрати від переробки бракованих виробів, % до маси борошна,
 $g_{бр} = 0,03 \%$

$$V_{бр} = \frac{0,03 \times [161,57 - (0,095 + 0,060 + 2,56 + 0,58 + 15,83 + 1,14 + 5,65 + 0,68 + 0,04)]}{100} = 0,04 \%$$

Таким чином, для арнаут «Український» передбачений вихід становитиме:

$$V_x = 161,57 - (161,57 - (0,095 + 0,060 + 2,56 + 0,58 + 15,83 + 1,14 + 5,65 + 0,68 + 0,04 + 0,04)) = 134,9 \%$$

Плановий становить 134,7 %

Таблиця 2.14 – Загальна таблиця розрахунку виходу арнаут «Український»

Види втрат і витрат при заданих технологічних умовах	Вихідні дані для розрахунку виходу хліба		Витрати і втрати у перерахунку до тіста	
	Позначення	Величина	Позначення	Величина
Вихід тіста	г _т , %	161,57	-	-
Втрати борошна до приготування тіста за умови безтарного зберігання	г _б , % до маси борошна	0,06	В _б	0,095
Витрати борошна і тіста у разі приготування в тістовому агрегаті	г _т , % до маси борошна	0,05	В _т	0,06
Втрати сухих речовин на бродіння за умови приготування тіста на ГО	С _{сух} , % до СР тіста	3,3	З _{бр}	2,56
Витрати борошна під час оброблення тіста	г _{обр} , % до маси борошна	1	З _{обр}	0,58
Витрати на упікання	г _{уп} , % до маси тіста	10	З _{уп}	15,83
Витрати під час укладання гарячого хліба	г _{укл} , % до маси гарячого хліба	0,8	З _{укл}	1,14
Витрати від усихання хліба	г _{ус} , % до маси гарячого хліба	4	З _{ус}	5,65
Втрати з крихтами і ломом	г _{кр} , % до маси борошна	0,03	В _{кр}	0,04
Втрати за рахунок не точної маси виробів	г _{шт} , % до маси гарячих виробів	0,5	В _{шт}	0,68
Втрати від перероблення браку	г _{бр} , % до маси борошна	0,03	В _{бр}	0,04
Всього втрат і витрат у розмірності виходу тіста	-	-	-	26,67

Розрахунок виходу хліба «Айдарський»

Згідно формули (2.17) визначаю середньозволожену вологість сировини:

$$W_c = \frac{100 \cdot 14,5 + 1 \cdot 75 + 1,5}{100 + 1 + 1,5} = 14,89\%$$

Знаходжу масу тіста за формулою (2.18):

$$G_T = \frac{102,5 \cdot (100 - 14,89)}{100 - 45,5} = 160,09 \text{ кг}$$

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

$$B_6 = \frac{0,06 \cdot (100 - 14,5)}{(100 - 45,5)} = 0,094\%$$

Визначаю втрати борошна і напівфабрикатів від замішування до випікання, B_T , кг за формулами (2.21) та (2.22):

$$W_{cp1} = \frac{160,09 \cdot 45,5 + 100 \cdot 14,5}{160,09 + 100} = 33,58 \%$$

$$B_T = \frac{0,05 \cdot (100 - 33,58)}{100 - 45,5} = 0,061\%$$

$$Z_{бр} = \frac{3,3 \cdot 0,95 \cdot (102,5 - 1) \cdot (100 - 14,89)}{1,96 \cdot 100 \cdot (100 - 45,5)} = 2,54 \%$$

Затрати на оброблення тіста $Z_{обр}$, за формулою (2.23):

$$Z_{обр} = \frac{1 \cdot (45,5 - 14,5)}{100 - 45,5} = 0,57 \%$$

Затрати від упікання, $Z_{уп}$, кг за формулою (2.24):

$$Z_{уп} = \frac{10 \cdot [160,09 - (0,094 + 0,061 + 2,54 + 0,57)]}{100} = 15,60 \%$$

Затрати під час укладання, $Z_{укл}$, кг за формулою (2.25):

$$Z_{укл} = \frac{0,8 \cdot [160,09 - (0,094 + 0,061 + 2,54 + 0,57 + 15,6)]}{100} = 1,12 \%$$

Затрати від усихання, $Z_{ус}$, кг за формулою (2.26):

$$Z_{ус} = \frac{4,0 \cdot [160,09 - (0,094 + 0,061 + 2,54 + 0,57 + 15,6 + 1,12)]}{100} = 5,57 \%$$

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

$$B_{шт} = \frac{0,5 \cdot [160,09 - (0,094 + 0,061 + 2,54 + 0,57 + 15,6 + 1,12 + 5,57)]}{100} = 0,67 \%$$

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

$$V_{кр} = \frac{0,03 * [160,09 - (0,094 + 0,061 + 2,54 + 0,57 + 15,6 + 1,12 + 5,57 + 0,67)]}{100} = 0,04\%$$

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

$$V_{бр} = \frac{0,03 * [160,09 - (0,094 + 0,061 + 2,54 + 0,57 + 15,6 + 1,12 + 5,57 + 0,67 + 0,04)]}{100} = 0,04\%$$

Таким чином, для хліб «Айдарський» передбачений вихід становитиме:

$$V_x = 160,09 - (0,094 + 0,061 + 2,54 + 0,57 + 15,6 + 1,12 + 5,57 + 0,67 + 0,04 + 0,04) = 133,0\%$$

Плановий вихід 138,5 %

Таблиця 2.15 – Зведена таблиця розрахунку виходу хліб «Айдарський»

Види втрат і витрат при заданих технологічних умовах	Вихідні дані для розрахунку виходу хліба		Витрати і втрати у перерахунку до тіста	
	Позначення	Величина	Позначення	Величина
1	2	3	4	5
Вихід тіста	г _т , %	160,09	-	-
Втрати борошна до приготування тіста за умови безтарного зберігання	г _б , % до маси борошна	0,06	В _б	0,094
Витрати борошна і тіста у разі приготування в тістовому агрегаті	г _т , % до маси борошна	0,05	В _т	0,061
Втрати сухих речовин на бродіння за умови приготування тіста	С _{сух} , % до СР тіста	3,3	З _{бр}	2,54
Витрати борошна під час оброблення тіста	г _{обр} , % до борошна	1,0	З _{обр}	0,57
Витрати на упікання	г _{уп} , % до борошна	10,0	З _{уп}	15,6
Витрати під час укладання гарячого хліба	г _{укл} , % до маси гарячого хліба	0,8	З _{укл}	1,12
Витрати від усихання хліба	г _{ус} , % до маси гарячого хліба	4	З _{ус}	5,57

Продовження табл. 2.15

1	2	3	4	5
Втрати з крихтами і ломом	g _{кр} , % до маси борошна	0,03	В _{кр}	0,04
Втрати за рахунок не точної маси виробів	g _{шт} , % до маси гарячих виробів	0,5	В _{шт}	0,67
Втрати від перероблення браку	g _{бр} , % до маси борошна	0,03	В _{бр}	0,04
Всього втрат і витрат у розмірності виходу тіста	-	-	-	33,81

Розрахунок виходу хліба «Гірчичний»

Згідно формули визначаю середньозволожену вологість сировини (2.17):

$$W_c = \frac{100 \cdot 14,5 + 1 \cdot 75 + 1,5}{100 + 1 + 1,5} = 14,89\%$$

Знаходжу масу тіста за формулою (2.18):

$$G_T = \frac{116,5 \cdot (100 - 14,89)}{100 - 43} = 173,95 \text{ кг}$$

Усі втрати і затрати, що розраховують, виражають у перерахунку на масу тіста у кілограмах.

Визначаю втрати борошна в тісті до замішування тіста В_б, кг (2.19):

$$V_b = \frac{0,06 \cdot (100 - 14,5)}{(100 - 43)} = 0,09\%$$

Визначаю втрати борошна і напівфабрикатів від замішування до випікання, В_т, кг, (2.20):

$$W_{cp1} = \frac{173,95 \cdot 43 + 100 \cdot 14,5}{173,95 + 100} = 32,6 \%$$

$$V_t = \frac{0,05 \cdot (100 - 32,6)}{100 - 43} = 0,06 \%$$

Визначаю витрати при бродінні напівфабрикатів, З_{бр}, кг (2.22):

$$Z_{br} = \frac{3,3 \cdot 0,95 \cdot (116,5 - 1) \cdot (100 - 14,89)}{1,96 \cdot 100 \cdot (100 - 43)} = 1,45 \%$$

Затрати на оброблення тіста $Z_{обр}$, за формулою (2.23):

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

Затрати від упікання, $Z_{уп}$, кг (2.24):

$$Z_{уп} = \frac{12 \cdot [173,95 - (0,09 + 0,06 + 1,45 + 0,5)]}{100} = 20,6 \%$$

Затрати під час укладання, $Z_{укл}$, кг (2.25):

$$Z_{укл} = \frac{0,8 \cdot [173,95 - (0,09 + 0,06 + 1,45 + 0,5 + 20,6)]}{100} = 1,2 \%$$

Затрати від усихання, $Z_{ус}$, кг (2.26):

$$Z_{ус} = \frac{4,0 \cdot [173,95 - (0,09 + 0,06 + 1,45 + 0,5 + 20,6 + 1,2)]}{100} = 6,1 \%$$

Втрати від неточності маси штучних виробів, $V_{шт}$, кг (2.27):

$$V_{шт} = \frac{0,5 \cdot [173,95 - (0,09 + 0,06 + 1,45 + 0,5 + 20,6 + 20,6 + 6,1)]}{100} = 0,7 \%$$

Витрати від крихт і лому, $V_{кр}$, кг (2.28):

$$V_{кр} = \frac{0,03 \cdot [173,95 - (0,09 + 0,06 + 1,45 + 0,5 + 20,6 + 1,2 + 6,1 + 0,7)]}{100} = 0,04 \%$$

Втрати від переробки браку, $V_{бр}$, кг (2.29):

$$V_{бр} = \frac{0,03 \cdot [173,95 - (0,09 + 0,06 + 1,45 + 0,5 + 20,6 + 1,2 + 6,1 + 0,7 + 0,04)]}{100} = 0,04 \%$$

Таким чином, для хліба «Гірчичний» передбачений вихід становитиме:

$$V_x = 173,95 - (0,09 + 0,06 + 1,45 + 0,5 + 20,6 + 1,2 + 6,1 + 0,7 + 0,04 + 0,04) = 137 \%$$

Плановий становить 136,6 %

Таблиця 2.16 – Загальна таблиця розрахунку виходу арнаут «Гірчичний»

Види втрат і витрат при заданих технологічних умовах	Вихідні дані для розрахунку виходу хліба		Витрати і втрати у перерахунку до тіста	
	Позначення	Величина	Позначення	Величина
Вихід тіста	g_t , %	173,95	-	-
Втрати борошна до приготування тіста за умови безтарного зберігання	g_b , % до маси борошна	0,06	V_b	0,09

Подовження табл. 2.16

1	2	3	4	5
Витрати борошна і тіста у разі приготування в тістовому агрегаті	g_t , % до маси борошна	0,05	V_t	0,06
Втрати сухих речовин на бродіння за умови приготування тіста на ГО	$C_{\text{сух}}$, % до СР тіста	3,3	$Z_{\text{бр}}$	1,45
Витрати борошна під час оброблення тіста	$g_{\text{обр}}$, % до маси борошна	1,0	$Z_{\text{обр}}$	0,58
Витрати на упікання	$g_{\text{уп}}$, % до маси тіста	12,0	$Z_{\text{уп}}$	20,6
Витрати під час укладання гарячого хліба	$g_{\text{укл}}$, % до маси гарячого хліба	0,8	$Z_{\text{укл}}$	1,2
Витрати від усихання хліба	$g_{\text{ус}}$, % до маси гарячого хліба	4,0	$Z_{\text{ус}}$	6,1
Втрати з крихтами і ломом	$g_{\text{кр}}$, % до маси борошна	0,03	$V_{\text{кр}}$	0,04
Втрати за рахунок не точної маси виробів	$g_{\text{шт}}$, % до маси гарячих виробів	0,5	$V_{\text{шт}}$	0,7
Втрати від перероблення браку	$g_{\text{бр}}$, % до маси борошна	0,03	$V_{\text{бр}}$	0,04
Всього втрат і витрат у розмірності виходу тіста	-	-	-	31,4

2.2.5 Розрахунок виробничих рецептур і підбір технологічних параметрів

Приготування тіста для арнауту «Український» відповідно до нормативних рекомендацій передбачено здійснювати опарним способом із використанням густої опари [8].

Виробничу рецептуру розраховую за коефіцієнтом перерахунку, який визначається на основі пофазної рецептури приготування тіста. Для цього показники пофазної рецептури перемножую на відповідний коефіцієнт перерахунку, що дає змогу встановити необхідну кількість сировини для виробничих умов [8].

За умови приготування напівфабрикатів безперервним способом витрати борошна за одну годину роботи однієї печі визначаю за формулою:

$$G_{\text{б}}^{\text{год}} = \frac{P_{\text{год}} \cdot 100}{V_{\text{х}}} \quad (2.30)$$

$$G_{\text{б}}^{\text{год}} = \frac{178,76 \times 100}{134,3} = 132,71 \text{ кг}$$

Далі розраховую коефіцієнт перерахунку пофазної рецептури на виробничу за формулою:

$$K_{\text{хв}} = \frac{G_{\text{б.год}}}{100 \times 60} \quad (2.31)$$

$$K_{\text{хв}} = \frac{132,71}{100 \times 60} = 0,02$$

Хвилині витрати борошна другого сорту, необхідного для приготування тіста, визначаю розрахунковим методом, кг/хв:

$$0,02 \times 10 = 0,2 \text{ кг/хв}$$

Хвилині витрати борошна другого сорту, необхідного для приготування тіста, визначаю розрахунковим методом, кг/хв:

$$0,02 \times 40 = 0,8 \text{ кг/хв}$$

Хвилині витрати борошна другого сорту, необхідного для приготування опари, визначаю розрахунковим методом, кг/хв:

$$0,02 \times 50 = 1 \text{ кг/хв}$$

Кількість дріжджової суспензії, що витрачається за 1 хв, визначаю розрахунковим методом, кг/хв:

$$0,02 \times 4,0 = 0,08 \text{ кг/хв}$$

Кількість сольового розчину, що витрачається за 1 хв, визначаю розрахунковим методом, кг/хв:

$$0,02 \times 6,0 = 0,12 \text{ кг/хв}$$

Кількість води, що витрачається за 1 хв, визначаю розрахунковим методом, кг/хв:

$$0,02 \times 30,13 = 0,6 \text{ кг/хв}$$

Кількість опари за 1 хв, кг:

$$0,02 \times 75,44 = 1,5 \text{ кг/хв}$$

Кількість води в опарі за 1 хв, кг:

$$0,02 \times 21,44 = 0,43 \text{ кг/хв}$$

Таблиця 2.17 – Виробнича рецептура приготування тіста для арнаут «Український»

Сировина і напівфабрикати	Фази технологічного процесу	
	Опара за 1 хвилину	Тісто за 1 хвилину
1	2	3
Борошно пшеничне першого сорту	-	0,8
Борошно пшеничне другого сорту	1,0	0,2
Дріжджова суспензія	0,08	-
Сольовий розчин	-	0,12
Вода	0,43	0,6
Опара	-	1,51
Разом	1,51	3,23

Розрахунок температури води на тісто

Температуру води на замішування напівфабрикату (опари) $t_B^{H/\Phi}$, розраховую за формулою:

$$t_B^{H/\Phi} = t_{H/\Phi} + \frac{G_6^{H/\Phi} * C_6(t_{H/\Phi} - t_6)}{G_B^{H/\Phi} * C_B} \quad (2.32)$$

$$t_{H/\Phi} = 26 + \frac{50 * 1,257 * (26 - 20)}{21,44 * 4,19} = 30 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Температуру води для замішування тіста $t_{B.T}$ $^\circ\text{C}$, обчислюю за формулою:

$$t_B^T = t + \frac{G_6^T * C_6 * (t_T - t_6)}{G_B * C_B} + \frac{G_{H/\Phi} * C_{H/\Phi} * (t_T - t_{H/\Phi})}{G_B^{H/\Phi} * C_B} \quad (2.33)$$

Розраховую теплоємність напівфабрикату, (опари) $C_{H/\Phi}$ за формулою:

$$C_{H/\Phi} = \frac{G_6^{H/\Phi} * C_6 + G_B^{H/\Phi} * C_B}{G_{H/\Phi}} \quad (2.34)$$

$$C_{H/\Phi} = \frac{50 * 1,257 + 21,44 * 4,19}{75,44} = 2,02 \text{ кДж} * \text{К}$$

$$t_B^T = 30 + \frac{50 * 1,257 * (30 - 20)}{59,07 * 4,19} + \frac{75,44 * 2,02 * (30 - 30)}{21,44 * 4,19} = 32,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Визначаю розрахункову величину маси шматків тіста $n_{\text{шм}}^T$, кг, з урахуванням прийнятих затрат на упікання та усихання, її вносять у таблицю технологічних режимів.

$$n_{\text{шм}}^T = \frac{G_{\text{хл}} * 100 * 100}{(100 - G_{\text{уп}}) * (100 - G_{\text{ус}})} \quad (2.35)$$

$$n_{\text{шм}}^T = \frac{0,8 * 100 * 100}{(100 - 15,83) * (100 - 5,65)} = 1,00 \text{ кг}$$

Таблиця 2.18 – Технологічний режим приготування арнаут «Український»

Параметри процесів	Одиниці виміру	Опара	Тісто
1	2	3	4
Початкова температура	$^\circ\text{C}$	26	30
Кінцева кислотність	град	4,5	4,0
Вологість	%	43	46
Тривалість бродіння	хв	210	60
Маса шматків тіста	кг	-	1,00
Тривалість вистоювання	хв	-	50

Продовження табл. 2.18

1	2	3	4
Температура у вистійній шафі	°C	-	40
Відносна вологість у вистійній шафі	%	-	75
Тривалість випікання	хв	-	53
Температура пекарної камери	°C	-	200

Опару та тісто для хліба «Айдарський» готую також безперервним способом, в обладнанні безперервної дії, тому при розрахунку виробничої рецептури визначаю витрати сировини та напівфабрикатів за хвилину.

Розраховую витрати борошна за годину при роботі однієї печі за формулою (2.30):

$$G_6^{\text{год}} = \frac{311,5 \cdot 100}{138,5} = 224,91 \text{ кг/год}$$

Визначаю коефіцієнт перерахунку пофазної рецептури за формулою (2.31):

$$K_{\text{хв}} = \frac{224,91}{100 \cdot 60} = 0,04$$

Виконую перерахунок витрат сировини та напівфабрикатів на 1 хв роботи технологічної лінії.

Кількість борошна другого сорту, що витрачається на приготування тіста за 1 хв, визначаю у кг/хв:

$$0,04 \times 10 = 0,4 \text{ кг/хв}$$

Кількість борошна другого сорту, що витрачається на приготування тіста за 1 хв, визначаю у кг/хв:

$$0,04 \times 40 = 1,6 \text{ кг/хв}$$

Кількість борошна другого сорту в опарі за 1 хв, кг:

$$0,04 \times 50 = 2,0 \text{ кг/хв}$$

Кількість дріжджової суспензії за 1 хв, кг:

$$0,04 \times 4,0 = 0,16 \text{ кг/хв}$$

Кількість сольового розчину за 1 хв, кг:

$$0,04 \times 6,0 = 0,24 \text{ кг/хв}$$

Кількість води за 1хв в тісті, кг:

$$0,04 \times 30,13 = 1,2 \text{ кг/хв}$$

Кількість опари за 1 хв, кг:

$$0,04 \times 75,44 = 3,0 \text{ кг/хв}$$

Кількість води в опарі за 1 хв, кг:

$$0,04 \times 21,44 = 0,86 \text{ кг/хв}$$

Таблиця 2.19 – Виробнича рецептура приготування тіста для хліба «Айдарський»

Сировина і напівфабрикати	Фази технологічного процесу	
	Опара за 1 хвилину	Тісто за 1 хвилину
1	2	3
Борошно пшеничне першого сорту	-	1,6
Борошно пшеничне другого сорту	2,0	0,4
Дріжджова суспензія	1,6	-
Сольовий розчин	-	0,24
Вода	0,86	0,12
Опара	-	3,02
Разом	3,02	6,46

Розрахунок температури води на тісто

Температуру води на замішування напівфабрикату (опари) $t_{\text{в}}^{\text{н/ф}}$, розраховую за формулою (2.32):

$$t_{\text{н/ф}} = 26 + \frac{50 \cdot 1,257 \cdot (26 - 20)}{21,44 \cdot 4,19} = 30 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Розраховую теплоємність напівфабрикату, (опари) $C_{\text{н/ф}}$ за формулою 2.34:

$$C_{\text{н/ф}} = \frac{50 \cdot 1,257 + 21,44 \cdot 4,19}{75,44} = 2,02 \text{ кДж} \cdot \text{К}$$

$$t_{\text{в}}^{\text{т}} = 29 + \frac{50 \cdot 1,257 \cdot (29 - 20)}{57,59 \cdot 4,19} + \frac{75,44 \cdot 2,02 \cdot (30 - 29)}{21,44 \cdot 4,19} = 33,0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Визначаю розрахункову величину маси шматків тіста $n_{\text{шм}}^T$, кг, з урахуванням прийнятих затрат на упікання та усихання, її вносять у таблицю технологічних режимів.

$$n_{\text{шм}}^T = \frac{1,0 \cdot 100 \cdot 100}{(100 - 15,6) \cdot (100 - 5,57)} = 1,26 \text{ кг}$$

Таблиця 2.20 – Технологічний режим приготування хліба «Айдарський»

Параметри процесів	Одиниці виміру	Опара	Тісто
1	2	3	4
Початкова температура	°C	26	29
Кінцева кислотність	град	6,0	4,5
Вологість	%	43	45,5
Тривалість бродіння	хв	180	30
Маса шматків тіста	кг	-	1,26
Тривалість вистоювання	хв	-	40
Температура у вистійній шафі	°C	-	40
Відносна вологість у вистійній шафі	%	-	75
Тривалість випікання	хв	-	47
Температура пекарної камери	°C	-	200

Опару та тісто для хліба «Гірчичний» готую за аналогічним принципом.

Розраховую витрати борошна за годину при роботі однієї печі за формулою (2.30):

$$G_6^{\text{год}} = \frac{298,4 \cdot 100}{136,6} = 218,45 \text{ кг/год}$$

Визначаю коефіцієнт перерахунку пофазної рецептури за формулою (2.31):

$$K_{\text{хв}} = \frac{218,45}{100 \cdot 60} = 0,036$$

Виконую перерахунок витрат сировини та напівфабрикатів на 1 хв роботи технологічної лінії.

Кількість борошна першого сорту, що витрачається на приготування опари за 1 хв, визначаю у кг/хв:

$$0,036 \times 50 = 1,8 \text{ кг/хв}$$

Кількість борошна першого сорту, що витрачається на приготування тіста за 1 хв, визначаю у кг/хв:

$$0,036 \times 50 = 1,8 \text{ кг/хв}$$

Кількість дріжджової суспензії за 1 хв, кг:

$$0,036 \times 4,0 = 0,14 \text{ кг/хв}$$

Кількість сольового розчину за 1 хв, кг:

$$0,036 \times 6,0 = 0,22 \text{ кг/хв}$$

Кількість води за 1 хв в тісті, кг:

$$0,036 \times 27,78 = 1,0 \text{ кг/хв}$$

Кількість опари за 1 хв, кг:

$$0,036 \times 81,82 = 2,95 \text{ кг/хв}$$

Кількість води в опарі за 1 хв, кг:

$$0,036 \times 27,82 = 1,01 \text{ кг/хв}$$

Таблиця 2.21 – Виробнича рецептура приготування тіста для хліба «Гірчичний»

Сировина і напівфабрикати	Фази технологічного процесу	
	Опара за 1 хвилину	Тісто за 1 хвилину
1	2	3
Борошно пшеничне першого сорту	1,8	1,8
Дріжджова суспензія	0,14	-
Сольовий розчин	-	0,22
Вода	1,01	1,0
Опара	-	2,95
Разом	2,95	5,97

Розрахунок температури води на тісто

Температуру води на замішування напівфабрикату (опари) $t_{\text{в}}^{\text{н/ф}}$, розраховую за формулою (2.32):

$$t_{\text{н/ф}} = 26 + \frac{50 \cdot 1,257 \cdot (26 - 20)}{27,82 \cdot 4,19} = 29,2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Розраховую теплоємність напівфабрикату, (опари) $C_{\text{н/ф}}$ за формулою 2.34:

$$C_{н/ф} = \frac{50 \cdot 1,257 + 27,82 \cdot 4,19}{81,82} = 2,19 \text{ кДж} \cdot \text{К}$$

$$t_B^T = 29 + \frac{50 \cdot 1,257 \cdot (29 - 20)}{55,6 \cdot 4,19} + \frac{75,44 \cdot 2,19 \cdot (29 - 26)}{27,82 \cdot 4,19} = 35,6^\circ\text{C}$$

Визначаю розрахункову величину маси шматків тіста $n_{шм}^T$, кг.

$$n_{шм}^T = \frac{0,7 \cdot 100 \cdot 100}{(100 - 20,6) \cdot (100 - 6,1)} = 0,94 \text{ кг}$$

Таблиця 2.22 – Технологічний режим приготування хліба «Гірчичний»

Параметри процесів	Одиниці виміру	Опара	Тісто
1	2	3	4
Початкова температура	°C	26	29
Кінцева кислотність	град	6,0	4,5
Вологість	%	43	43
Тривалість бродіння	хв	210	60
Маса шматків тіста	кг	-	0,94
Тривалість вистоювання	хв	-	35
Температура у вистійній шафі	°C	-	40
Відносна вологість у вистійній шафі	%	-	75
Тривалість випікання	хв	-	33
Температура пекарної камери	°C	-	200

2.3 Розрахунок витрат і запасів сировини

Розрахунок витрат сировини для арнаут «Український» [8].

Розраховую годинні витрати борошна, $G_6^{\text{год}}$, кг/год за формулою:

$$G_6^{\text{год}} = \frac{P_{\text{год}} \times 100}{V_x} \quad (2.36)$$

$$G_6^{\text{год}} = \frac{178,76 \times 100}{134,7} = 132,71 \text{ кг}$$

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

$$G_6^{\text{доб}} = G_6^{\text{год}} \times 23 \quad (2.37)$$

$$G_6^{\text{доб}} = 132,71 \times 23 = 3052,33 \text{ кг/доб}$$

Розраховую добову витрату дріжджів за формулою:

$$G_{др}^{доб} = \frac{G_6^{доб} \times C}{100} \quad (2.38)$$

де C – маса дріжджів.

$$G_{др}^{доб} = \frac{3052,33 \times 1,0}{100} = 30,52 \text{ кг/доб}$$

Розраховую добову витрату солі, кг:

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

$$G_c^T = \frac{C_s \cdot 100}{(100 - W_c) \cdot \frac{100 - 0,85}{100} - 0,6 \cdot H} \quad (2.39)$$

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

$$G_c^{доб} = \frac{G_6^{доб} \cdot G_c^T}{100} \quad (2.40)$$

$$G_c^{доб} = \frac{3052,33 \cdot 1,52}{100} = 46,39 \text{ кг/доб}$$

Розрахунок витрат сировини для хліба «Айдарський»

Годинні витрати борошна $G_6^{год}$, кг/год, розраховую за формулою (2.36):

$$G_6^{год} = \frac{311,5 \cdot 100}{138,5} = 224,91 \text{ кг/год}$$

Добову витрату борошна $G_6^{доб}$, кг/доб розраховую за формулою (2.37):

$$G_6^{доб} = 224,91 \cdot 23 = 5172,93 \text{ кг/доб}$$

Добову витрату дріжджів розраховую за формулою (2.38):

$$G_{др}^{доб} = \frac{5172,93 \cdot 1,0}{100} = 51,73 \text{ кг/доб}$$

Добову потребу солі розраховую за формулою (2.40), для цього розраховую витрату товарної солі G_c^T , за формулою (2.39):

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

$$G_c^{доб} = \frac{5172,93 \cdot 1,52}{100} = 78,63 \text{ кг/доб}$$

Розрахунок витрат сировини для хліба «Гірчичний»

Годинні витрати борошна $G_6^{\text{год}}$, кг/год, розраховую за формулою (2.36):

$$G_6^{\text{год}} = \frac{298,4 \cdot 100}{136,6} = 218,45 \text{ кг/год}$$

Добову витрату борошна $G_6^{\text{доб}}$, кг/доб розраховую за формулою (2.37):

$$G_6^{\text{доб}} = 218,45 \cdot 23 = 5024,35 \text{ кг/доб}$$

Добову витрату дріжджів розраховую за формулою (2.38):

$$G_{\text{др}}^{\text{доб}} = \frac{5024,35 \cdot 1,0}{100} = 50,24 \text{ кг/доб}$$

Добову потребу солі розраховую за формулою (2.40), для цього розраховую витрату товарної солі G_c^{T} , за формулою (2.39):

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

$$G_c^{\text{доб}} = \frac{5024,35 \cdot 1,52}{100} = 76,37 \text{ кг/доб}$$

Добову витрату цукру розраховую за формулою (2.38):

$$G_{\text{ц}}^{\text{доб}} = \frac{5024,35 \cdot 6,0}{100} = 301,46 \text{ кг/доб}$$

Добову витрату олії розраховую за формулою (2.38):

$$G_o^{\text{доб}} = \frac{5024,35 \cdot 8,0}{100} = 401,95 \text{ кг/доб}$$

Таблиця 2.23 – Добові витрати сировини

Сировина	Арнаут «Український»	Хліб «Айдарський»	Хліб «Гірчичний»	Разом
1	2	3	4	5
Борошно пшеничне 1 сорту	1220,93	2069,17	5024,35	8314,45
Борошно пшеничне 2 сорту	1831,4	3103,76	-	4935,16
Дріжджі хлібопекарські	30,52	51,73	50,24	132,49
Сіль	46,39	78,63	76,37	201,39
Цукор	-	-	301,46	301,46
Олія гірчична	-	-	401,95	401,95

2.4 Розрахунок площ основних та допоміжних приміщень

Розрахунок площ для зберігання сировини [7, 8].

Таблиця 2.24 – Запас сировини для виробництва

Сировина	Добові витрати сировини	Спосіб зберігання	Нормативний термін зберігання, діб	Запас, діб	Необхідний запас сировини, т
1	2	3	4	5	6
Борошно пшеничне сорту 1	8314,45	У мішках	6-8 місяців	7	58201,15
Борошно пшеничне сорту 2	4935,16	У мішках	6-8 місяців	7	34546,12
Дріжджі хлібопекарські	132,49	В ящиках	12 діб	3	397,47
Сіль	201,39	У мішках	1 рік	15	3020,85
Цукор	301,46	У мішках	1 рік	15	4521,9
Олія гірчична	401,95	У бочках	1 рік	15	6029,25

Проводжу розрахунок необхідних для зберігання сировини площ

Розраховую площу для зберігання борошна:

$$F = \frac{G_b * f}{g * k} \times \mu \quad (2.41)$$

$$F_{6.1.c} = \frac{58201,15 * (1,25 * 1,0)}{50 * 24} \times 1,25 = 60,6 \text{ м}^2$$

$$F_{6.2.c} = \frac{34546,12 * (1,25 * 1,0)}{50 * 24} \times 1,25 = 36,0 \text{ м}^2$$

$$F = F_{6.1.c} + F_{6.2.c}$$

$$F = 60,6 + 36,0 = 96,6 \text{ м}^2$$

Розраховую необхідну площу складу та холодильної камери для зберігання сировини за формулою:

$$F_c = \frac{G_{\text{зап}}}{q_{\text{сер}}} \quad (2.42)$$

Таблиця 2.25 – Розрахунок площі складу тарного зберігання сировини

Вид сировини	Необхідний запас сировини, т	Середнє навантаження на 1 м ²	Площа для збереження, м ²
1	2	3	4
Борошно пшеничне першого сорту	58201,15	1,0	F = 60,6 м ²
Борошно пшеничне другого сорту	34546,12	1,0	F = 36,0 м ²
Дріжджі пресовані	397,47	0,54	F = 0,38/0,54 = 0,7
Сіль	3020,85	0,8	F = 3,02/0,8 = 3,8
Цукор	4521,9	0,8	F = 4,52/0,8 = 5,65
Олія гірчична	6029,25	0,66	F = 6,02/0,8 = 7,5
Разом	-	-	40,92

2.5 Підбір та розрахунок технологічного обладнання

Розрахунок обладнання силосо – просіювального відділення:

Згідно із завданням на кваліфікаційну роботу, для виготовлення запроєктованого асортименту, а саме арнауту «Український», хліба «Айдарський» та хліба «Гірчичний», необхідно передбачити використання пшеничного борошна першого і другого сорту. З урахуванням асортименту продукції та потреби у різних сортах борошна виконую розрахунок кількості борошняних ліній за формулою:

$$N_{\text{б.л}} = \frac{G_{\text{б}}^{\text{год}}}{Q_{\text{б.л}}^{\text{год}}} \quad (2.43)$$

Для розрахунку приймаю просіювач ВП – 0,15/220 – 150, продуктивність згідно технологічних характеристик становить 150 кг/год.

Для борошна пшеничного першого сорту

$$N_{б.л} = \frac{361,51}{150*90\%} = 2,67 = 3 \text{ шт.}$$

Для борошна пшеничного другого сорту

$$N_{б.л} = \frac{214,59}{150*90\%} = 0,9 = 2 \text{ шт.}$$

Приймаємо п'ять просіювальні лінії для борошна першого та другого сортів

Розрахунок обладнання для оброблення напівфабрикатів.

Тістоподільники

Розраховую кількість заготовок за хвилину N_d , за формулою:

$$N_d = \frac{P_{год}}{g*60} \quad (2.43)$$

Для арнаут «Український»:

$$N_d = \frac{178,76}{0,8*60} = 3 \text{ шт/хв}$$

Для хліб «Айдарський»:

$$N_d = \frac{311,5}{1,0*60} = 5 \text{ шт/хв}$$

Для хліб «Гірчичний»:

$$N_d = \frac{298,4}{0,7*60} = 7 \text{ шт/хв}$$

Кількість тістоподільників, шт для даних виробів визначаю за формулою:

$$N = \frac{N_d*x}{n_d} \quad (2.45)$$

Для арнаут «Український»:

$$N = \frac{3*1,05}{40} = 0,1 = 1 \text{ шт}$$

Для хліб «Айдарський»:

$$N = \frac{5*1,05}{40} = 0,1 = 1 \text{ шт}$$

Для хліб «Гірчичний»:

$$N = \frac{7*1,05}{40} = 0,1 = 1 \text{ шт}$$

Тістозакатну машину, розкочувальну машину не розраховують, а приймають згідно практичних та літературних рекомендацій.

Попереднє вистоювання для виробів не проводиться.

Остаточне вистоювання

Для вистоювання тістових заготовок використовую вистійну шафу ротаційного типу MIWE GVA. В кожену шафу можна розмістити одну вагонетку з тістовими заготовками. Габаритні розміри печі: 2840×1500×2700.

Розраховую кількість шаф, яка забезпечить безперервну роботу печі, за формулою:

$$N_{\text{ш}} = \frac{N_{\text{вис}}}{N_{\text{вип}}} \quad (2.47)$$

Арнаут «Український»:

$$N_{\text{ш}} = \frac{50}{53} = 0,9 = \text{приймаємо } 1$$

Хліб «Айдарський»:

$$N_{\text{ш}} = \frac{40}{47} = 0,8 = \text{приймаємо } 1$$

Хліб «Гірчичний»:

$$N_{\text{ш}} = \frac{35}{33} = 0,8 = \text{приймаємо } 1$$

Отже, враховуючи розрахункові дані, та кількість печей згідно завдання встановлюємо шаф для остаточного вистоювання.

Розрахунок ємності хлібосховища та експедиції

Розраховую кількість лотків за годину для зберігання виробів, за формулою:

$$N_{\text{л}}^{\text{год}} = \frac{P_{\text{год}}}{n \cdot g_{\text{в}}} \quad (2.48)$$

Арнаут «Український»:

$$N_{\text{л}}^{\text{год}} = \frac{178,76}{16 \cdot 0,8} = 14 \text{ шт.}$$

Хліб «Айдарський»:

$$N_{\text{л}}^{\text{год}} = \frac{311,5}{16 \cdot 1,0} = 19 \text{ шт.}$$

Хліб «Гірчичний»:

$$N_{\text{л}}^{\text{год}} = \frac{298,4}{16 \cdot 0,7} = 18 \text{ шт.}$$

Кількість контейнерів за годину для зберігання виробів визначаю за формулою:

$$N_{\text{год}} = \frac{N_{\text{л}}^{\text{год}}}{N_{\text{л}}^{\text{в}}} \quad (2.49)$$

$N_{л}^B$ – кількість лотків на контейнері ($N_{л}^B = 8$ шт.)

Для арнауту «Український» кількість контейнерів, необхідних для зберігання готових виробів протягом однієї години, становитиме:

$$N_{год} = \frac{14}{8} = 2 \text{ шт.}$$

Для хліб «Айдарський» кількість контейнерів, необхідних для зберігання готових виробів протягом однієї години, становитиме:

$$N_{год} = \frac{19}{8} = 3 \text{ шт.}$$

Для хліба «Гірчичний» кількість контейнерів, необхідних для зберігання готових виробів протягом однієї години, становитиме:

$$N_{год} = \frac{18}{8} = 2 \text{ шт.}$$

Розраховую ритм заповнення контейнерів, хв за формулою:

$$R = \frac{60}{N_{год}} \quad (2.50)$$

Арнаут «Український»:

$$R = \frac{60}{2} = 30 \text{ хв}$$

Хліб «Айдарський»:

$$R = \frac{60}{3} = 20 \text{ хв}$$

Хліб «Гірчичний»:

$$R = \frac{60}{2} = 30 \text{ хв}$$

Необхідна кількість контейнерів на термін зберігання:

$$N_{B}^{зб} = \frac{P_{год} * t_{зб}}{n * g_{B} * N_{л}^B} \quad (2.51)$$

Арнаут «Український»:

$$N_{B}^{зб} = \frac{178,76 * 8}{16 * 0,8 * 8} = 14 \text{ шт.}$$

Хліб «Айдарський»:

$$N_{B}^{зб} = \frac{311,5 * 8}{16 * 1,0 * 8} = 20 \text{ шт.}$$

Хліб «Гірчичний»:

$$N_{B}^{зб} = \frac{298,4 * 8}{16 * 0,7 * 8} = 26 \text{ шт.}$$

Загальна кількість контейнерів для зберігання арнаут «Український» розраховується за формулою:

$$N_{\text{заг}} = N_{\text{в}}^{\text{зб}} \times 2 + 20\% \quad (2.52)$$

$$N_{\text{заг}} = 14 \times 2 + 20\% = 34 \text{ шт.}$$

Кількість контейнерів для зберігання хліб «Айдарський»:

$$N_{\text{заг}} = 20 * 2 + 20\% = 48 \text{ шт.}$$

Кількість контейнерів для зберігання хліб «Гірчичний»:

$$N_{\text{заг}} = 26 * 2 + 20\% = 62 \text{ шт.}$$

Загальна кількість контейнерів для двох виробів становитиме:

$$N_{\text{заг}} = 34 + 48 + 62 = 144 \text{ шт.}$$

Визначаю площу хлібосховища для виробів за формулою:

$$S_{\text{хл}} = \frac{P_{\text{год}} * t_{\text{зб}} * 30}{1000} \quad (2.53)$$

Арнаут «Український»:

$$S_{\text{хл}} = \frac{178,76 * 8 * 30}{1000} = 43 \text{ м}^2$$

Хліб «Айдарський»:

$$S_{\text{хл}} = \frac{311,5 * 8 * 30}{1000} = 75 \text{ м}^2$$

Хліб «Гірчичний»:

$$S_{\text{хл}} = \frac{298,4 * 8 * 30}{1000} = 38 \text{ м}^2$$

Загальна площа складу:

$$S_{\text{хл}} = 43 + 75 + 38 = 156 \text{ м}^2$$

Розраховую площу експедиції:

$$S_{\text{експ}} = 0,2 * S_{\text{хл}} \quad (2.54)$$

$$S_{\text{експ}} = 0,2 \times 156 = 31,2 \text{ м}^2$$

Таблиця 2.26 – Специфікація основного технологічного обладнання [10, 11]

№з/п	Найменування обладнання	Кількість	Технічна характеристика
1	Приймальник борошна ХМІ-М	3	2480×3300×3150
2	Перемикач КСД2-203	3	3100×2500×2700
3	Бункер А1-ХБУ-26	3	4000×3220×4850
4	Виробничий бункер ХЕ-112	3	1500×1700×2841
5	Дозатор борошна Ш2 - ХДА	3	1540×870×1930
6	Просіювач ВП-0,15/220-150	3	510×510×680
7	Автоматичні ваги РПЩІЗМ	3	-
8	Дозувальна станція рідких компонентів Ш2 – ХДМ	1	1000×600×1500
9	Дріжджемішалка Х – 14	1	-
10	Тістомісильна машина ТММ 1М	6	510×510×680
11	Діжі Т1-ХТ2Д	6	1082×1082×888
12	Тістоподільник А2 – ХТН	3	2700×915×115
13	Тістоокруглювач А2-ХПО/6	3	1250×1230×1430
14	Контейнери	144	900×836×1737
15	Вистійна шафа MIWE GVA	6	2840×1500×2700
16	Ротаційна піч Forні	3	2540×1500×1500

2.6 Технохімічний контроль виробництва продуктів запроєктованого асортименту

Технохімічний контроль виробництва арнауту «Український», хліба «Айдарський» та хліба «Гірчичний» є важливою складовою технологічного процесу і спрямований на забезпечення стабільної якості та безпечності готової продукції. Контроль здійснюють на всіх стадіях виробництва – від приймання сировини до випуску та реалізації готових виробів.

На етапі вхідного контролю перевіряють якість основної та допоміжної сировини, її відповідність вимогам нормативної документації та супровідним документам постачальників. Контролю підлягають органолептичні, фізико-хімічні та санітарно-гігієнічні показники борошна, дріжджів, солі, цукру, гірчичної олії та інших компонентів рецептури.

Систематичне проведення технохімічного контролю забезпечує стабільність технологічного процесу, своєчасне виявлення відхилень від установлених параметрів та випуск арнауту «Український», хліба «Айдарський» і хліба «Гірчичний» високої якості та гарантованої безпечності для споживачів.

Таблиця 2.27 – Метрологічне забезпечення виробництва виробів [9]

Об'єкт контролю	Місце і момент контролю	Показники, що контролюються	Методи контролю	Періодичність контролю
Пшеничне борошно I та II сортів	Склад сировини, при прийманні партії	Вологість, температура, маса, відповідність супровідній документації	Органолептичний, лабораторний, зважування, вимірювання температури	Кожна партія
Дріжджі пресовані	Склад сировини, при надходженні	Температура, маса, зовнішній вигляд, підйомна сила	Органолептичний, лабораторний, термометрія	Кожна партія
Сіль харчова	Склад сировини, під час приймання	Маса, зовнішній вигляд, відсутність сторонніх домішок	Органолептичний, зважування	Кожна партія
Цукор	Склад сировини, під час приймання	Маса, вологість, зовнішній вигляд	Органолептичний, лабораторний, зважування	Кожна партія
Гірчична олія	Склад сировини, при прийманні	Маса, прозорість, колір, запах, температура зберігання	Органолептичний, лабораторний, термометрія	Кожна партія
Дозування сировини	Дозувальне відділення, перед заміш.	Маса компонентів рецептури	Зважування, контроль показів дозаторів	Кожний заміс
Опара	Діжі для бродіння	Температура, кислотність, тривалість бр.	Термометрія, титрування, хронометраж	Кожний заміс
Тісто	Тістомісильне відділення та діжі для бродіння	Температура, кислотність, тривалість бродіння, консистенція	Термометрія, титрування, органолептичний, хронометраж	Кожний заміс
Тістові заготовки	Після тістодільника	Маса, форма заготовок	Зважування, візуальний контроль	Кожна партія
Вистоювання	Вистійна шафа	Температура, відносна вологість, тривалість вист.	Термометрія, психрометрія, хронометраж	Постійно протягом зміни
Випікання	Піч	Температура пекарної камери, тривалість вип.	Термометрія, хронометраж	Постійно протягом зміни
Готова продукція (арнаут «Український», хліб «Айдарський», хліб «Гірчичний»)	Після охолодження та перед реалізацією	Маса виробів, вологість, кислотність, пористість, органолептичні показники	Зважування, лабораторний, органолептичний контроль	Кожна партія продукції

3 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОХОРОНИ ПРАЦІ

3.1 Працездатність людини – оператора

Працездатність людини-оператора є одним із найважливіших чинників забезпечення ефективного функціонування хлібопекарського виробництва. Від фізичного та психоемоційного стану працівника залежить якість виконання технологічних операцій, дотримання встановлених режимів виробництва та безпечна експлуатація технологічного обладнання.

У пекарні оператор виконує контроль і керування процесами приготування тіста, бродіння, вистоювання та випікання виробів, а також здійснює спостереження за роботою технологічного обладнання. Робота оператора характеризується значним нервово-емоційним навантаженням, необхідністю постійної концентрації уваги та швидкого реагування на можливі відхилення технологічних параметрів.

На працездатність працівників хлібопекарського виробництва впливають мікрокліматичні умови робочої зони. Основними несприятливими виробничими факторами є підвищена температура повітря поблизу печей, підвищена вологість, теплове випромінювання від нагрітого обладнання, виробничий шум, фізичні навантаження та монотонність окремих технологічних операцій. Тривалий вплив зазначених факторів може призводити до швидкої втомлюваності працівників, зниження концентрації уваги та підвищення ризику виникнення виробничого травматизму.

Для підтримання високого рівня працездатності оператора в пекарні необхідно забезпечити оптимальні умови праці. Робочі місця повинні бути обладнані ефективними системами вентиляції та кондиціонування повітря, достатнім природним і штучним освітленням, а також засобами механізації трудомістких операцій. Велике значення мають раціональна організація робочого місця, дотримання режимів праці та відпочинку, забезпечення працівників спеціальним одягом і засобами індивідуального захисту.

Підтримання належного рівня працездатності людини-оператора сприяє підвищенню продуктивності праці, стабільності технологічного процесу, покращенню якості хлібобулочних виробів та забезпеченню безпечних умов праці в пекарні [13].

3.2 Вимоги безпеки до робочих місць для виконання робіт

Робочі місця у пекарні повинні відповідати вимогам охорони праці, виробничої санітарії та пожежної безпеки і забезпечувати безпечні умови виконання технологічних операцій під час виробництва хлібобулочних виробів. Організація робочих місць має виключати можливість виникнення виробничого травматизму та професійних захворювань працівників.

Робочі місця операторів, пекарів та інших працівників необхідно розташовувати таким чином, щоб забезпечувався вільний доступ до технологічного обладнання, органів керування та засобів аварійного вимкнення. Ширина проходів між обладнанням повинна бути достатньою для безпечного пересування персоналу, транспортування сировини та готової продукції.

Підлога виробничих приміщень повинна бути рівною, неслизькою, вологостійкою та легко піддаватися санітарній обробці. У місцях можливого потрапляння води або борошна необхідно передбачати своєчасне прибирання та використання протиковзких покриттів, оскільки слизька поверхня є однією з основних причин травмування працівників у пекарнях.

Особливу увагу необхідно приділяти мікроклімату виробничих приміщень. У зоні розміщення пекарських печей температура повітря та рівень теплового випромінювання не повинні перевищувати допустимих значень. Для цього виробничі приміщення обладнують системами припливно-витяжної вентиляції, а за необхідності – місцевими витяжними пристроями для відведення надлишкового тепла та водяної пари.

Робочі місця повинні мати достатнє природне та штучне освітлення. Освітленість має забезпечувати можливість чіткого спостереження за роботою

обладнання, контролю якості напівфабрикатів і готових виробів, а також безпечне виконання всіх технологічних операцій.

Усе технологічне обладнання пекарні, зокрема тістомісильні машини, тістоподільники, транспортери, вистійні шафи та ротаційні печі, повинно бути справним, заземленим і обладнаним захисними огороженнями рухомих частин. Органи керування мають бути легкодоступними та оснащеними чіткими написами або позначеннями. Електрообладнання повинно відповідати вимогам електробезпеки та проходити періодичні технічні огляди.

Під час експлуатації пекарських печей необхідно передбачити заходи захисту від дії високих температур. Працівники повинні використовувати спеціальний одяг, захисне взуття та рукавиці для запобігання опікам під час завантаження та вивантаження хлібобулочних виробів.

Робочі місця мають бути забезпечені первинними засобами пожежогасіння, аптечками для надання домедичної допомоги та необхідними інструкціями з охорони праці. Усі працівники повинні проходити інструктажі з питань безпеки праці, навчання безпечним методам роботи та знати порядок дій у разі виникнення аварійних ситуацій.

Дотримання вимог безпеки до робочих місць у пекарні сприяє збереженню здоров'я працівників, підвищенню продуктивності праці, забезпеченню безперервності технологічного процесу та випуску якісної і безпечної хлібобулочної продукції [13].

ВИСНОВОК

У кваліфікаційній роботі на тему «Проект цеху із встановленням технологічної лінії з виробництва хліба із пшеничного борошна» розроблено проект сучасного хлібопекарського цеху, призначеного для виготовлення арнауту «Український», хліба «Айдарський» та хліба «Гірчичний». Обраний асортимент продукції є актуальним, оскільки зазначені види хліба користуються стабільним попитом серед населення та характеризуються високими органолептичними властивостями.

У процесі виконання роботи проведено техніко-економічне обґрунтування доцільності розміщення цеху в Івано-Франківській області. Встановлено, що регіон має сприятливі умови для розвитку хлібопекарського виробництва завдяки наявності достатньої сировинної бази, розвиненої транспортної інфраструктури, доступності трудових ресурсів та стабільного споживчого попиту на хлібобулочні вироби.

Обґрунтовано вибір асортименту продукції та визначено, що виробництво арнауту «Український», хліба «Айдарський» і хліба «Гірчичний» забезпечує раціональне використання виробничих потужностей та розширення номенклатури хлібобулочних виробів із пшеничного борошна. Для виробництва продукції передбачено використання пшеничного борошна I та II сортів, хлібопекарських дріжджів, кухонної солі, цукру та гірчичної олії, які відповідають вимогам чинної нормативної документації.

Для виготовлення запроєктованого асортименту обрано спосіб приготування тіста на густих опарах. Застосування цього способу сприяє інтенсифікації біохімічних процесів, покращенню структурно-механічних властивостей тіста, формуванню характерного смаку та аромату виробів, а також забезпечує високу якість готової продукції.

У роботі виконано технологічні розрахунки, здійснено підбір і обґрунтування основного технологічного обладнання для приймання та підготовки сировини, приготування тіста, поділу та формування заготовок,

вистоювання, випікання й охолодження готових виробів. Запропоноване комплектування обладнання забезпечує безперервність виробничого процесу, раціональне використання виробничих площ та дотримання санітарно-гігієнічних вимог.

Також розроблено систему технохімічного та мікробіологічного контролю виробництва, яка дає можливість здійснювати контроль якості сировини, напівфабрикатів і готової продукції на всіх стадіях технологічного процесу. Передбачені заходи з охорони праці та безпеки життєдіяльності спрямовані на створення безпечних умов праці та забезпечення надійної експлуатації технологічного обладнання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ 46.004-99 Борошно пшеничне. Технічні умови. Чинний від 20-07-1999. К.: Галузевий стандарт України, 1999. 13 с.
2. ДСТУ 4812:2007 Дріжджі хлібопекарські пресовані. Технічні умови. Чинний від 30-07-2007. Київ. Держспоживстандарт України, 2007. 13 с.
3. ДСТУ 3583:2015. Сіль кухонна. Загальні технічні умови. Київ. Держспоживстандарт України, 2015. 18 с.
4. ДСТУ 4623:2023. Цукор. Технічні умови. Чинний від 2023-11-01. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2023. 13 с.
5. ДСТУ 4598:2006. Олія гірчична. Технічні умови. Чинний від 2007-01-01. Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 16 с.
6. Дробот В. І. Технологія хлібопекарського виробництва: Підруч. для студентів вищих навчальних закладів. / В. І. Дробот. 2-ге вид., доповнене та перероблене. Київ: ПрофКнига, 2024. 516 с.
7. Дробот В. І. Технологічні розрахунки у хлібопекарському виробництві: Навчально-методичний посібник. / В. І. Дробот Київ. Кондор, 2010. 440 с.
8. Дробот В. І. Довідник інженера-технолога хлібопекарного виробництва./ В. І. Дробот Київ: Урожай, 2019. 580 с
9. Дробот В. І. Технохімічний контроль сировини та хлібобулочних і макаронних виробів. / В. І. Дробот. Київ. Кондор, 2015. 958 с.
10. Технологічне обладнання хлібопекарських і макаронних виробництв./ Лісовенко О. Київ. Наукова думка, 2010. 287с.
11. Технологічне устаткування хлібопекарського, макаронного і кондитерського виробництв / В.Ф.Петько, О.І.Гапонюк, Є.В.Петько, А.В.Ульяницький; За ред. О.І.Гапонюка. Київ: ЦУЛ, 2017. 432 с.
12. Технологія борошняних кондитерських і хлібобулочних виробів / За заг. ред. Г.М.Лісюк. Суми: Університетська книга, 2009. 464 с.

13. Грибан В. Г., Фоменко А. Є., Казначеев Д. Г. Г 82 Безпека життєдіяльності та охорона праці : підруч. / В. Г. Грибан, А. Є. Фоменко, Д. Г. Казначеев. Дніпро : Дніпроп. держ. ун-т внутр. справ, 2022. 388 с.

14. Психологічні чинники небезпеки URL:
<https://studfile.net/preview/11152747/page:4/> (дата звернення 03.06.2026).

15. Вимоги безпеки до робочих місць для виконання робіт URL:
<https://studfile.net/preview/7332933/page:16/> (дата звернення 03.06.2026).