

Міністерство освіти і науки України
Луцький національний технічний університет
Факультет митної справи матеріалів та технологій
Кафедра харчових технологій та хімії

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «БАКАЛАВР»

**ПРОЄКТ ЦЕХУ З ВИРОБНИЦТВА
ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ БЕЗОПАРНИМ
СПОСОБОМ ПРИГОТУВАННЯ**

спеціальність – 181 Харчові технології

освітня програма «Харчові технології»

Виконала: здобувачка вищої освіти
групи ХТ-41
Кротач Надія Володимирівна

(підпис)

Керівник:
к.т.н., доцент
Тараймович Ірина Володимирівна

(підпис)

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту
«__» _____ 2025 р.
к.т.н., доцент
Гарант освітньої програми:
Сай Володимир Анатолійович

(підпис)

Луцьк – 2025 року

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет митної справи, матеріалів та технологій

Кафедра харчових технологій та хімії

Ступінь вищої освіти: бакалавр

Галузь знань: 18 Виробництво та технології

Спеціальність: 181 Харчові технології

Освітня програма: Харчові технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ХТХ,

д.т.н., професор

_____ І.М. Дударев

«11» _____ лютого _____ 2025 р.

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧЦІ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Кротач Надії Володимирівні

1. Тема кваліфікаційної роботи: Проєкт цеху з виробництва хлібобулочних виробів безопарним способом приготування.

Керівник роботи: к.т.н., доцент Тараймович Ірина Володимирівна

затверджені наказом вищого навчального закладу від 20 грудня 2024 р. № 876/01-07.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти кваліфікаційної роботи: 10 червня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи: розробити проєкт цеху з виробництва хлібобулочних виробів безопарним способом приготування для задоволення потреб споживачів для території із чисельністю населення 180 тис. осіб, якщо: середньорічна норма споживання продукції – 28,8 кг/особу; поправочний коефіцієнт для норми споживання продукції – 0,75; на вказаній території значна кількість виробництв даної продукції, тобто $P_{д.в.} = 100$ тис т/рік.; на цю територію протягом року завозиться дана продукція з інших територій у кількості 82,8 тис. т/рік; прогнозована кількість продукції, що буде вивезена на інші території протягом року, – 122 тис т/рік; кількість робочих днів у календарному році – 250 днів; коефіцієнт використання потужності виробництва – 0,8.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що потрібно розробити): проаналізувати стан виробництва хлібобулочних виробів в Україні та світі, дослідити асортимент даної продукції; подати характеристику сировини та вимоги до показників якості готової продукції; розрахувати потребу населення в продукції цеху; розробити технологічну схему виробництва та провести технологічні розрахунки; скласти машино-апаратну схему виробництва та підібрати технологічне обладнання в лінію; розрахувати площі виробничого та побутового призначення цеху, складських приміщень; розробити компоновальний план цеху з розташуванням обладнання в апаратному відділенні; скласти схеми технохімічного та мікробіологічного контролю виробництва; розглянути питання екологізації виробництва та організації охорони праці на ньому.

5. Перелік графічного матеріалу (2 аркуші формату А1): машинно-апаратна схема виробництва хлібобулочних виробів безопарним способом приготування; план розташування технологічного обладнання лінії виробництва хлібобулочних виробів безопарним способом приготування.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтроль	Гулько Ю.Л., доцент кафедри ХТХ		

7. Дата видачі завдання: 11 лютого 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Ознайомлення з матеріалами за темою кваліфікаційної роботи із різних джерел інформації. Аналіз стану виробництва продукції в Україні та світі, дослідження асортименту продукції.	11.02.25-25.02.25	
2	Формування вимог до сировини та готової продукції. Розрахунок потреб населення в продукції цеху.	26.02.25-15.03.25	
3	Розроблення технологічної схеми виробництва.	16.03.25-26.03.25	
4	Технологічні розрахунки.	27.03.25-15.04.25	
5	Складання машино-апаратурної схеми виробництва та підбір технологічне обладнання в лінію.	16.04.25-01.05.25	
6	Розрахунок площ цеху різного призначення та розроблення плану цеху з розташуванням обладнання.	02.05.25-16.05.25	
7	Складання схем технохімічного та мікробіологічного контролю виробництва.	17.05.25-24.05.25	
8	Розгляд питань екологізації виробництва та організації охорони праці на ньому.	25.05.25-29.05.25	
9	Оформлення пояснювальної записки та креслень.	30.05.25-10.06.25	
10	Нормоконтроль кваліфікаційної роботи.	10.06.25-15.06.25	
11	Перевірка кваліфікаційної роботи на наявність ознак плагіату, рецензування.	10.06.25-15.06.25	

Здобувачка вищої освіти _____ (Кротач Н.В.)

Керівник кваліфікаційної роботи _____ (Тараймович І.В.)

АНОТАЦІЯ

Кротач Н.В. Проект цеху з виробництва хлібобулочних виробів безопарним способом приготування. Рукопис.

Кваліфікаційна робота бакалавра ОП «Харчові технології» спеціальності 181 Харчові технології. Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2025.

Кваліфікаційна робота бакалавра складається зі вступу, п'яти змістовних розділів, підсумкових висновків та переліку використаних літературних джерел.

У межах даної роботи було розроблено технологічний проект цеху з виробництва хлібобулочних виробів безопарним способом приготування. У роботі здійснено огляд сучасних технологічних досягнень у галузі кондитерського виробництва, проведено аналіз використовуваної сировини з урахуванням її якісних характеристик. Висвітлено органолептичні та фізико-хімічні вимоги до хлібобулочних виробів безопарним способом приготування, а також обґрунтовано розрахунок добової продуктивності проєктованого виробництва.

Докладно описано технологічний процес виготовлення хлібобулочних виробів безопарним способом приготування, побудовано відповідну технологічну схему. Визначено якісні показники продукції, здійснено технологічні розрахунки, зокрема витрати сировини на приготування тіста, а також обчислено вихід готових виробів з урахуванням усіх витрат.

Розроблено машинно-апаратурну схему виробництва та підібрано відповідне технологічне обладнання. Проведено розрахунки площ виробничих, побутових і складських приміщень, складено план компонування цеху з урахуванням раціонального розміщення обладнання.

Окрема увага приділена технохімічному контролю якості виробництва із застосуванням принципів системи НАССР.

У завершальному розділі проаналізовано екологічні аспекти функціонування підприємства та організацію охорони праці, ідентифіковано основні виробничі ризики та запропоновано заходи щодо їх мінімізації.

Ключові слова: хлібобулочні вироби, безопарний спосіб приготування, батон нарізний, плетінка, булочка Дитяча, вихід напівфабрикату, технологія виробництва.

					ХТ.ЛВХ.00.00.0000 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Пояснювальна записка Проект цеху з виробництва хлібобулочних виробів безопарним способом приготування	Літера	Аркуш	Аркушів
Розроб.	Кротач Н.В.					Л	3	64
Перевір.	Тараймович І.В.							
Н. контр.	Гвнько Ю.Л.							
Затверд.	Дударев І.М.							
						ЛНТУ,	ФММТ	
						каф. ХТХ,	гр. ХТ-41	

ANNOTATION

Krotach N.V. Project of the plant for the production of bakery products using the straight dough method Manuscript.

Bachelor's qualification work of OP "Food Technologies" specialty 181 "Food Technologies". Lutsk National Technical University. Lutsk, 2025.

The bachelor's qualification paper consists of an introduction, five substantial chapters, final conclusions, and a list of references.

This work presents a technological project of a bakery department for the production of bread and bakery products using a straight dough (yeast-free) method. The study includes an overview of current technological advancements in the bakery industry and an analysis of the raw materials used, taking into account their qualitative characteristics. It outlines the organoleptic and physicochemical requirements for bakery products prepared by the straight dough method and provides a justification for the calculated daily output of the projected facility.

The technological process for producing bakery goods using the straight dough method is described in detail, along with the corresponding process flow diagram. Product quality indicators are defined, and technological calculations are provided, including raw material requirements for dough preparation and the expected yield of finished products, taking into account all associated losses.

A machine-equipment flow diagram was developed, and the appropriate technological equipment was selected. Calculations were made for the areas of production, utility, and storage premises. A layout plan of the facility was created, ensuring efficient arrangement of equipment.

Special attention is given to the techno-chemical quality control system, incorporating the principles of the HACCP system.

The final chapter examines the environmental aspects of enterprise operation and labor safety management, identifies key occupational hazards, and proposes measures for ensuring a safe working environment.

Keywords: bakery products, straight dough method, sliced loaf, plaited bread, children's bun, semi-finished product yield, production technology.

					ХТ.ЛІВХ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 СУЧАСНІ ДОСЯГНЕННЯ РОЗВИТКУ ГАЛУЗІ.....	8
1.1 Характеристика сировини для виробництва продукції	8
1.2 Асортимент і характеристика хлібобулочних виробів безопарного способу приготування.....	10
1.3 Показники якості хлібобулочних виробів безопарного способу приготування.....	12
1.4 Розрахунок потреби населення в продукції цеху, що проектується.....	15
1.5 Висновки до розділу 1	16
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	17
2.1 Опис технології виробництва хлібобулочних виробів безопарного способу приготування	17
2.2 Технологічні розрахунки	20
2.3 Машинно-апаратна схема виробництва	34
2.4 Підбирання технологічного обладнання	36
2.5 Висновки до розділу 2	40
3 БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА	41
3.1 Розрахунок площ приміщень виробничого призначення, підсобних і складських приміщень цеху.....	41
3.2 Розроблення компонуального плану	43
3.3 Розроблення плану апаратного відділення цеху та розташування обладнання	44
3.4 Висновки до розділу 3.....	46
4 ТЕХНОХІМІЧНИЙ ТА МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА	47
4.1 Технохімічний та технологічний контроль виробництва хлібобулочних виробів безопарного способу приготування.....	47
4.2 Висновки до розділу 4	50
5 ЕКОЛОГІЯ ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	51
5.1 Екологізація виробництва продукції.....	51
5.2 Організація охорони праці на виробництві хлібобулочних виробів безопарним способом приготування.....	54
5.3 Висновки до розділу 5.....	55
Загальні висновки.....	57
Список використаних джерел.....	59
ДОДАТКИ.....	61

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ХТ.ЛВХ.00.00.0000 ПЗ

ВСТУП

Хлібопекарська галузь – одна з найстабільніших і водночас інноваційно активних сфер харчової промисловості. Вона зберігає соціальне значення, адже хліб і хлібобулочні вироби залишаються базовими елементами щоденного раціону населення. Сьогодні виробництво характеризується глибокою механізацією та автоматизацією процесів, швидким нарощуванням асортименту, застосуванням спрямованих біотехнологій, а також переходом до сучасних систем оцінювання якості й безпеки продукції.

Водночас український ринок останніми роками переживає структурні трансформації під тиском воєнних, економічних та демографічних чинників. Після різкого скорочення обсягів виробництва у 2022 р. (-15,4 % порівняно з довоєнним рівнем) у 2023 р. відбулося часткове відновлення (+2,7 %), яке головню зумовлене перезапуском тимчасово зупинених підприємств [1 – 3]. Одночасно спостерігається стійке зниження споживання: згідно з аналітичними оцінками, нині українці споживають у межах 35–55 кг хліба на особу на рік (≈ 100 – 150 г на добу) [4]. Зростає попит на продукцію з вищою харчовою цінністю, мінімальною кількістю добавок, а також на вироби зі зниженим вмістом солі, цукру та жиру.

Ключові виклики для хлібопекарів пов'язані з коливанням якості зерна, обмеженою доступністю добрив і засобів захисту рослин, змінами логістичних маршрутів та енерго-ресурсними ризиками [4, 5].

У такій ситуації особливої актуальності набувають технології, здатні стабілізувати параметри тіста й виробів за мінімальних витрат часу та енергії. До них належить безопарний (прямий) спосіб виробництва, що дає змогу:

- скоротити тривалість циклу від замішування тіста до випікання;
- зменшити енергоспоживання за рахунок відсутності проміжної ферментації;
- гнучко адаптуватися до різних властивостей борошна, використовуючи ферментні комплекси та поліпшувачі;

					ХТ.ЛВХ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

- спростити інтеграцію процесу в малі та середні пекарні, які нині формують мережу локального забезпечення населення хлібом.

Разом зі зростанням кількості малопотужних приватних та «кухонних» пекарень це зміщує акценти з масового виробництва на виробництво коротких партій свіжого хліба з підвищеною доданою вартістю. Відтак зростає потреба у нових підходах до організації технологічних схем, систем контролю якості, логістики сировини та готової продукції.

Метою кваліфікаційної роботи є розроблення та обґрунтування технології хлібобулочних виробів з пшеничного борошна, виготовлених безопарним способом, з урахуванням сучасних вимог до якості, безпеки та енергоефективності.

Для досягнення мети передбачено розв'язати такі завдання:

- провести аналітичний огляд стану й тенденцій розвитку хлібопекарської галузі в Україні та світі, з акцентом на безопарні методи виробництва;

- дослідити вплив основної сировини та функціональних добавок на показники якості готових виробів;

- розробити оптимальну рецептуру та обґрунтувати технологічні параметри безопарного способу (часи механічного та біохімічного оброблення, температурно-вологісні режими, тістоприготувальне обладнання).

- оцінити якість і безпеку продукції за показниками ДСТУ згідно системи НАССР для запропонованого процесу;

- проаналізувати технологічні рішення з охорони праці та екологізації виробництва, зокрема щодо зменшення енергоспоживання, утилізації відходів та використання упаковки, що переробляється.

Таким чином, кваліфікаційна робота бакалавра спрямована на поєднання теоретичних засад хлібопечення з практичними потребами сучасних пекарських підприємств, що прагнуть швидко реагувати на змінні ринкові умови та споживчі запити.

					ХТ.ЛВХ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

1 СУЧАСНІ ДОСЯГНЕННЯ РОЗВИТКУ ГАЛУЗІ

1.1 Характеристика сировини для виробництва продукції

Пшеничне борошно – основний структуроутворюючий компонент хліба. Його виробляють із зерна м'яких (іноді з домішкою до 20% твердих) сортів пшениці. За якістю борошно поділяють на сорти (вищий, перший, другий, обдирне) за вмістом білків, клейковини, зольністю тощо. Згідно з ДСТУ 46.004-99 «Борошно пшеничне» встановлені вимоги: борошно повинне бути білого кольору (світло-жовтого відтінку), без сторонніх присмаків та запахів, з вологістю не більше 14,0% і зольністю (для вищого гатунку) до 0,55%. Органолептичні показники (запах, колір, смак, наявність домішок) також регламентовані стандартом. Фізико-хімічні показники: вміст клейковини (мінімум для вищого гатунку 30% сухої речовини), кількість вільних аміних груп, показник Гульт (число падіння Руф'є) повинні відповідати нормативам (таблиця 1.1). За властивостями помелу борошно буває сіяне (тонкий помел) і обдирне (грубший помел) – обдирне містить більше висівок. Вміст вологи і золи борошна впливає на водопоглинання при замісі тіста: високоякісне борошно зазвичай має високу водопоглинальну здатність, що забезпечує добру продуктивність тіста.

Таблиця 1.1 – Нормативні показники якості борошна пшеничного хлібопекарського [6]

Показник	Норма для в/г	Норма для І г	Метод контролю
Вологість, %	≤ 15,0	≤ 15,0	ДСТУ 4117
Зольність, % (с.р.)	≤ 0,55	≤ 0,75	ДСТУ ISO 2171
Сира клейковина, %	≥ 24	≥ 25	ДСТУ ISO 21415-2
Якість клейковини	≥ 2-ї групи	≥ 2-ї групи	ІДК-метод
Число падіння, с	≥ 160	≥ 150	ДСТУ ISO 3093

Якість борошна безпосередньо впливає на структуру тіста і хліба: чим краща активність клейковини, тим вища газоутворююча здатність тіста і об'єм готового виробу.

Вода – розчинник та середовище для бродіння. Для випічки хліба використовують питну воду, що відповідає гігієнічним нормам (ДСанПіН 2.2.4-171-10 [7]) за жорсткістю, санітарними і органолептичними показниками. Вода повинна бути без запаху, кольору і осаду. Надмірна жорсткість (високе вміст солей кальцію, магнію) може зменшувати ефективність дріжджів. У процесі безопарного виробництва водяна температура регулюється так, щоб під час змішування тіста температура середовища була оптимальною (зазвичай 25–30°C) для активації ферментів борошна і життєдіяльності дріжджів.

Біологічний розпушувач – дріжджі, у хлібопеченні застосовують пресовані (свіжі) і сухі хлібопекарські дріжджі. Пресовані дріжджі згідно ДСТУ 4812:2007 («Дріжджі хлібопекарські пресовані») є чистою культурою *Saccharomyces cerevisiae*, вологістю не більше 75% і кислотністю (у перерахунку на оцтову кислоту) до 120 мг/100 г відразу після виробництва. Вони повинні мати характерну дріжджову консистенцію, бути прісними на смак, без сторонніх запахів [8].

Сухі хлібопекарські дріжджі (активні сухі, швидкодіючі) виробляються із пресованих за ДСТУ 4657:2006 [9] й звичайно мають подібні мікробіологічні властивості, але довший термін зберігання.

Кухонна харчова сіль (NaCl) у хлібопеченні – регулятор дріжджового бродіння та компонент смаку. Використовується звичайна кухонна сіль відповідно до ДСТУ 3583:2015 «Сіль кухонна. Загальні технічні умови» [10]. Згідно стандарту передбачено, що харчова сіль містить не менше 99,5 % хлориду натрію, зольність не більше ~0,5 % (залежно від гатунку солі), вологість низька (до 0,05–0,1%). Допустимі домішки неорганічного характеру (наприклад, Mg, Ca) мають бути у межах, визначених санітарними нормами. Сіль уповільнює бродіння та зміцнює глютену сітку тіста, покращуючи смак й колір скоринки. Неправильна кількість солі призводить або до надмірного бродіння (якщо менше норми) або до в'ялої структури хліба (якщо понад норму).

Для стабілізації властивостей тіста і покращення якості хліба часто застосовують харчові добавки – поліпшувачі та ферментні препарати. До них

					ХТ.ЛВХ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

належать, наприклад, аскорбінова кислота (антиоксидант, «окисний поліпшувач»), моно- і дигліцериди жирних кислот (емульгатори), соєва або хлібопекарська клейковина, а також ферменти – амілази, ксиланази, глюко-оксидози та ін. (працюють як «ферментні поліпшувачі»). Ці добавки вводять за ТУ виробника або харчових нормативів. За санітарними правилами готові ферментні препарати не повинні містити життєздатних мікроорганізмів (використовуються очищені екстракти).

Поліпшувачі окисної дії (наприклад, аскорбінова кислота) окислюють глютен, збільшуючи міцність тіста; редукторні (хлорамін) – розпушують структуру крихти. Використання комплексних поліпшувачів (комбінацій ферментів і добавок) дозволяє оптимізувати безопарний процес: зменшувати тривалість бродіння, підвищувати вихід придатного хліба та його стійкість до черствіння [11].

Вимоги до якості сировини

Якість кожного компоненту регламентується відповідними нормативами:

- Борошно – за ДСТУ 46.004-99 (або діючими на 2025 рік нормативами) щодо сортності, вмісту клейковини, вологи, зольності, відсутності шкідливих домішок [6].
- Вода – питна за ДСанПіН, без хімічних та мікробних забруднень [7].
- Дріжджі – за ДСТУ 4812:2007 (для пресованих) та відповідними технічними умовами (для сухих) щодо живучості культури, вологості, кислотності [8].
- Сіль – за ДСТУ 3583:2015 щодо хімічного складу ($\text{NaCl} \geq 99,5\%$) і чистоти [9].
- Поліпшувачі та ферменти – відповідають «Списку харчових добавок» та мають ТУ виробника або державні реєстровані стандарти.

1.2 Асортимент і характеристика хлібобулочних виробів безопарного способу приготування

За останні роки обсяги виробництва та споживання хліба в Україні демонструють тенденцію до зменшення. Згідно з галузевими оглядами, споживання хліба в Україні наразі складає лише 35–55 кг на особу. Одночасно

					ХТ.ЛВХ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

через демографічний спад і втрату ринків (Крим, Донбас) обсяги випікання хлібобулочних виробів поступово скорочуються [12]. Це призводить до поступового зниження продажів і скорочення попиту на традиційний масовий хліб. Важливим фактором є також збільшення самостійного виробництва хліба в селах та застосування альтернативних заморожених технологій. Війна 2022 року посилила розриви в логістиці та дефіцит робочих рук, що додатково вплинуло на динаміку виробництва в 2022–2023 роках.

Найбільші компанії, що спеціалізуються на масовому хлібі та хлібобулочних výroбах в Україні, зосереджені на заході та півночі країни. Наприклад, ПАТ «Концерн Хлібпром» (Львів) щоденно випікає до 300 тонн хлібобулочних і кондитерських виробів [14]. Це один з лідерів ринку, що співпрацює з національними ритейлерами. Також серед провідних – приватне підприємство «Мамин Хліб» (Тернопільська обл.) з річним оборотом 2,56 млрд грн і Хлібохарчокомбінат (Сумська обл.) з доходом понад 3,06 млрд грн. Значні обсяги виробляють Харківська бісквітна фабрика (виручка ~2,50 млрд грн) та столичний ТОВ «ЛК-Транс» (приблизно 2,02 млрд грн). До інших великих виробників можна віднести ТОВ «Белівер» (Закарпаття), ТОВ «ТД «КМВ» (Київ) та державні підприємства, такі як ДАК «Хліб України» (Дубно).

Роздрібні ціни на хліб в Україні зростали значно швидше за загальну інфляцію. Так, порівняно з 2018 роком, вартість базових сортів хліба у 2024 р. стала вдвічі й більше вищою. Так, ціна пшеничного хліба вищого ґатунку зросла з ~21,75 грн/кг до 51,91 грн/кг, житнього – з 18,25 до 45,12 грн/кг. Також батон (500 г) підскочив із ~12,6 грн до ~27,8 грн за штуку.

Основними факторами формування цін є: подорожчання складників (борошна, енергоресурсів, логістики); інфляційний тиск (ціни в економіці зростали на 12–13% наприкінці 2024); дефіцит робочої сили через мобілізацію, що збільшує витрати виробників.

Водночас держава продовжує контролювати вартість масових сортів хліба, утримуючи темпи зростання цін на рівні ~1,5–2% щомісяця. За прогнозом експертів, у 2025 році очікується подальше подорожчання хлібобулочних виробів на ~20% за рік (~1,5–2% щомісяця), зберігаючи ті самі основні причини зростання.

					ХТ.ЛВХ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Основні тенденції розвитку хлібопекарської галузі:

- Здорове харчування та натуральні інгредієнти. Сучасні споживачі дедалі більше уваги приділяють якості хліба та його складників. Згідно з експертними оцінками, харчові звички українців змінюються з «їсти менше» на «їсти краще», що висуває до хліба вимоги свіжості і простої рецептури (менше штучних добавок, більше поживних речовин). Зростає популярність хліба з мітками «знижений вміст солі/цукру», без глютену чи молочних продуктів.

- Автоматизація та технологічне оновлення. Виробники активно модернізують виробничі лінії. Автоматичні лінії замісу та формування тіста, роботи-палетайзери та системи контролю якості допомагають підвищити продуктивність і знизити витрати.

- Нові рецептури та продукти. Пекарні розширюють асортимент «преміального» хліба з поживними добавками. Набувають популярності вироби з додаванням насіння чіа, кіноа, ягід, фруктів та цільнозернового борошна. Окрім класичних сортів, виробляють хліб із давніх зернових (спельта, полба, ейнкорн) та рослинними білками. Світові тенденції також фіксують бум безглютенового і крафтового хліба: за оцінками, ринок безглютенового хліба зростатиме на 7,6% щорічно.

1.3 Показники якості хлібобулочних виробів безопарного способу приготування

Класифікація виробів за способом приготування. Безопарний (однофазний) спосіб передбачає замішування тіста з усієї кількості інгредієнтів одразу. Основними категоріями хлібобулочних виробів, що готуються цим методом, є вироби з невеликою кількістю здоби (цукру, жиру). Зокрема, безопарним способом зазвичай випікають булочні та здобні вироби (прості булочки, розтягаї, солодкі булочки тощо). Іноді ним також готують звичайний пшеничний хліб (батони, буханець) на простому рецептур. Наприклад, згідно з [12] та [18], безопарний метод звичний для пекарень малої потужності і застосовується в основному у виробництві булочних і здобних виробів, іноді – у виготовленні хліба. Хліб різних сортів класифікується за видом борошна, калорійністю, формою та технологією приготування (опарні і безопарні) – відповідно до ДСТУ та технологічних норм. Зокрема, ДСТУ 4587:2006 «Вироби булочні» встановлює,

					ХТ.ЛВХ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

що до булочних виробів належать вироби з цукром та жиром (здоба) і прості булочки, виготовлені механізовано або вручну, а більшість здобних виробів (загальна частка цукру+жиру $\geq 14\%$) входять до групи здобних виробів. Таким чином, класифікаційно безопарні вироби належать до груп звичайних булочних (пшеничних, здобних тощо) та частково до хлібів простого типу.

Якість хлібобулочних виробів, виготовлених безопарним способом, визначається комплексом органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних показників. Ці показники регламентуються відповідними державними стандартами, технічними умовами та санітарними вимогами. Безопарний спосіб приготування тіста дозволяє зберегти стабільну якість продукції за рахунок автоматизації процесів та оптимізації рецептур.

До органолептичних показників належать зовнішній вигляд, форма, колір скоринки, структура м'якуша, запах та смак. Органолептичні показники визначають сприйняття хліба людиною: зовнішній вигляд, форму виробу, стан кірки і м'якуша, колір, смак і запах. Так, форма хліба повинна бути правильною з рівномірно випуклою поверхнею; скоринка – гладкою, без тріщин; її забарвлення – однорідним (рожево-коричневим); м'якуш – добре пропеченим, пружним із однотонною тонкостінною пористістю; смак і аромат – типовими для даного виду хліба, без сторонніх присмаків і запахів. Ці показники визначають органолептично (за допомогою зору, нюху, дегустації, натискання пальцем на м'якуш).

За ДСТУ органолептична якість виробів регламентується нормативними описами конкретних сортів: колір і аромат мають відповідати стандартній характеристиці, а відхилення – бути незначними. Безопарний спосіб приготування впливає на ці показники: порівняно з опарною технологією хліб безопарного випікання зазвичай має грубішу, менш розвинену пористість м'якуша і менш інтенсивне забарвлення скоринки.

Основними *фізико-хімічними показниками* є вологість, кислотність, пористість та вміст кухонної солі.

Вологість м'якуша визначає свіжість, м'якість і калорійність хліба. Згідно зі стандартами, для різних сортів хліба вона має становити 42–48% для пшеничного (зазвичай 43–45% для хліба вищого сорту) і 48–51% для житнього.

					ХТ.ЛВХ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Кислотність відображає інтенсивність процесів бродіння. Її виражають у градусах кислотності (°). Для пшеничного хліба кислотність становить близько 3–4° (не перевищує 5°), для житнього – 9–12°, а для змішаних сортів – до 11°.

Пористість (%) – це відношення сумарного об'єму пір м'якуша до загального об'єму. Нормативні значення пористості складають не менше 45–48% для житнього хліба та 63–72% для пшеничного.

Крім того, до фізико-хімічних показників відносять вміст жиру, цукру та інших інгредієнтів, які впливають на смак і консистенцію (наприклад, добавки масла чи патоки роблять м'якуш більш ніжним).

Таблиця 1.2 – Таблиця оцінки якості виробів

Показник	Норма для батона	Норма для булочки	Фактичне значення	Відповідність нормі
Вологість, %	44	42	43	Так
Пористість, %	72	70	74	Так
Кислотність, град.	3	2.5	2.8	Так
Вміст солі, %	1.3	1.2	1.4	Так

Мікробіологічні показники. Згідно з вимогами безпеки, хлібобулочні вироби не повинні містити патогенних мікроорганізмів, бактерій групи кишкової палички, дріжджів і плісняви у небезпечних концентраціях. Важливо дотримуватись гігієнічних норм на всіх етапах виробництва. Слід зазначити, що під час випікання хліба патогенна мікрофлора майже повністю гине через високу температуру (досягається понад 90–100 °С у м'якуші). Тому чинні стандарти (наприклад, ДСТУ 4588:2006 для дієтичних виробів) не наводять окремих мікробіологічних норм для кінцевого продукту. Водночас сировина та тісто повинні перевірятися на бактеріальний фон: контрольна лабораторія оцінює кількість мезофільних бактерій, дріжджів, плісняви тощо. При безопарному способі, який передбачає скорочення часу бродіння і менше накопичення органічних кислот, санітарно-гігієнічний контроль має бути особливо ретельним: необхідно забезпечити чистоту обладнання та гігієнічність всієї рецептури, щоб запобігти зростанню мікрофлори.

					ХТ.ЛВХ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

1.4 Розрахунок потреби населення в продукції цеху, що проектується

Початковим етапом розрахунку планової виробничої потужності підприємства є визначення асортименту продукції, яку планується випускати, та формування технологічної схеми виготовлення хлібобулочних виробів безопарного способу приготування з врахуванням типу підприємства, що проектується.

Після цього, базуючись на запланованому обсязі продукції, визначається необхідна кількість основного технологічного обладнання, допоміжних матеріалів, пакувальних ресурсів. Це дає можливість зробити висновки щодо потреби в оновленні обладнання, модернізації виробництва або створенні нових підприємств, а також реорганізації вже діючих.

Для забезпечення потреб населення у хлібобулочних výroбах безопарного способу приготування в населеному пункті з чисельністю $n_{нас.} = 180$ тис. осіб передбачено проектування цеху з виробництва хлібобулочних виробів безопарного способу приготування.

З метою подальших розрахунків приймається, що середньорічне споживання продукції на одного мешканця становить $N_{сп.} = 28,8$ кг, поправочний коефіцієнт на цей показник дорівнює $k_{сп.} = 0,75$. Річний обсяг продукції, що виробляється на території, складає $П_{д.в.} = 100$ тис. кг.

Припускається, що імпортована кількість продукції з інших регіонів дорівнює $m_{вв.н.} = 82,8$ тис. кг/рік, а прогнозований обсяг експорту хлібобулочних виробів безопарного способу приготування на інші території становитиме $m_{вив.н.} = 122$ тис. кг/рік.

У розрахунках враховується кількість робочих днів у році $n_{р.д.} = 250$ та коефіцієнт використання проєктної потужності $k_n = 0,8$.

Розрахунок добової потужності цеху здійснюється за формулою:

$$Q_{д.} = \frac{n_{нас.} \cdot N_{сп.} \cdot k_{сп.} - П_{д.в.} - m_{вв.н.} + m_{вив.н.}}{n_{р.д.} \cdot k_n}, \quad (1.1)$$

					ХТ.ЛВХ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

$$Q_d = (180000 \times 28,8 \times 0,75 - 100000 - 828000 + 122000) / (250 \times 0,85) = 14503,5 \text{ кг/добу},$$

де Q_d – добова виробнича потужність цеху, кг/добу;

$n_{нас.}$ – чисельність населення, осіб;

$N_{сп.}$ – середньорічне споживання продукції на одну особу, кг;

$k_{сп.}$ – поправочний коефіцієнт споживання;

$П_{д.в.}$ – річний обсяг виробництва аналогічної продукції на території, кг;

$m_{вв.п.}$ – обсяг ввезеної продукції з інших регіонів, кг/рік;

$m_{вив.п.}$ – обсяг продукції, що планується вивезти за межі території, кг/рік;

$n_{р.д.}$ – кількість робочих днів у році;

k_n – коефіцієнт використання виробничої потужності.

Отже, запроектований цех з виробництва хлібобулочних виробів безопарним способом приготування повинен забезпечувати добову продуктивність на рівні 14503,5 кг продукції.

1.5 Висновки до розділу 1

У першому розділі наведено аналіз сировини, що використовується для виробництва хлібобулочної продукції, зазначені показники якості сировини, а також висвітлено вимоги до органолептичних та фізико-хімічних показників якості хлібобулочних виробів безопарним способом приготування.

Розраховано продуктивність цеху із виробництва хлібобулочних виробів безопарним способом приготування (14503,5 кг/добу), що проектується, для задоволення щоденних потреб споживачів для території із чисельністю населення $n_{нас.} = 180\ 000$ осіб.

					ХТ.ЛВХ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Опис технології виробництва хлібобулочних виробів безопарного способу приготування

Безопарний спосіб (однофазний метод) приготування дріжджового тіста полягає в одночасному замішуванні всієї рецептурної сировини за один прийом. Зазвичай він застосовується при переробленні пшеничного борошна вищого та першого сортів для виробів з невисокою кислотністю готового хліба. Увесь процес складається з підготовки сировини, власне замішування, бродіння, обминання тіста (поділ, округлення, попереднє вистоювання), формування виробів, остаточного вистоювання, випікання і охолодження.

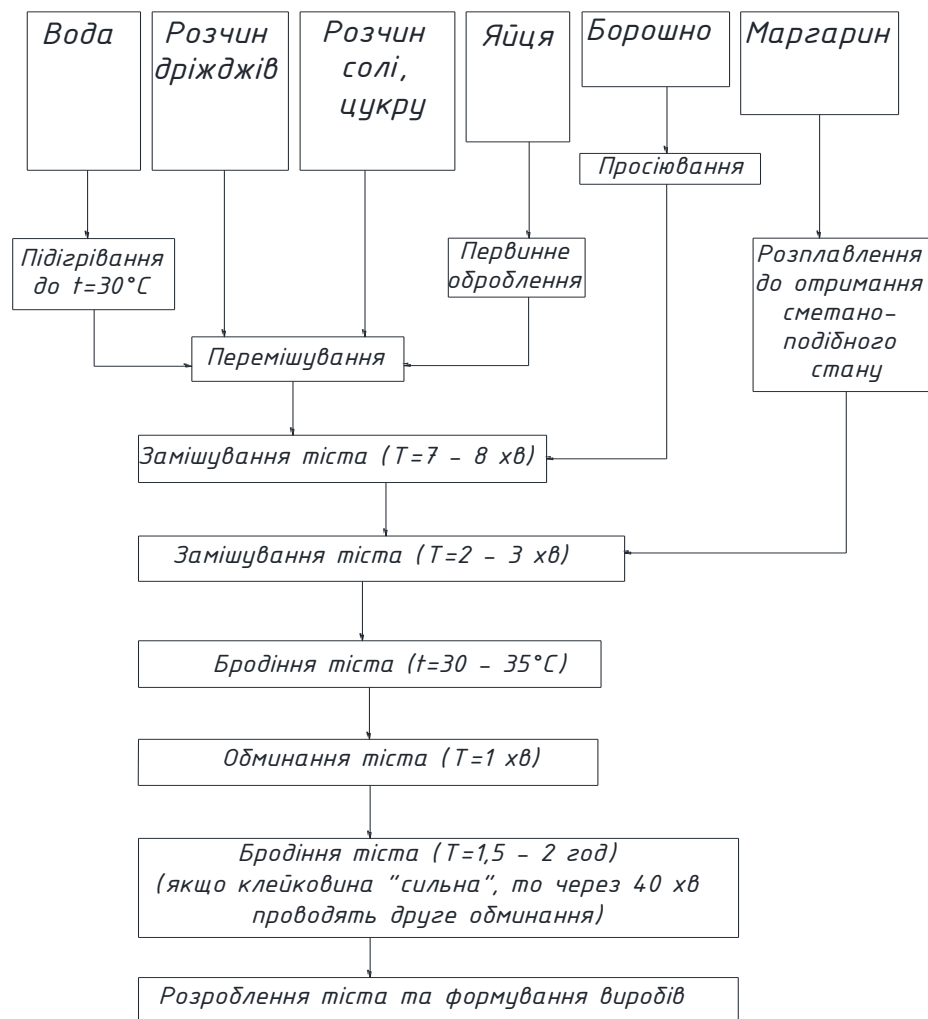


Рисунок 2.1 – Технологічна схема приготування хлібобулочних виробів безопарного способу приготування

					ХТ.ЛВХ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

1. Підготовлення сировини. Підготовлення сировини включає підбирання та підготовлення основних інгредієнтів: просіювання і дозрівання борошна, контроль його вологості (близько 13–14 %), підготовлення води та додаткових компонентів. Дріжджі розводять у воді при температурі близько 32–35 °С, далі готують сольовий та цукровий розчини. Для цього, сіль та цукор розчиняють у невеликій кількості теплої води та проціджують. Підготовлені рідини (дріжджі в розчині, цукровий та сольовий розчини) і додаткові рідкі компоненти (яйця або меланж) готують до додавання у тістомісильну машину. Важливо, щоб усі інгредієнти відповідали якісним нормам: вода – питна, борошно – добірне, а дріжджі – життєздатні (задана підйомна сила).

2. Замішування тіста. У тістомісильну машину спочатку виливають воду за рецептурою при температурі 32–40 °С, потім додають розчинені дріжджі та підготовлені розчини цукру і солі. Далі по черзі вносять рідкі компоненти – яйця або меланж, а потім просіяне борошно. Замішування триває до отримання однорідної пружної маси. Згідно з технологічними схемами, перший етап замішування триває близько 7–8 хв, після чого вводять розтоплений жир (маргарин, масло) та продовжують місити ще приблизно 10–15 хв. В результаті кінцева температура тіста становить близько 27–30 °С. Під час замішування необхідно забезпечити добре розгортання клейковини, що обумовлює майбутню пористість м'якушки. Тісто має мати середню в'язкість (вологість порядку 43–48 % залежно від рецептури) та відлипати від стінок діжі при готовності.

3. Бродіння тіста. Після замішування діжу накривають кришкою та залишають для бродіння (дозрівання) при температурі приблизно 28–30 °С. Завдяки більшій витраті дріжджів (1,5–2,5 % від маси борошна пресованих, близько 40–50 % рідких) цикл бродіння скорочується. Тривалість основного бродіння становить близько 3,5–4,0 год. Протягом бродіння тісто кілька разів обминають – перший раз через 50–60 хв після початку бродіння, далі – ще 1–2 рази (якщо борошно сильне, то в цілому 2–3 обминання). Останнє обминання проводять за 20–30 хв до завершення ферментації. Ці операції вирівнюють кислотність за масою, ущільнюють надмірно розтягнуту клейковину, забезпечують рівномірне розподілення дріжджів та часткове видалення CO₂. В

					ХТ.ЛВХ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

результаті об'єм тіста збільшується приблизно в 1,5 рази. Готовність тістової маси оцінюють за пружністю, підвищенням кислотності та досягненням заданого об'єму.

4. Оброблення тіста. Після завершення бродіння тісто вивантажують на стіл для оброблення. Воно проштамповується на порції заданої маси, а шматки тіста округлюють (формують кульки) для попереднього вистоювання. Кругляж (округлення) проводять на тістоокруглювальних машинах або вручну, формуючи гладкі шари. Потім заготовки витримують у залі попереднього вистоювання при кімнатній температурі (~20–25 °С) протягом 15–30 хв. Під час попереднього вистоювання трішки знижується напруження клейковини, що полегшує подальше формування.

5. Формування виробів і остаточне вистоювання. Після розстоювання заготовки знову піддають обмиванню та надають їм кінцевої форми (батон, хліб тощо) на спеціальних формувальних машинах або вручну. Сформовані вироби викладають у форми (для формового хліба) або на листи (безформові череневі). Далі відбувається остаточне вистоювання (розстоювання) сформованих виробів при температурі 30–35 °С і відносній вологості повітря 75–85 %. Тривалість остаточного розстоювання звичайно складає 40–60 хв (для батонів може бути менше – близько 25–40 хв). За цей час тістові заготовки збільшуються в об'ємі і набувають властивостей, необхідних для випікання: кислотність підвищується приблизно до 3,0–4,0° і розвивається готовий клейковинний каркас.

6. Випікання. Після вистоювання заготовки направляють до печі. Випікання проводиться при високій температурі 200–220 °С протягом 15–30 хв залежно від розміру виробів (для батонів – близько 17–20 хв, для великого формового хліба – 40–45 хв). Температура в камері регулюється за профілем: спочатку 200–220 °С, далі знижується. Випікання супроводжується інтенсивними фізико-хімічними процесами: утворенням пористої м'якушки, розвитку ароматів та формуванням рум'яної скоринки. Готовність виробів визначають за кольором скоринки та зниженням вологості поверхні.

7. Охолодження. Готові вироби виймають із печі і залишають охолоджуватися при кімнатній температурі (18–22 °С). Перші 15–20 хв

					ХТ.ЛВХ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

температура всередині хліба знижується від 100°C до 30–40°C; остаточне охолодження до температури зберігання (20–25 °C) займає близько 30–60 хв. Під час охолодження волога рівномірно розподіляється у виробі, підсихає скоринка. Після охолодження виробу готові до пакування та реалізації.

Таблиця 2.1 – Основні режими та параметри безопарного процесу приготування пшеничного дріжджового тіста

Етап	Температура, °C	Час, хв	Вологість тіста, %	Кислотність, °
Замішування тіста	вода 32–35; тісто 27–30	10–15 хв	45	0
Первинне бродіння	28–30	180–240 хв	45	2,5–3,0
Поділ, округлення, попереднє вистоювання	20–25	15–30 хв	–	2,5–3,0
Формування та остаточне вистоювання	30–35	40–60 хв	–	3,0–4,0
Випікання	200–220	20–30 хв	–	–
Охолодження	18–22	30–60 хв	–	–

2.2 Технологічні розрахунки

Розрахунок виробничої рецептури.

Таблиця 2.2 – Асортимент хлібобулочних виробів

Назва виробу	Вологість, % (не більше)	Кислотність, ° (не більше)	Пористість, % (не менше)	Масова частка цукру, %	Масова частка жиру, %	Тип борошна	Тип виробу	Маса виробу, кг
Батон нарізний	42	2,5	73	4,2±1	2,9±0,5	Пшеничне в/г	Булочні вироби	0,4
Булочка дитяча	37	3	-	14,5±1	-	Пшеничне 1 гатунок	Булочні вироби	0,1
Плетінка	41	2,5	72	4,0±1	2,2±0,5	Пшеничне в/г	Хлібобулочні вироби	0,1

					ХТ.ЛВХ.00.00.0000 ПЗ				Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					20

Таблиця 2.3 – Рецептúra хлібобулочних виробів

Назва сировини	Батон нарізний	Булочка дитяча	Плетінка
Борошно пшеничне вищого гатунку	100	-	100
Борошно пшеничне 1-го гатунку	-	100	-
Дріжджі пресовані	1	3	3,3
Сіль	1,5	1	1,5
Цукор-пісок	4	15	6
Маргарин	3,5	-	2,5
Мак	-	-	8
Разом	110	119,0	121,3

Розрахунок виробничої рецептури для приготування тіста на батон нарізний здійснюється виходячи з норм витрати борошна на 100 л діжі тістомісильної машини.

На кожні 100 л геометричного об'єму діжі витрачається 30 кг борошна вищого гатунку або 36 кг борошна першого гатунку [20].

При порційному способі приготування тіста розраховують максимальну кількість борошна, яка може міститися в діжі, кг:

$$M_{\text{діж}} = V \cdot q_{\text{заг}} / 100, \quad (2.1)$$

де V – місткість діжі, л;

$q_{\text{заг}}$ – норма завантаження борошна в діжу, кг.

Розрахунок для батона нарізного:

$$M_{\text{діж}} = 300 \cdot 30 / 100 = 90 \text{ кг};$$

Розрахунок для плетінки:

$$M_{\text{діж}} = 300 \cdot 30 / 100 = 90 \text{ кг};$$

Розрахунок для булочки дитячої:

$$M_{\text{діж}} = 300 \cdot 36 / 100 = 108 \text{ кг}.$$

Витрата дріжджової суспензії, кг:

$$G_{\text{др.сусп}} = M_{\text{діж}} \cdot C \cdot (1 + X) / 100, \quad (2.2)$$

де $M_{\text{діж}}$ – маса борошна в діжі, кг;

C – норма витрати пресованих дріжджів у кг на 100 кг борошна;

X – кількість частин води на одну частину дріжджів, $X = 3$.

					ХТ.ЛВХ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Розрахунок для нарізного батона:

$$G_{\text{др.сусп}} = 90 \cdot 1 \cdot (1 + 3) / 100 = 3,6 \text{ кг};$$

Розрахунок для плетінки:

$$G_{\text{др.сусп}} = 90 \cdot 3,3 \cdot (1 + 3) / 100 = 11,88 \text{ кг};$$

Розрахунок для булочки дитячої:

$$G_{\text{др.сусп}} = 108 \cdot 3 \cdot (1 + 3) / 100 = 12,96 \text{ кг}.$$

Витрату дріжджів визначають за формулою, кг:

$$G_{\text{др}} = G_{\text{др.сусп}} / 4, \quad (2.3)$$

Розрахунок для батона нарізного:

$$G_{\text{др}} = 3,6 / 4 = 0,9 \text{ кг};$$

Розрахунок для плетінки:

$$G_{\text{др}} = 11,88 / 4 = 2,97 \text{ кг};$$

Розрахунок для дитячої булочки:

$$G_{\text{др}} = 12,96 / 4 = 3,24 \text{ кг}.$$

Витрату води для приготування дріжджової суспензії визначають за формулою, кг:

$$G_{\text{в}} = G_{\text{др.сусп}} - G_{\text{др}}, \quad (2.4)$$

Розрахунок для батона нарізного:

$$G_{\text{в}} = 3,6 - 0,9 = 2,7 \text{ кг}$$

Розрахунок для плетінки:

$$G_{\text{в}} = 11,88 - 2,97 = 8,91 \text{ кг}$$

Розрахунок для дитячої булочки:

$$G_{\text{в}} = 12,96 - 3,24 = 9,72 \text{ кг}$$

Вологість дріжджової суспензії визначається за формулою, %:

$$W_{\text{др.сусп}} = (G_{\text{др}} \cdot W_{\text{др}} + G_{\text{в}} \cdot W_{\text{в}}) / G_{\text{др.сусп}}, \quad (2.5)$$

Розрахунок для батона нарізного:

$$W_{\text{др.сусп}} = (0,9 \cdot 75 + 2,7 \cdot 100) / 3,6 = 93,75 \text{ \%};$$

					ХТ.ЛВХ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Розрахунок для плетінки:

$$W_{\text{др.сусп}} = (2,97 \cdot 75 + 8,91 \cdot 100) / 11,88 = 93,75 \%;$$

Розрахунок для булочки дитячої:

$$W_{\text{др.сусп}} = (3,24 \cdot 75 + 9,72 \cdot 100) / 12,96 = 93,75 \%.$$

Витрата сольового та цукрового розчинів на одну дежу, кг:

$$G_{\text{р-ну}} = M_{\text{діж}} \cdot C / A, \quad (2.6)$$

де $M_{\text{діж}}$ – маса борошна в діжі, кг;

C – норма витрати солі (цукру) в кг на 100 кг борошна;

A – концентрація розчину, %.

Розрахунок для батона нарізного:

$$G_{\text{сол.р-ну}} = 90 \cdot 1,5 / 25 = 5,4 \text{ кг};$$

$$G_{\text{цук.р-ну}} = 90 \cdot 4,0 / 50 = 7,2 \text{ кг}.$$

Розрахунок для плетінки:

$$G_{\text{сол.р-ну}} = 90 \cdot 1,5 / 25 = 5,4 \text{ кг};$$

$$G_{\text{цук.р-ну}} = 90 \cdot 6,0 / 50 = 10,8 \text{ кг}.$$

Розрахунок для булочки дитячої:

$$G_{\text{сол.р-ну}} = 108 \cdot 1,5 / 25 = 4,32 \text{ кг};$$

$$G_{\text{цук.р-ну}} = 108 \cdot 15,0 / 50 = 32,4 \text{ кг}.$$

Витрата додаткової сировини для замішування тіста на одну діжу розраховується за формулою, кг:

$$G = M_{\text{діж}} \cdot C / 100, \quad (2.7)$$

де C – дозування сировини згідно рецептури на 100 кг борошна, кг.

Розрахунок для батона нарізного:

Витрата маргарину для тіста:

$$G_{\text{марг-ну}} = 90 \cdot 3,5 / 100 = 3,15 \text{ кг}.$$

					ХТ.ЛВХ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Розрахунок для плетінки:

Витрата маргарину для тіста:

$$G_{\text{марг-ну}} = 90 \cdot 2,5 / 100 = 2,25 \text{ кг.}$$

Витрата маку для посипання:

$$G_{\text{мак}} = 90 \cdot 8,0 / 100 = 7,2 \text{ кг.}$$

Вихід тіста визначається за формулою, кг:

$$G_{\text{т}} = G_{\text{с.р.}} \cdot 100 / (100 - W_{\text{т}}), \quad (2.8)$$

де $G_{\text{с.р.}}$ – кількість сухих речовин, кг;

$W_{\text{т}}$ – вологість тіста, %.

Вологість тіста $W_{\text{т}}$ визначають, виходячи з вологості м'якуша з врахуванням поправки $n = (0,5-1,5)$, за формулою:

$$W_{\text{т}} = W_{\text{мяк}} + n, \quad (2.9)'$$

де $W_{\text{мяк}}$ – вологість м'якуша виробу, %;

n – поправка, яка враховує різницю між вологістю тіста й охолодженого м'якуша, %.

Розрахунок для нарізного батона:

$$W_{\text{т}} = 42 + 1 = 43 \%$$

Розрахунок для плетінки:

$$W_{\text{т}} = 41 + 1,5 = 42,5 \%$$

Розрахунок для дитячої булочки:

$$W_{\text{т}} = 37 + 1 = 38 \%$$

Розрахунок виходу тіста:

Для нарізного батона:

$$G_{\text{т}} = 84,7395 \cdot 100 / (100 - 43) = 147,373 \text{ кг.}$$

Для плетінки:

$$G_{\text{т}} = 84,7395 \cdot 100 / (100 - 43) = 161,7 \text{ кг.}$$

Розрахунок для дитячої булочки:

$$G_{\text{т}} = 110,43 \cdot 100 / (100 - 38) = 178,11 \text{ кг.}$$

					ХТ.ЛВХ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Витрата води на замішування тіста визначається за формулою, кг:

$$G_B = G_T - G_K, \quad (2.10)$$

де G_T – вихід тіста, кг;

G_K – маса компонентів, кг.

Розрахунок для батона нарізного:

$$G_B = 147,373 - 109,35 = 38,2 \text{ кг.}$$

Розрахунок для плетінки:

$$G_B = 161,7 - 127,53 = 34,17 \text{ кг.}$$

Розрахунок для дитячої булочки:

$$G_B = 178,11 - 157,68 = 20,43 \text{ кг.}$$

Витрати сировини на замішування наведено у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Витрата сировини на замішування тіста

Назва сировини	Кількість сировини, кг	Вологість, %	Сухі речовини, %	Маса, кг		
				сухі речовини	вода	борошно
1	2	3	4	5	6	7
Батон нарізний						
Пшеничне борошно вищого гатунку	90	14,5	85,5	76,95	13,05	90
Дріжджова суспензія	3,6	93,75	6,25	0,225	3,38	-
Сольовий розчин	5,4	75,0	25,0	1,35	4,05	-
Цукровий розчин	7,2	50,0	50,0	3,6	3,6	-
Маргарин	3,15	17	83	2,61	0,54	-
Разом:	109,35	-	-	84,74	24,61	90
Вода	38,2	100	-	-	38,02	-
Усього тіста:	147,37	43	-	-	62,63	90
Плетінка						
Пшеничне борошно вищого гатунку	90	14,5	85,5	76,95	13,05	90

					ХТ.ЛВХ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6	7
Дріжджова суспензія	11,88	93,75	6,25	0,7425	11,14	-
Сольовий розчин	5,4	75,0	25,0	1,35	4,05	-
Цукровий розчин	10,8	50,0	50,0	5,4	5,4	-
Маргарин	2,25	17	83	1,8675	0,38	-
Мак	7,2	7,5	92,5	6,66	0,54	-
Разом:	127,53	-	-	92,97	34,56	90
Вода	34,17	100	-	-	34,17	-
Усього тіста:	161,7	42,5	-	-	68,73	-
Булочка дитяча						
Пшеничне борошно 1-го гатунку	108	14,5	85,5	92,34	15,66	108
Дріжджова суспензія	12,96	93,75	6,25	0,81	12,15	-
Сольовий розчин	4,32	75,0	25,0	1,08	3,24	-
Цукровий розчин	32,4	50,0	50,0	16,2	16,2	-
Разом:	157,68	-	-	110,43	47,25	108
Вода	34,17	100	-	-	20,43	-
Усього тіста:	178,11	38	-	-	67,68	108

Розрахунок виходу хлібобулочних виробів

Вихід виробу визначається як відношення кількості виготовленого виробу до кількості фактично витраченої сировини.

Розрахунковий вихід хлібобулочного виробу ($V_{\text{хл.розр.}}$), кг, визначають за величиною виходу тіста та даними щодо технологічних витрат і втрат за формулою (2.11):

					ХТ.ЛВХ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

$$\begin{aligned}
 & V_{\text{хл.розр.}} = \\
 & = V_{\text{т}} - (V_{\text{т.прийм}} + V_{\text{т.зам}} + C_{\text{р.бород}} + C_{\text{р.розроб}} + Z_{\text{м.вип}} + Z_{\text{м.охол}} + V_{\text{т.крих}} + \\
 & \quad V_{\text{т.шт}} + V_{\text{т.брак}}) \quad (2.11)
 \end{aligned}$$

де $V_{\text{т}}$ – вихід тіста, кг;

$V_{\text{т.прийм}}$ – втрати борошна з моменту приймання до замішування напівфабрикатів, кг;

$V_{\text{т.зам}}$ – втрати борошна й тіста у вигляді відходів у період від замішування до посадки заготовок у піч, кг;

$C_{\text{р.бород}}$ – витрати сухих речовин під час бродіння напівфабрикатів, кг;

$C_{\text{р.розроб}}$ – витрати борошна при розробленні тіста, кг;

$Z_{\text{м.вип}}$ – зменшення маси тіста при випіканні хліба, кг;

$Z_{\text{м.охол}}$ – втрати при охолодженні та зберіганні хліба, кг;

$V_{\text{т.крих}}$ – втрати виробів у вигляді крихт і ламаних частин, кг;

$V_{\text{т.шт}}$ – втрати через неточність маси виробів при штучному виробництві, кг;

$V_{\text{т.брак}}$ – втрати під час перероблення бракованої продукції, кг.

Вихід тіста обчислюється за формулою (2.12):

$$V_{\text{т}} = \frac{m_{\text{с}} \cdot (100 - W_{\text{ср}})}{(100 - W_{\text{т}})} \quad (2.12)$$

де $m_{\text{с}}$ – маса сировини, витраченої на приготування тіста згідно з рецептурою, включаючи додаткову сировину, кг;

$W_{\text{ср}}$ – середньозважена вологість сировини, %;

$W_{\text{т}}$ – вологість тіста, %.

Середньозважену вологість сировини $W_{\text{ср}}$, % визначають за формулою (2.13):

$$W_{\text{ср}} = \frac{(m_{\text{бор}} \cdot W_{\text{бор}} + m_{\text{др}} \cdot W_{\text{др}} + m_{\text{сіль}} \cdot W_{\text{сіль}} + m_{\text{дод}} \cdot W_{\text{дод}})}{m_{\text{с}}}, \quad (2.13)$$

де $m_{\text{бор}}$ – маса борошна, кг;

$m_{\text{др}}$, $m_{\text{сіль}}$, $m_{\text{дод}}$ – маса дріжджів, солі та додаткової сировини, кг;

					ХТ.ЛВХ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

$W_{\text{бор}}, W_{\text{др}}, W_{\text{сіль}}, W_{\text{дод}}$ – вологість борошна, дріжджів, солі та додаткової сировини відповідно, %;

m_c – маса всієї сировини за рецептурою на 100 кг борошна, кг.

Вологість тіста W_m беруть, виходячи з вологості м'якуша із врахуванням поправки n , за формулою (2.14):

$$W_m = W_{\text{хл}} + n, \quad (2.14)$$

де $W_{\text{хл}}$ – вологість м'якуша виробу, %, що визначається згідно з нормативною документацією;

n – коефіцієнт, що дорівнює різниці між вологістю тіста та м'якуша охолодженого виробу, % ($n = 1-1,5$).

Технологічні втрати борошна розраховуємо за формулою (2.15):

$$V_{\text{Тприйм}} = g_{\text{бор}} \cdot (100 - W_{\text{бор}}) / (100 - W_{\text{Т}}), \quad (2.15)$$

де $g_{\text{бор}}$ – втрати борошна при прийманні на склад та передачі у виробництво, % до маси борошна (при тарному зберіганні $g_{\text{бор}} = 0,1$ %, при безтарному – $g_{\text{бор}} = 0,02$ %).

Втрати у вигляді борошняного пилу та шматочків тіста в період від замішування тіста до посадки заготовок у піч:

$$V_{\text{Тзам}} = g_{\text{зам}} \cdot (100 - W_{\text{бор}}) / (100 - W_{\text{Т}}), \quad (2.16)$$

де $g_{\text{зам}}$ – втрати, % до маси борошна (при порційному способі приготування тіста $g_{\text{Т}} = 0,05-0,07$ %, при безперервному – $0,04-0,05$ %).

Витрати при бродінні розраховують за формулою (2.17):

$$C_{\text{рброд}} = [g_{\text{ср}} \cdot 0,95 \cdot (m_c - m_{\text{бор}})] / [1,96 \cdot 100 \cdot (100 - W_{\text{Т}})], \quad (2.17)$$

де $g_{\text{ср}}$ – втрати сухих речовин при бродінні, % ($g_{\text{ср}} = 2,0-3,7$ %),

$m_{\text{бор}}$ – витрати борошна при розподілі тіста, кг;

$m_{\text{бор}} = g_{\text{розроб}}$ та становить $0,95-1,96$.

					ХТ.ЛВХ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Втрати при розробленні тіста розраховують згідно виразу (2.18):

$$Cp_{розроб} = g_{розроб} \cdot (W_T - W_{бор}) / (100 - W_T), \quad (2.18)$$

де $g_{розроб}$ – втрати борошна при розробленні тіста, % ($g_{розроб} = 0,6-0,8$ %).

Втрати при випіканні розраховують за формулою (2.19):

$$ЗМ_{вип} = g_{вип} \cdot (B_T - (B_{T_{прийм}} + B_{T_{зам}} + Cp_{бород} + Cp_{розроб})) / 100,$$

де $g_{вип}$ – упік, % до маси тіста ($g_{вип} = 6-14$ %).

Втрати при охолодженні розраховують за формулою (2.19):

$$ЗМ_{охол} = g_{охол.заг} \cdot (B_T - (B_{T_{прийм}} + B_{T_{зам}} + Cp_{бород} + Cp_{розроб} + ЗМ_{вип})) / 100, \quad (2.19)$$

де $g_{охол.заг}$ – втрати при охолодженні та зберіганні виробу, включаючи транспортні втрати, $g_{укл} = 0,7$ %, $g_{охол} = 3,0-5,0$ %. Їх сума становить $g_{охол.заг}$.

Втрати виробів у вигляді крихт та лому:

$$B_{T_{крих}} = g_{крих} \cdot (B_T - (B_{T_{прийм}} + B_{T_{зам}} + Cp_{бород} + Cp_{розроб} + ЗМ_{вип} + ЗМ_{охол})) / 100, \quad (2.20)$$

де $g_{крих}$ – втрати у вигляді крихт, % до маси охолодженого хліба ($g_{крих} = 0,03$ %).

Втрати від неточності маси виробу при штучному формуванні:

$$B_{T_{шт}} = g_{шт} \cdot (B_T - (Cp_{бород} + Cp_{розроб} + ЗМ_{вип} + ЗМ_{охол} + B_{T_{крих}} + B_{T_{прийм}} + B_{T_{зам}})) / 100, \quad (2.21)$$

де $g_{шт}$ – втрати від відхилення маси штучного хліба, % ($g_{шт} = 0,4-1,0$ %).

					ХТ.ЛВХ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Втрати від перероблення браку:

$$V_{\text{брак}} = \frac{g_{\text{брак}} \cdot \left(V_{\text{T}} - \left(C_{\text{ррозроб}} + \frac{V_{\text{Tприйм}} + V_{\text{Tзам}} + C_{\text{рброд}} + V_{\text{Tкрих}} + V_{\text{Tшт}}}{100} \right) \right)}{100}, \quad (2.22)$$

де $g_{\text{брак}}$ – втрати при виробництві, % до маси охолодженого хліба ($g_{\text{брак}} = 0,02$ %).

Розрахунковий вихід порівнюють із плановим. Результати вносять у таблицю 2.4.

Визначаємо вихід батона нарізного:

$$V_{\text{хл.розр.}} = 147,96 - (0,1 + 0,05 + 2,15 + 0,01 + 14,56 + 7,45 + 0,04 + 1,24 + 0,02) = 122,34 \text{ кг};$$

$$V_{\text{T}} = \frac{109,35 \cdot (100 - 22,2)}{(100 - 43)} = 147,96 \text{ кг};$$

$$W_{\text{ср}} = \frac{(90 \cdot 14,5 + 3,6 \cdot 93,75 + 5,4 \cdot 75 + 7,2 \cdot 50 + 3,15 \cdot 17)}{109,35} = 22,2 \text{ %};$$

$$W_{\text{т}} = 42 + 1 = 43\text{ %};$$

$$V_{\text{Tприйм}} = \frac{0,1 \cdot (100 - 43)}{(100 - 42)} = 0,1 \text{ кг};$$

$$V_{\text{Tзам}} = \frac{0,05 \cdot (100 - 43)}{(100 - 42)} = 0,05 \text{ кг};$$

$$C_{\text{рброд}} =$$

$$\frac{0,95 \cdot (109,35 - 1) \cdot (100 - 22,2)}{(1,96 \cdot 100 \cdot (100 - 43))} = 2,15 \text{ кг};$$

$$C_{\text{ррозроб}} = \frac{0,8 \cdot (43 - 42)}{(100 - 43)} = 0,01 \text{ кг};$$

$$Z_{\text{мвип}} = \frac{10 \cdot (147,96 - (0,1 + 0,05 + 2,15 + 0,01))}{100} = 14,56 \text{ кг};$$

$$Z_{\text{мохол}} = \frac{5,7 \cdot \left(147,96 - \left(\frac{0,1 + 0,05 + 2,15 + 0,01 + 14,56}{100} \right) \right)}{100} = 7,45 \text{ кг};$$

$$V_{\text{Tкрих}} = \frac{0,03 \cdot \left(147,96 - \left(\frac{0,1 + 0,05 + 2,15 + 0,01 + 14,56 + 7,45}{100} \right) \right)}{100} = 0,04 \text{ кг};$$

					ХТ.ЛВХ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{T_{шт}} = 1,0 \cdot \left(147,96 - \left(\begin{array}{c} 0,1 + 0,05 + 2,15 + 0,01 \\ +14,56 + 7,45 + 0,04 \end{array} \right) \right) / 100 = 1,24 \text{ кг};$$

$$V_{T_{брак}} = 0,02 \cdot \left(147,96 - \left(\begin{array}{c} 0,1 + 0,05 + 2,15 + 0,01 \\ +14,56 + 7,45 + 0,04 + 1,24 \end{array} \right) \right) / 100 = 0,02 \text{ кг}.$$

Визначаємо вихід плетінки:

$$V_{хл.розр.} = 161,69 - (0,1 + 0,05 + 2,33 + 0,01 + 15,92 + 8,167 + 0,04 + 1,35 + 0,03) = 133,7 \text{ кг};$$

$$V_T = 127,53 \cdot (100 - 27,1) / (100 - 42,5) = 161,69 \text{ кг};$$

$$W_{ср} = \left(\begin{array}{c} 90 \cdot 14,5 + 11,88 \cdot 93,75 + \\ 5,4 \cdot 75 + 10,8 \cdot 50 + 2,25 \cdot 17 + 7,2 \cdot 7,5 \end{array} \right) / 127,53 = 27,1 \text{ %};$$

$$W_m = 41 + 1,5 = 42,5\text{ %};$$

$$V_{T_{прийм}} = 0,1 \cdot (100 - 42,5) / (100 - 41) = 0,1 \text{ кг};$$

$$V_{T_{зам}} = 0,05 \cdot (100 - 42,5) / (100 - 41) = 0,05 \text{ кг};$$

$$Cp_{брод} = 3 \cdot 0,95 \cdot (127,53 - 1) \cdot (100 - 27,1) / (1,96 \cdot 100 \cdot (100 - 42,5)) = 2,33 \text{ кг};$$

$$Cp_{розроб} = 0,8 \cdot (42,5 - 41) / (100 - 42,5) = 0,01 \text{ кг};$$

$$Z_{M_{вип}} = 10 \cdot (161,69 - (0,1 + 0,05 + 2,33 + 0,01)) / 100 = 15,92 \text{ кг};$$

$$Z_{M_{охол}} = 5,7 \cdot \left(161,69 - \left(\begin{array}{c} 0,1 + 0,05 + \\ +2,33 + 0,01 + 15,92 \end{array} \right) \right) / 100 = 8,167 \text{ кг};$$

$$V_{T_{крих}} = 0,03 \cdot \left(161,69 - \left(\begin{array}{c} 0,1 + 0,05 + 2,33 \\ +0,01 + 15,92 + 8,167 \end{array} \right) \right) / 100 = 0,04 \text{ кг};$$

$$V_{T_{шт}} = 1,0 \cdot \left(161,69 - \left(\begin{array}{c} 0,1 + 0,05 + 2,33 \\ +0,01 + 15,92 + 8,167 + 0,04 \end{array} \right) \right) / 100 = 1,35 \text{ кг};$$

$$V_{T_{брак}} = 0,02 \cdot \left(161,69 - \left(\begin{array}{c} 0,1 + 0,05 + 2,33 + 0,01 \\ +15,92 + 8,167 + 0,04 + 1,35 \end{array} \right) \right) / 100 = 0,03 \text{ кг}.$$

					ХТ.ЛВХ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Визначаємо вихід булочки дитячої:

$$V_{\text{хл.розр.}} = 178,13 - (0,1 + 0,05 + 2,57 + 0,01 + 17,54 + 9,0 + 0,04 + 1,49 + 0,03) = 147,3 \text{ кг};$$

$$V_{\text{т}} = \frac{157,68 \cdot (100 - 29,96)}{(100 - 38)} = 178,13 \text{ кг};$$

$$W_{\text{ср}} = \frac{(108 \cdot 14,5 + 12,96 \cdot 93,75 + 4,32 \cdot 75 + 32,4 \cdot 50)}{157,68} = 29,96 \%;$$

$$W_{\text{т}} = 37 + 1 = 38\%;$$

$$V_{\text{т.прийм}} = \frac{0,1 \cdot (100 - 38)}{(100 - 37)} = 0,1 \text{ кг};$$

$$V_{\text{т.зам}} = \frac{0,05 \cdot (100 - 38)}{(100 - 37)} = 0,05 \text{ кг};$$

$$C_{\text{р.брод}} =$$

$$= \frac{3,0 \cdot 0,95 \cdot (157,68 - 1) \cdot (100 - 29,96)}{(1,96 \cdot 100 \cdot (100 - 38))} = 2,57 \text{ кг};$$

$$C_{\text{р.розроб}} = \frac{0,8 \cdot (38 - 37)}{(100 - 38)} = 0,01 \text{ кг};$$

$$З_{\text{м.вип}} = \frac{10 \cdot (178,13 - (0,1 + 0,05 + 2,57 + 0,01))}{100} = 17,54 \text{ кг};$$

$$З_{\text{м.охол}} = \frac{5,7 \cdot (178,13 - (0,1 + 0,05 + 2,57 + 0,01 + 17,54))}{100} = 9,0 \text{ кг};$$

$$V_{\text{т.крих}} = \frac{0,03 \cdot (178,13 - (0,1 + 0,05 + 2,57 + 0,01 + 17,54 + 9,0))}{100} = 0,04 \text{ кг};$$

$$V_{\text{т.шт}} = \frac{1,0 \cdot (178,13 - (0,1 + 0,05 + 2,57 + 0,01 + 17,54 + 9,0 + 0,04))}{100} = 1,49 \text{ кг};$$

$$V_{\text{т.брак}} = \frac{0,02 \cdot (178,13 - (0,1 + 0,05 + 2,57 + 0,01 + 17,54 + 9,0 + 0,04 + 1,49))}{100} = 0,03 \text{ кг}.$$

					ХТ.ЛВХ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Таблиця 2.5 – Розрахунок технологічних втрат при виробництві хлібобулочних виробів безопарним способом приготування

Назва показника	Значення для хлібобулочних виробів		
	Батон нарізний	Плетінка	Булочка дитяча
Вихід тіста, кг	147,96	161,69	178,13
Технологічні витрати та втрати, кг:			
Втрати борошна з моменту приймання до замішування напівфабрикатів, кг ($V_{\text{прийм}}$)	0,1	0,1	0,1
Втрати борошна й тіста у вигляді відходів у період від замішування до посадки заготовок у піч, кг ($V_{\text{зам}}$)	0,05	0,05	0,05
Витрати сухих речовин під час бродіння напівфабрикатів, кг ($C_{\text{брод}}$)	2,15	2,33	2,57
Витрати борошна при розробленні тіста, кг ($C_{\text{розроб}}$)	0,01	0,01	0,01
Зменшення маси тіста при випіканні хліба, кг ($Z_{\text{вип}}$)	14,56	15,92	17,54
Втрати при охолодженні та зберіганні хліба, кг ($Z_{\text{охол}}$)	7,45	8,167	9
Втрати виробів у вигляді крихт і ламаних частин, кг ($V_{\text{крих}}$)	0,04	0,04	0,04
Втрати через неточність маси виробів при штучному виробництві, кг ($V_{\text{шт}}$)	1,24	1,35	1,49
Втрати під час перероблення бракованої продукції, кг ($V_{\text{брак}}$)	0,02	0,03	0,03
Вихід хлібу, кг:			
Розрахунковий	122,34	133,7	147,3
Плановий	120	130	145

2.3 Машинно-апаратурна схема виробництва

Виробництво батона нарізного, плетінки та булочки дитячої включає кілька основних етапів: підготовки та дозування сировини, приготування тіста, його формування та вистоювання, випікання та охолодження готових виробів.

Дозування інгредієнтів здійснюється у приймальний бункер. Усі необхідні компоненти замішуються у тістомісильній машині з підкатною діжою (12), утворюючи тісто з необхідними реологічними властивостями. Замішування тіста – це короткотривала, але вкрай важлива стадія технологічного процесу. Для пшеничного тіста тривалість замішування становить 7–8 хвилин. Надмірне замішування призводить до руйнування структури тіста і погіршує якість готової продукції.

Для вивантаження тіста з діжі використовується дежеперекидач (14). Цей пристрій механізує процес вивантаження тіста до тістоділильної машини за допомогою змінних захватів. У тістоділильній машині тісто ділиться на порції заданої маси. Застосування механічного поділювача дозволяє автоматизувати процес, зменшити потребу в ручній праці та підвищити продуктивність.

Формування округлих тістових заготовок відбувається у тістоокруглювальній машині (16). Ця операція є завершальною у процесі формування і необхідна при виробництві круглих подових виробів. Після округлення тістові заготовки транспортуються за допомогою стрічкового транспортера у вистоювальну шафу (18), де підтримуються оптимальні умови – температура та відносна вологість.

У вистоювальній камері для заготовок встановлюються такі параметри: температура 35–40 °С. За цих умов відбувається розпушення тіста внаслідок виділення вуглекислого газу.

Усі зміни, які перетворюють тістову заготовку на готовий виріб, відбуваються під час прогрівання у хлібопекарській камері. Електропіч оснащена системою управління, що дозволяє точно встановлювати і підтримувати параметри випікання – температуру, вологість і час.

					ХТ.ЛВХ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Розглянемо перелік обладнання, яке входить до складу технологічної лінії, яка наведена на рис. 2.1.

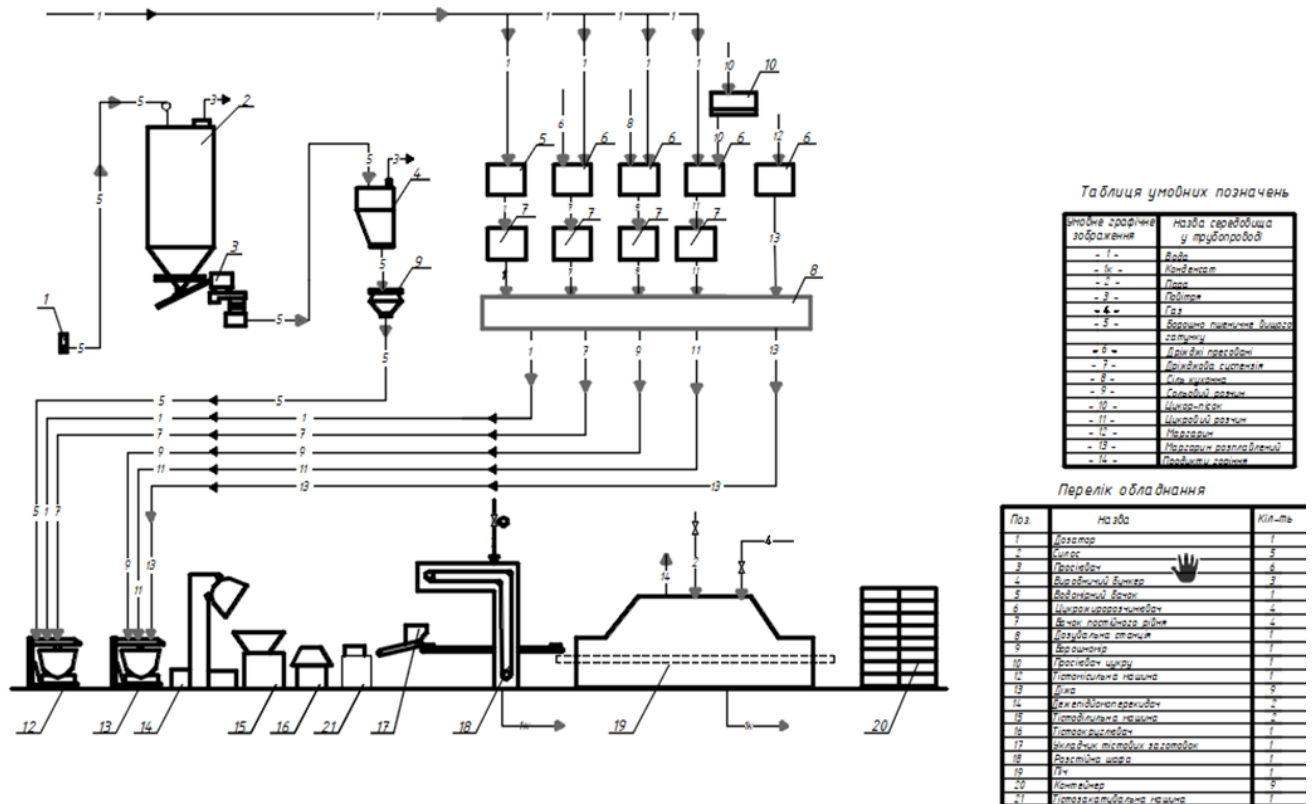


Рисунок 2.1 – Машинно-апаратна схема виробництва хлібобулочних виробів безопарним способом приготування

Постачання борошна на підприємство здійснюється автоборошновозом, що має вантажомісткість до 7–8 тонн. Після зважування на автомобільних вагах транспорт спрямовується до місця розвантаження. Під тиском борошно з ємностей автоборошновоза транспортується через дозатор (1) по трубопроводу до силосів (2) для подальшого зберігання.

Допоміжні компоненти, зокрема розчин цукру та дріжджі, зберігаються у спеціальних ємностях (6 та 10). У бачках постійного рівня (5) підтримується стабільна кількість рідких інгредієнтів, необхідних для виробництва. Під час роботи лінії борошно з силосів надходить у просіювальний пристрій (3), де подача з кожного силосу регулюється шлюзовими живильниками. Після просіювання борошно потрапляє у автоматичний борошномір (9).

Розчини цукру, води та дріжджів спрямовуються відповідно до дозаторів 7. Разом із цими інгредієнтами, а також сіллю і рослинною олією або розтопленим маргарином, компоненти надходять до тістомісильної машини періодичної дії (12).

Готове тісто транспортується до печі (19), де воно формується у виробі сферичної форми і випікається. Температура в печі досягає 190 °С, а тривалість термічного оброблення становить від 1,5 до 2 хвилин.

Після цього виробі охолоджуються протягом 3–5 хвилин і надходять у контейнер для зберігання (20).

2.4 Підбирання технологічного обладнання

До вихідних даних для проектування лінії виробництва хлібобулочних виробів безопарним способом приготування відноситься продуктивність цеху – 14503,5 кг /год. Оскільки підприємство працює 21 робочий день в 1 робочу зміну тривалістю 14 год, то отримаємо:

$$Q_M = 14503,5 \cdot 14 \cdot 1 \cdot 21 = 4264029 \text{ кг/міс.}$$

При розрахунку необхідного основного і допоміжного обладнання визначається годинна продуктивність основного обладнання за формулою:

$$Q_2 = \frac{Q_M}{n_D \cdot n_Z \cdot t_Z}, \quad (2.23)$$

де Q_M – місячна продуктивність технологічної лінії, т;

- кількість робочих днів у місяці;
- кількість змін, шт.;
- тривалість робочої зміни, год.

Під час проектування та розрахунку технологічного обладнання враховуються такі фактори, як продуктивність печей, кількість виробничих ліній, що виготовляють запланований асортимент продукції, а також технічні характеристики обладнання.

Технологічна лінія включає повний комплект обладнання, необхідного для організації безперервного процесу виготовлення продукції на одній печі. До

					ХТ.ЛВХ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

складу такої лінії входить устаткування для приготування та бродіння напівфабрикатів і тіста, машини для оброблення тіста, а також апарати для вистоювання тістових заготовок.

Проводимо вибирання та розрахунок технологічного обладнання для виробництва батону нарізного. Приготування напівфабрикатів здійснюється за допомогою тістоприготувального агрегату І8-ХТА. У випадку використання тістомісильних машин періодичної дії визначається необхідна кількість машин.

Формуємо таблицю загального обсягу витрат сировини для батону нарізного, плетінки та булочок дитячих.

Необхідна витрата тіста визначається за формулою:

$$\text{Вит}_T = g_T \cdot K_3, \quad (2.24)$$

де g_T – маса тіста (опари, закваски або основного тіста), що замішується за 1 хв, кг;

K_3 – коефіцієнт, що враховує технологічні зупинки обладнання на обслуговування і очищення ($K_3 = 1,06–1,08$).

Підставляючи числові значення, отримуємо:

$$\text{Вит}_T = 11,53 \cdot 1,06 = 12,2 \text{ кг/хв.}$$

Кількість тістомісильних машин розраховується за формулою:

$$N_{т.м} = \text{Вит}_T / P, \quad (2.25)$$

де P – продуктивність однієї тістомісильної машини відповідно до її технічної характеристики, кг/хв.

Для машини І8–ХТМ продуктивність становить 15 кг/хв, отже після підставлення числових значень, отримаємо:

$$N_{т.м} = 12,2 / 15 = 0,8.$$

На основі проведених розрахунків приймаємо 1 од. обладнання.

Таким чином, встановлюється одна тістомісильна машина марки І8–ХТМ.

Вибір печей та розрахунок продуктивності

Для випікання батона нарізного, булочки дитячої та плетінки застосовується двоярусна тунельна хлібопекарська піч марки Г4-ХПН-3,0-50/2.

					ХТ.ЛВХ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Тривалість безперервної роботи печі протягом однієї зміни становить 10,5 години. Виготовлення вказаного асортименту продукції – батона нарізного, булочки дитячої та плетінки – здійснюється в одну зміну, яка триває 14 годин.

Виходячи із встановленого добового завдання, загальна продуктивність пекарського цеху з виробництва хлібобулочних виробів становить 14 тонн на добу. Відповідно до цього прийнято рішення про такий розподіл обсягів виробництва: батон нарізний – 8 т/добу; булочка Дитяча – 3 т/добу; плетінка – 3 т/добу.

Проведемо розрахунок годинної продуктивності двоярусної хлібопекарської печі з конвеєрною стрічкою, використовуючи дані таблиці 2.6. Для цього годинна продуктивність печі визначається за формулою:

$$P_h = 2 \cdot n_1 \cdot 60 \cdot G / t_B, \quad (2.26)$$

де n_1 – кількість виробів на одному ярусі (шт.);

G – маса одного виробу (кг);

t_B – тривалість випікання (хв).

Щоб обчислити n_1 – кількість виробів на одному ярусі печі, спочатку визначають, скільки виробів розміщується по ширині (n_2) і довжині (n_3) ярусу:

$$n_2 = (B - a) / (b + a), \quad (2.27)$$

$$n_3 = (L - a) / (l + a), \quad (2.28)$$

де a – відстань між виробами (мм),

b, l – ширина і довжина одного виробу (мм),

B, L – ширина і довжина ярусу печі (мм).

$$n_1 = n_2 \cdot n_3. \quad (2.29)$$

Далі проведемо розрахунки для різних видів виробів:

Батон нарізний:

$$n_2 = (2100 - 20) / (100 + 20) = 17 \text{ шт}$$

$$n_3 = (12000 - 20) / (300 + 20) = 37 \text{ шт}$$

$$n_1 = 17 \cdot 37 = 629 \text{ шт}$$

$$P_h = 2 \cdot 629 \cdot 60 \cdot 0,4 / 22 = 1372,3 \text{ кг/год.}$$

					ХТ.ЛВХ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Таблиця 2.6 – Дані для розрахунку продуктивності печей

Назва виробу	Розмір виробів, мм			Тривалість випікання, хв	Марка печі/кількість ярусів	Розмір поду 1 ярусу, мм		Маса виробу, кг
	довжина	ширина	діаметр			довжина	ширина	
Батон нарізний	300	100	-	22	Г4-ХПН-3,0-50/2	12000	2100	0,4
Булочка дитяча	-	-	90	20				0,1
Плетінка	200	100	-	22				0,2

Булочка дитяча:

$$n_2 = 18, n_3 = 108, n_1 = 1944 \text{ шт}$$

$$P_h = 2 \cdot 1944 \cdot 60 \cdot 0,1 / 20 = 1166,4 \text{ кг/год.}$$

Плетінка:

$$n_2 = 17, n_3 = 54, n_1 = 918 \text{ шт}$$

$$P_h = 2 \cdot 9118 \cdot 60 \cdot 0,2 / 22 = 1001,4 \text{ кг/год.}$$

Розрахунок кількості годин, необхідних для виконання добового завдання:

$$N_{\text{год}} = P_{\text{зад}} / P_h,$$

де $P_{\text{зад}}$ – добова потреба у виробі, кг;

P_h – продуктивність печі, кг/год.

Батон нарізний: $6000 / 1372,3 = 4,4$ год; булочка дитяча: $1500 / 1166,4 = 1,3$ год; плетінка: $1500 / 1001,4 = 1,5$ год.

Враховуючи розраховану продуктивність, усе виробництво здійснюється протягом однієї робочої зміни на печі марки Г4-ХПН-3,0-50/2. Для забезпечення потреб підприємства достатньо однієї печі.

З врахуванням зазначених даних, здійснюємо підбирання технологічного обладнання для лінії виробництва хлібобулочних виробів безопарного способу приготування та вибираємо відповідні технічні характеристики обладнання, які наведені в додатку А.

					ХТ.ЛВХ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

2.5 Висновки до розділу 2

1. У роботі подано опис технологічного процесу виготовлення хлібобулочних виробів, виготовлених безопарним способом, зокрема батонів нарізних, булочки Дитячої та плетінки. Також розроблено відповідну схему виробництва цих хлібобулочних виробів.

2. Виконано комплекс технологічних розрахунків, зокрема сформовано виробничу рецептуру хлібобулочних виробів, виготовлених безопарним способом та обчислено витрати сировини на етапі замішування тіста (табл. 2.3). Проведено детальний аналіз виходу готової продукції з урахуванням усіх видів втрат.

3. На основі розрахункових даних і розробленої технологічної схеми виготовлення хлібобулочних виробів створено машинно-апаратну схему процесу, у якій подано інформацію щодо необхідного обладнання для здійснення технологічних операцій.

4. Відповідно до встановленої добової продуктивності виробничої лінії та затвердженого виробничого плану підібрано необхідне технологічне обладнання, а також подано його основні технічні параметри.

					ХТ.ЛВХ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

3 БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Розрахунок площ приміщень виробничого призначення, підсобних і складських приміщень цеху

Габарити виробничої будівлі визначаються відповідно до потужності підприємства, специфіки технології приготування тіста та виду обладнання, що використовується у виробництві. Для забезпечення стабільної роботи виробництва було проведено розрахунок необхідних площ окремих виробничих зон.

Склад для зберігання основної та допоміжної сировини розраховується з нормативу 20 м² на кожну тону добової продуктивності:

$$S = 20 \cdot 14,5035 = 290,07 \text{ м}^2.$$

Приміщення просіювального та силосного відділення передбачає 4 м² на тону добової потужності:

$$S = 4 \cdot 14,5035 = 58,01 \text{ м}^2.$$

Вузол для приготування розчинів вимагає 1,5 м² на тону добової продуктивності:

$$S = 1,5 \cdot 14,5035 = 21,76 \text{ м}^2.$$

Тістопідготовче відділення займає 5 м² на кожну тону потужності:

$$S = 5 \cdot 14,5035 = 72,52 \text{ м}^2.$$

Відділення розподілення тіста потребує 6 м² на тону потужності:

$$S = 6 \cdot 14,5035 = 87,02 \text{ м}^2.$$

Пекарний зал розраховується з нормативу 9 м² на кожну тону:

$$S = 9 \cdot 14,5035 = 130,53 \text{ м}^2.$$

Сховище готової продукції та експедиція (упаковування) – 35 м² на тону хлібобулочних виробів, що підлягають зберіганню:

$$S = 35 \cdot 14,5035 = 507,62 \text{ м}^2.$$

Площа складу для допоміжної сировини визначається з урахуванням норм зберігання, добового споживання інгредієнтів, строків придатності та навантаження на 1 м² складської площі [5].

					ХТ.ЛВХ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Вся сировина для виробництва постачається у тарі. Розрахунок необхідного запасу сировини та площі для її зберігання наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Розрахунок складського запасу сировини в тарі та площі для її зберігання

Вид сировини	Середньодобове використання, кг	Тривалість зберігання, діб	Обсяг запасу, кг	Навантаження на 1 м ² , кг	Площа зберігання, м ²
Швидкопсувна сировина					
Пресовані дріжджі	111,12	3	333,36	540	0,62
Маргарин	84,18	5	420,90	400	1,05
Разом	-	-	754,26	-	1,67
Інша сировина					
Харчова сіль	50,51	15	757,65	800	0,95
Цукор-пісок	202,04	15	3030,60	800	3,80
Разом	-	-	3788,25	-	4,75

Таблиця 3.2 – Зведена таблиця виробничих зон приміщень

Назва приміщення	Площа, м ²
Склад для основної та додаткової сировини	255,6
Відділення підготовки сировини	51,2
Апаратний цех:	304,6
- вузол приготування розчинів	29,2
- вузол підготовки тіста	74
- дільниця формування тістових заготовок	76,7
- відгороджена зона для підкатних діж	19
- виробничий зал (випікання)	93,7
- вузол керування (пультова)	12
Укладальне відділення та зона пакування	106,2
Комірка для інвентарю прибирання	8
Побутове приміщення	70,6
Склад зберігання готової продукції	143,2

					ХТ.ЛВХ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Лабораторія	16,8
Склад зберігання тари	71,2
Сховище виробничого інвентарю	6
Сховище пожежного обладнання	12
Загальна площа	1045,4

3.2 Розроблення компонувального плану

Прийнята колонна сітка становить 6×12 м і 6×6 м, з параметрами будівлі: довжина – 42 м, ширина – 24 м. При проектуванні складу для зберігання борошна стіни, які межують з основним виробничим блоком, запроєктовані як протипожежні, 1-го або 2-го типу.

Конструкція будівлі передбачає використання швидкозбірного металевих каркасу з облицюванням із сендвіч-панелей. Покрівля – односкатна, плоска. Фундамент виконаний у вигляді металевих ростверка на гвинтових палях.

Проєктований хлібопекарський цех розміщується в межах міської забудови. Заплановано встановлення огорожі навколо території пекарні. Будівля забезпечується необхідними транспортними під'їздами: до платформ для завантаження й розвантаження, а також до складу борошна, обладнаного для приймання автопоїздів-борошновозів.

Оскільки виробнича потужність підприємства становить 15 тонн на добу, передбачено один в'їзд з майданчиком для розвороту транспорту та облаштуванням пожежних проїздів.

Ширина кільцевого проїзду довкола пекарні складає 7 метрів. Основні транспортні маршрути, як і вантажні майданчики біля складу та експедиції, матимуть асфальтобетонне покриття. Незабудовані зони планується озеленити. Також передбачено розміщення гаража для службового транспорту й торгової точки.

					ХТ.ЛВХ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Перекриття будівлі виконані з збірних конструкцій – залізобетонні ригелі та плити перекриття для прольотів 6 м (серія ПП-04), а також плити з попередньо напруженого бетону розміром 6×1,5×0,22 м. Ригелі мають висоту 450 мм, тавровий перетин з нижньою полицею і виступами для опори плит.

3.3 Розроблення плану апаратного відділення цеху та розташування обладнання

Під час планувального виробничого цеху необхідно враховувати такі ключові вимоги:

1. Розміщення обладнання має відповідати структурі обраного технологічного процесу. Планування виробничого обладнання повинно сприяти послідовному виконанню основних операцій: підготовки сировини, оброблення, контролю якості, виготовлення та відвантаження готової продукції.

2. Розташування обладнання, проходів та робочих зон повинно забезпечувати зручність експлуатації, безпеку праці, легкість монтажу, демонтажу і технічного обслуговування, а також ефективну подачу сировини та інструментів.

3. Рух потоків сировини та продукції має бути організований з урахуванням мінімальних транспортних витрат – шлях переміщення повинен бути максимально коротким, без зворотних або перехресних напрямів. Виробничі потоки не повинні перетинати зони проходу персоналу чи блокувати транспортні шляхи.

4. Планування має бути гнучким, тобто передбачати можливість змін у розташуванні обладнання при переході до нових або змінених технологічних процесів.

5. Проектування повинно також враховувати роботу інженерно-технічного персоналу, а також можливість впровадження автоматизованих систем обліку та керування виробничим процесом.

					ХТ.ЛВХ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Склад та планування виробничого і механічного цехів залежить від виду продукції, обраної технології, обсягів виробництва і форми його організації.

На кресленні хлібопекарського цеху, де виробляються хлібобулочні вироби безопарним способом приготування, схематично (у масштабі 1:100) зображено все виробниче обладнання, розташоване відповідно до технологічного ланцюга (рис.2.2). На плані зазначено всі конструктивні елементи будівлі: колони, зовнішні й внутрішні стіни, дверні та віконні прорізи. Усі функціональні приміщення підписані з позначенням їхньої площі, нанесено напрям технологічного процесу, а також розміри отворів між зонами.

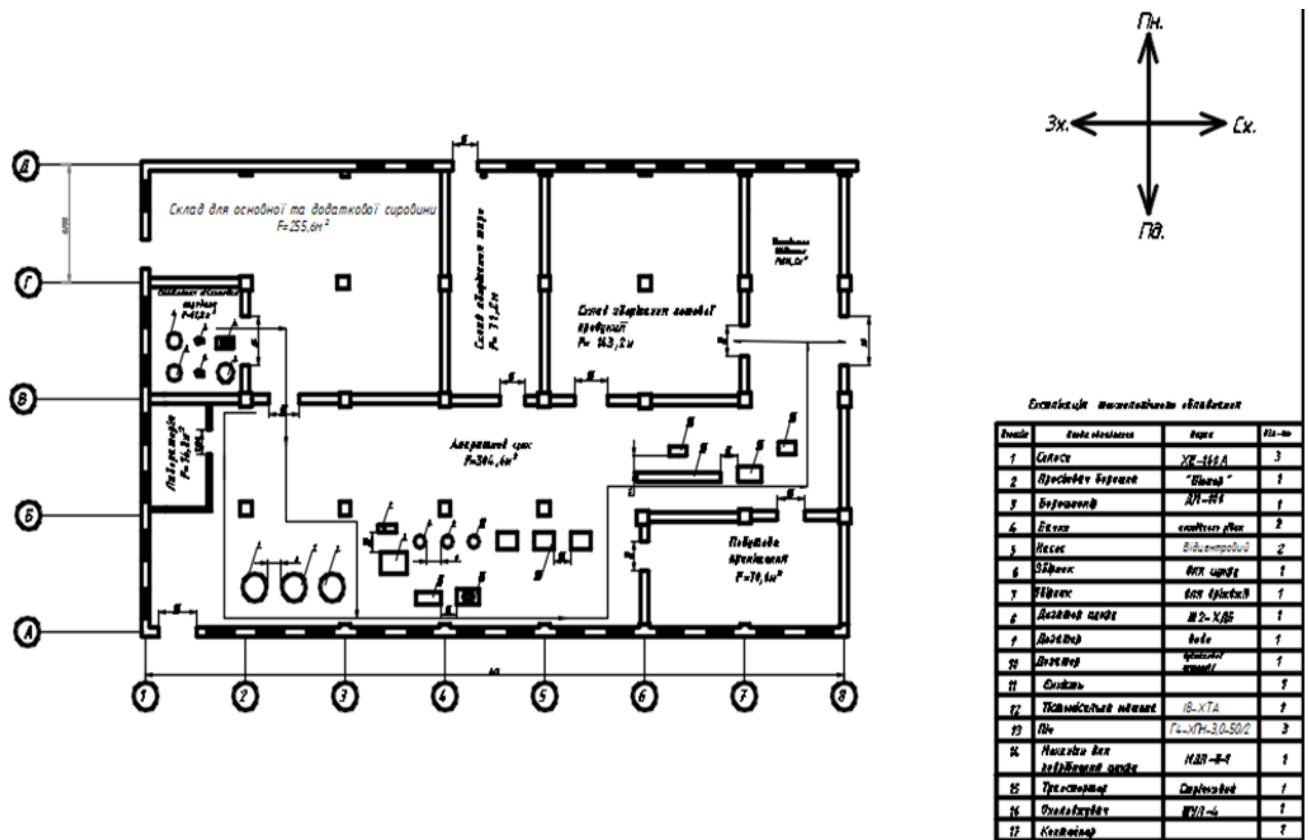


Рисунок 2.2 – План апаратного відділення цеху виробництва хлібобулочних виробів безопарним способом приготування

3.4 Висновки до розділу 3

1. Виконано розрахунок площ основного виробничого приміщення, допоміжних і складських зон цеху з виробництва хлібобулочних виробів безопарним способом приготування. Загальна площа, необхідна для розміщення технологічного обладнання та зберігання готової продукції, становить 304,6 м² з урахуванням кроку колон згідно з планувальними нормативами.

2. Планування приміщення цеху виконано відповідно до функціонального зонування виробничої будівлі. На плані передбачено розміщення основних та допоміжних виробничих відділів, технічних зон і проходів безпосередньо із врахуванням взаємозв'язку між ними та без деталізації розташування окремих одиниць обладнання.

3. Розроблено детальну схему організації апаратного цеху із розміщенням технологічного обладнання відповідно до технологічного процесу. Вказано напрямок руху продукції – від приймання сировини до заключного етапу упакування та фасування готових виробів, відповідно до нормативних вимог щодо розміщення обладнання.

					ХТ.ЛВХ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

4 ТЕХНОХІМІЧНИЙ ТА МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА

4.1 Технохімічний та технологічний контроль виробництва хлібобулочних виробів безопарного способу приготування

Метою контролю технологічного процесу є недопущення виготовлення продукції, що не відповідає встановленим стандартам, забезпечення дотримання технологічної дисципліни та виконання норм виходу готової продукції.

Контроль охоплює перевірку правильності дотримання рецептур, якості напівфабрикатів, обсягів використаної сировини, а також дотримання параметрів технологічного режиму – таких як кислотність, температура, тривалість бродіння, маса тістових заготовок, час вистоювання та умови випікання. Додатково здійснюється перевірка правильності укладання готової продукції та відповідності ключових технологічних показників.

Виконання контролю покладається на майстра-пекаря, змінного начальника, лабораторію та операторів на всіх етапах виробництва. Лабораторний контроль здійснюється вибірково, згідно з «Положенням про виробничі лабораторії» та затвердженим обсягом роботи, що визначається керівництвом підприємства.

Регулярне перевіряння справності дозувального обладнання, його технічне обслуговування і регулювання проводиться відповідно до графіку, розробленого відділом головного механіка і затвердженого головним інженером.

Процедура контролю кількісних параметрів технологічного процесу, а також норм виходу готової продукції здійснюється згідно з чинною інструкцією.

У випадку отримання партії борошна, виготовленої з використанням нестандартної сировини, підприємство має право зменшити допустиму вологість виробів, відповідно до нормативних документів і технологічного плану, що автоматично впливає на вологість тіста.

					ХТ.ЛВХ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

Контроль за дотриманням технологічного процесу вибірково здійснюється у всіх основних цехах хлібопекарських та кондитерських підприємств згідно з виробничим планом.

На складі сировини перевіряється правильність розміщення і маркування партій, відповідність тари та упаковки вимогам чинних ДСТУ та технічних умов, а також дотримання встановленого порядку передачі сировини у виробництво.

У відділенні підготовки допоміжної сировини контролюється щільність розчинів солі, цукру, дріжджового молока та правильність їх дозування. Вміст сухих речовин визначають за відносною густиною при 20 °С. Щільність сольового розчину перевіряють в останньому відсіку солерозчинника 2–3 рази за зміну ареометром. Цукрові розчини аналізують кожного разу при виготовленні нової порції за допомогою спеціального ареометра–цукриметра, що визначає вміст цукру у відсотках. На основі щільності за таблицями встановлюють вміст сухих речовин на 100 г або 100 мл розчину.

У тістоприготувальному відділенні перевіряють температурний режим напівфабрикатів, час бродіння, рівномірність замішування та правильність роботи дозувальної апаратури. Температура вимірюється технічним термометром у межах 0–50 °С з точністю 1 °С. Замірювання проводять на глибину 15–20 см протягом 2–3 хвилин. Час бродіння контролюється за тривалістю або кількістю ємностей із напівфабрикатами.

Готовність тіста визначається за ступенем розпушеності та збільшенням об'єму: воно має підніматися у 1,5–2 рази від початкового об'єму з появою ознак осідання. Тісто повинно бути еластичним, з добре вираженим спиртовим ароматом і опуклою поверхнею.

Контроль роботи дозаторів виконується через відбірання контрольної порції сировини – шляхом зважування однієї дози при порційному замішуванні або кількості сировини за 1 хв при безперервному процесі.

					ХТ.ЛВХ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Таблиця 4.1 – Організація виробничого контролю у цеху виробництва хлібобулочних виробів безопарного способу приготування

№ п/п	Технологічна стадія	Контрольні параметри	Метод контролю	Частота контролю
1	Приймання, зважування та зберігання сировини	Ступінь забруднення, час перебування сировини в зоні накопичення	Візуальний огляд	Для кожної партії
2	Дозування відповідно до рецептури	Точність та якість дозування інгредієнтів	Контрольне зважування	Упродовж кожної зміни
3	Підготовка додаткових інгредієнтів	Коректність дозування, вміст сухих речовин, дотримання температурного режиму	Технологічний контроль	Упродовж кожної зміни
	Приготування розчинів солі, цукру, дріжджового молока	Визначення щільності розчинів	Технологічний контроль	Упродовж кожної зміни
4	Приготування тіста	Температура, час бродіння, рівномірність замішування	Технологічний контроль	Для кожної партії
	Обробка та вистоювання тіста	Температура і вологість у камері вистоювання, тривалість процесу	Візуальний контроль	Упродовж кожної зміни
5	Формування заготовок	Стан готовності тіста, маса окремої заготовки	Візуальний контроль	Упродовж кожної зміни
6	Випікання заготовок	Якість зовнішнього вигляду, ступінь запечення, температура готового м'якушу	Технологічний контроль	Для кожної партії
7	Охолодження готової продукції	Візуальна оцінка стану виробів	Візуальний контроль	Для кожної партії

Точність дозування борошна, води, розчинів сировини та напівфабрикатів проводиться відбором порцій сировини за певний відрізок часу (15...60 с) залежно від кількості продукту, що дозується.

При обробленні та випіканні тіста контролюється маса шматка тіста, тривалість, температурний та вологісний режими вистоювання, тривалість випікання та температура робочої камери, точність роботи тістоділильника.

Точність роботи тестоділильника перевіряється шляхом зважування 10...20 шматків тіста, що виходять з машини поспіль (без пропуску шматків).

Закінчення вистоювання визначається за органолептичними ознаками. Тістові заготовки, що вистоялися, помітно збільшуються в об'ємі і після легкого натискання пальцями повільно приймають початкову форму.

Контроль готовності хлібобулочних виробів можна визначити за температурою м'якшув в момент виходу з печі.

У охолоджувальному приміщенні перевіряється якість готових виробів, правильність укладання та зберігання. Вибіркові зразки хлібобулочних виробів оцінюються за органолептичними показниками і на пропеченість.

4.2 Висновки до розділу 4

У цьому розділі наведено перелік операцій та охарактеризовано основні етапи технологічного контролю процесу підготовки сировини, приготування напівфабрикатів та виробництва готових хлібобулочних виробів безопарного способу приготування з врахуванням технічних вимог та вимог державних стандартів щодо якості і безпеки харчових продуктів.

					ХТ.ЛВХ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

5 ЕКОЛОГІЯ ТА ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Екологізація виробництва продукції

Хлібобулочна промисловість є соціально значущою галуззю харчової промисловості, але її діяльність пов'язана з викидами забруднювачів, великим енергоспоживанням та утворенням харчових відходів. Згідно з сучасними дослідженнями, виробництво хліба характеризується значним впливом на навколишнє середовище через використання ресурсів та енергії. Наприклад, Rafiee et al. (2024) вказують на широкомасштабний аналіз життєвого циклу виробництва хліба й виокремлюють «гарячі точки» (hotspots) у виробничому ланцюгу, пропонуючи шляхи мінімізації негативного впливу згідно з Цілями сталого розвитку.

В Україні зазначені загальні проблеми посилюються застарілим обладнанням і високим ресурсномістким виробництвом. Так, технологічна відсталість багатьох хлібо заводів спричиняє високу енерго- та матеріаломісткість продукції. Аналіз багатьох українських досліджень підтверджує, що для зменшення енерговитрат необхідне впровадження енергоефективних технологій – від оптимізації парових систем до модернізації печей і заміни ізоляційних матеріалів.

Суттєва увага надається також утилізації харчових відходів. Згідно з ЮНЕП, глобальні харчові втрати становлять близько 1 млрд тонн, причому помітну частку займають хлібні вироби. В Україні з'являються дослідження, що систематизують способи мінімізації хлібних відходів: від правильного планування виробництва і пакування до переробки залишків хліба у корисні продукти. Зокрема, сучасні роботи виділяють низку екологічних технологій переробки хлібних відходів: виробництво біопалива, ферментацію для отримання органічних кислот, використання в кормі худобі, брикетування та компостування.

Щодо безопарного способу приготування тіста, література зазначає його технологічні особливості: однофазне приготування скорочує цикл виробництва у

					ХТ.ЛВХ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

2,5–3 рази і потребує значно менше устаткування. Це потенційно сприяє економії енергії та площ на підприємстві. Однак прямий метод є менш гнучким, вимагає більше дріжджів і дає менш виражені смакові властивості виробів. Найновіші дослідження рекомендують оптимізувати безопарне бродіння (застосування прискорених методів, інтенсивної механічної обробки) для збереження енергії при досягненні необхідної якості хліба.

Наведемо основні напрями екологізації безопарного виробництва хлібобулочних вирбів, в тому числі енергозберігаючі та утилізаційні рішення:

1. *Енергоефективні печі та утилізація тепла.* Використання сучасних печей з рециркуляцією димових газів і парогенератором дозволяє економити 15–20% палива. Зберігання тепла відхідних газів і використання рекуператорів (повітрянагрівників та теплоутилізаторів) знижує витрати енергії на підігрів повітря та води. Наприклад, підвищення температури поданого в топку повітря на 1 °С може знизити температуру димових газів на 1 °С, економлячи паливо. Також зменшення температури конденсату на 10 °С дозволяє знизити витрати пари на (2,0–2,5)%, а охолодження регенованого повітря у сушильних установках до 40–45 °С – скоротити питомі витрати на сушку на 15–20%.

2. Оптимізація парових та електричних мереж. Рекомендовано налагодити ефективний хімічний і тепловий режим у парових котлах, усунути непотрібні продувки та модернізувати ізоляцію трубопроводів. Енергію у повільних періодах можна зберігати або перенаправляти, знижуючи втрати пара і електроенергії.

3. Рециркуляція та економія води. Для приготування тіста та миття обладнання потрібні великі об'єми води. Відтак необхідно впроваджувати системи очищення стічних вод і їх повторне використання. Системи замкнутого водообороту (рециркуляція) дозволяють зменшити водоспоживання та запобігти забрудненню довкілля. Наприклад, циркуляційний цикл гарячої води для миття ємкостей знижує витрати свіжої води. Спеціальні біо- чи ультрафіолетові установки очищають стічні води перед поверненням у виробничий цикл або скидом у каналізацію.

					ХТ.ЛВХ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

4. Альтернативні джерела енергії. Використання відновлюваних джерел енергії сприяє зниженню викидів CO₂. На підприємствах можливе встановлення сонячних панелей для генерації електроенергії, біогазових установок із органічних відходів (мистить тепло та електрику), а також використання теплових насосів для підігріву повітря чи води. Зокрема, застосування сонячної енергії для часткової підтримки технологічного процесу може знизити споживання енергоресурсів.

5. Екологічні інгредієнти та ресурсощадливі рецептури. Замінники традиційного борошна на нетрадиційне (бобові, злаки, псевдозлаки) підвищують харчову та біологічну цінність виробів і сприяють раціональному використанню сировини. Наприклад, до хліба вводять борошно вищого сорту з бульб *чуфи*, амаранту чи гречки, зерна льону чи соняшника – вони містять корисні жири та білки. Такі інгредієнти можуть отримуватись із місцевих джерел, зменшуючи логістичні витрати. Крім того, висівки та інші побічні продукти помелу допускається повертати у виробництво як частину борошна (цільнозернове борошно) або використовувати для збагачення складу тіста, що знижує відходи борошномельного виробництва.

6. Мінімізація та утилізація відходів. У безопарному процесі утворюються тістові залишки, обривки тіста і непродані вироби. Важливо організувати їх своєчасне збирання та перероблення. Частина обломків і крихт можна повторно вводити в тісто за умови збереження санітарних норм (так званий «хлібний мачок»). Непридатні для споживання залишки пропонують направляти на:

- випуск біопалива: висушена подрібнена крихта може слугувати основою для паливних брикетів або пелетів;
- кормові добавки: відходи хліба використовують як корм для свійських тварин після відповідного бактеріологічного опрацювання;
- компостування: органічні залишки (трохи старий хліб, тістові відходи) йдуть у компост для удобрення ґрунту;
- ферментація: хлібні відходи можуть бути сировиною для одержання біологічно активних речовин (наприклад, молочної або янтарної кислот) за допомогою дріжджових чи молочнокислих культур.

					ХТ.ЛВХ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

7. Оптимізація технологічних режимів. Використання прискорених методів безопарного приготування із застосуванням підкислювачів, ферментних препаратів або поліпшувачів також впливає на енерговитрати: скорочення часу вистоювання знижує споживання тепла на підтримку температури бродіння. Разом з тим автоматизація параметрів процесу (температури, вологості, дози дріжджів) допомагає зменшити браки і втрати сировини при випіканні, а отже – відходи.

8. Раціональне пакування. Застосування екологічно чистих пакувальних матеріалів (біорозкладних або перероблених) дозволяє зменшити пластмасові відходи. Перевагу надають паперовій і картонній упаковці з вторсировини або компостованих матеріалів, а також мінімізації кількості плівки. Важливо організувати роздільний збір використаної тари для переробки.

5.2 Організація охорони праці на виробництві хлібобулочних виробів безопарного способу приготування

У хлібопекарському виробництві характерні підвищені температури та виділення вологи (через роботу печей та парозволожувачів), що створює ризик опіків та теплових навантажень на організм.

Технологічний процес супроводжується інтенсивним шумом та вібрацією (від змішувачів тіста, конвеєрів тощо), а також розпилюванням борошна і борошняного пилу у повітря робочої зони. Це може викликати захворювання дихальних шляхів і підвищує пожежо- та вибухонебезпеку (борошно є горючим матеріалом).

Значний обсяг механізації й автоматизації збільшує ймовірність травмування: рухомі частини обладнання (тістоміси, вальці, конвеєри, пакувальні машини) становлять небезпеку затиснення чи відсіювання кінцівок – тому такі частини мають бути закриті огороженнями.

Іншими шкідливими факторами є високі рівні запилення (пил, пари, газ), механічні навантаження (піднімання важких мішків з борошном), слизька підлога при попаданні вологи чи мастил (для запобігання падінням використовується

					ХТ.ЛВХ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

антикорозійне покриття підлоги та відповідне спецвзуття), а також контакти з агресивними миючими засобами. Електробезпека забезпечується захисним заземленням; імовірність ураження електрострумом мінімізується через ізоляцію відкритих струмоведучих частин. Усі перелічені фактори (температура, шум, пил, механічні небезпеки) відносяться до типових шкідливих і небезпечних виробничих чинників харчової промисловості.

Заходи безпеки на етапах технологічного процесу

Цех приймання і зберігання борошна та інших інгредієнтів повинен добре вентилюватися та освітлюватися. На цьому етапі важливо уникати ручного піднімання важких вантажів (використовувати візки, талі, навантажувачі) та передбачати обладнання для аспірації або дозування зниження пилу. Працівники в цеху повинні користуватися захисними рукавичками при перевезенні контейнерів з сирими продуктами.

Змішування тіста. При роботі з тістомісильними машинами персонал повинен переконатися в наявності захисних кожухів і аварійного вимикача на устаткуванні. Перед додаванням інгредієнтів машина обов'язково вимикається. Суміші тіста містять багато пилу, тому працювати потрібно за увімкненої витяжної вентиляції (із дотриманням параметрів мікроклімату). Працівники одягають спецодяг (халат, косинку, рукавички) та респіратор (за потреби). Після завершення змішування очищення машини проводиться тільки після відключення від електроживлення.

Формування хлібобулочних виробів. На стадії розкочування, різання і формування слід застосовувати захисні огороження на вальцях, ножах та конвеєрах, а також пристрої для зупинки обладнання при витoku тіста чи загоранні. Працівники повинні уникати торкання рухомих деталей під час роботи – усі механізми запускаються та зупиняються за інструкціями. Санітарний режим підтримується миттям формувального обладнання після кожної зміни та дезінфекцією підлог (періодичне прибирання з мийними засобами знищує залишки тіста і запобігає запиленню).

Випікання. Оператори печей мають бути спеціально підготовлені, а печі – оснащені контрольно-вимірювальними приладами для контролю температури

					ХТ.ЛВХ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

пекарної камери, тиску пари, тривалості випікання і параметрів горіння палива. Система автоматичного керування і безпеки печі повинна своєчасно відключати подачу газу при пропаданні факела або перегріві, а також мати вибухові клапани для зниження тиску у разі раптового займання згідно ПП 1.8.11-152-2001. Примірні інструкції з охорони праці для пекаря по обслуговуванню тунельних печей бн-25, бн-50. Під час роботи пекар використовує термостійкі рукавички і спецвзуття; електропічі обладнуються системою занулення.

Охолодження. Гарячі хлібобулочні вироби після випікання знімають на стрічкові конвеєри або стелажі для охолодження. Підлога робочої зони повинна бути несквозною (щоб унеможливити падіння на вологому від пари покритті). Забороняється контактувати з гарячою поверхнею борошна без рукавичок. Охолодження проходить під витяжною вентиляцією (для видалення зайвої вологи і тепла). Пекар здійснює облік часу охолодження згідно технологічних нормативів, а спостереження за мікрокліматом приміщення здійснюється згідно з нормами (ДСН 3.3.6.042).

Пакування. На останньому етапі вироби фасуються та упаковуються. Машина для різання та пакування обладнуються захисними решітками, а оператори мають пройти інструктаж із безпечного обслуговування. Продукцію транспортують в спеціальних контейнерах (ящики, поддони) з урахуванням допустимих навантажень на статичні й пересувні поверхні.

5.3 Висновки до розділу 5

1. Висвітлено ряд вимог щодо екологічних аспектів функціонування підприємств хлібопекарської промисловості та наведено основні рішення екологізації роботи цеху з виробництва хлібобулочних виробів безопарним способом приготування.

2. Наведено вимоги до працівників, а також до експлуатації машини для запобігання виробничих травм і для безпечних умов праці на робочому місці.

					ХТ.ЛВХ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У межах цієї кваліфікаційної роботи розроблено проєкт технологічної лінії з виробництва хлібобулочних виробів, виготовлених безопарним способом.

У першому розділі – «Сучасні досягнення розвитку галузі» – представлено огляд актуальних тенденцій і новітніх технологічних рішень у сфері хлібопекарського виробництва. Проведено аналіз основних видів сировини, що використовується у виробництві, наведено її якісні характеристики, зокрема органолептичні та фізико-хімічні показники, а також обґрунтовано вимоги до якості готової продукції, отриманої безопарним способом.

Надано характеристику основної сировини, що використовується у процесі виробництва, з урахуванням чинних нормативних документів:

пшеничне борошно – ГСТУ 46.004-99;

кухонна сіль – ДСТУ 3583:2015;

маргарин – ДСТУ 4465:2005;

питна вода – ДСТУ 7525:2014;

хлібопекарські пресовані дріжджі – ДСТУ 4812:2007;

цукор – ДСТУ 4623:2023;

соняшникова олія – ДСТУ 4492:2017.

У результаті виконаних розрахунків визначено добову продуктивність проєктованого цеху – 14 503,5 кг продукції на добу, що відповідає щоденним потребам населення чисельністю 180 000 осіб.

Другий розділ – «Технологічна частина» – містить опис процесу виробництва хлібобулочних виробів безопарним способом, зокрема таких видів, як батон нарізний, булочка «Дитяча» та плетінка. Складено відповідну технологічну схему виробництва. Проведено технологічні розрахунки: визначено рецептуру для виготовлення пончиків, обчислено витрати сировини на заміс тіста та вихід готової продукції з урахуванням усіх виробничих втрат. Також виконано розрахунок потреби у сировині з урахуванням термінів зберігання та створення необхідного запасу.

					ХТ.ЛВХ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

На основі отриманих розрахункових даних і розробленої технологічної схеми складено машинно-апаратну схему виробництва, що містить перелік необхідного обладнання для здійснення технологічних операцій. Згідно з добовою продуктивністю та планом виробництва підбрано відповідне технологічне оснащення з описом його основних технічних характеристик.

У розділі «Будівельна частина» розраховано площі виробничих, допоміжних і складських приміщень проєктованого цеху. Основне виробниче приміщення, призначене для встановлення обладнання та зберігання готової продукції, має площу 304 м² з урахуванням міжколонної відстані. Розроблено план зонування апаратного цеху, з дотриманням вимог до розміщення обладнання та організації потоку продукції – від приймання сировини до пакування готових виробів.

Розділ «Технохімічний та мікробіологічний контроль виробництва» охоплює опис основних етапів технологічного контролю – підготовка сировини, приготування напівфабрикатів, формування і випікання виробів. Враховано вимоги технічної документації, державних стандартів та критерії безпеки й якості харчових продуктів.

У розділі «Екологія та охорона праці» розглянуто екологічні аспекти діяльності хлібопекарських підприємств та окреслено ключові рішення щодо екологізації процесу виробництва. Наведено також заходи з охорони праці, спрямовані на створення безпечних і комфортних умов праці для персоналу цеху.

					ХТ.ЛВХ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Мазурак Н. І. Хлібобулочні вироби: навчально-методичний посібник. Коломия: Коломийський індустріально-педагогічний технікум, 2019. 64 с.
2. Онофрійчук Л. І., Хідченко М. О. Аналіз технології приготування страв та кулінарних виробів з борошна. Навч. посіб., Київ : НУХТ, 2020. 225 с.
3. Ряполова, І. О., & Новікова, Н. В. Обґрунтування використання інгредієнтів функціонального спрямування при виробництві хлібобулочних виробів. Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки, (1), 2025, 459-472.
4. Борошно пшеничне. Технічні умови ГСТУ 46.004-99 [Чинний від 1999-08-01]; Державний стандарт України: Київ, 1999; 14 с.
5. Сіль кухонна. Загальні технічні умови. З поправкою ДСТУ 3583:2015 [Чинний від 2017-07-01] Національний стандарт України: Київ, 2015. 22 с.
6. Маргарин. Загальні технічні умови. Зміна № 2 ДСТУ 4465:2005 [Чинний від 2016-11-01] Державний стандарт України: Київ, 2016. 26 с.
7. Продукти ячні. Технічні умови. ДСТУ 8719:2017 [Чинний від 2019-01-01] Національний стандарт України: Київ, 2017. 24 с.
8. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості ДСТУ 7525:2014 [Чинний від 2015-02-01] Національний стандарт України: Київ, 2014. 32 с.
9. Дріжджі хлібопекарські пресовані. Технічні умови ДСТУ 4812:2007 [Чинний від 2009-01-01] Національний стандарт України: Київ, 2007. 28 с.
10. Цукор. Технічні умови ДСТУ 4623:2023 [Чинний від 2023-11-01] Національний стандарт України: Київ, 2023. 22 с.
11. Олія соняшникова. Технічні умови ДСТУ 4492:2017 [Чинний від 2019-01-01] Національний стандарт України: Київ, 2017. 18 с.
12. Касянчук В. В., Бергілевич О. М. Вивчення методів оцінки енергетичної, харчової та біологічної цінності харчових продуктів. Навч. посіб., Суми : СДУ, 2019. 32 с.
13. Бажай-Жежерун, С. А., Береза-Кіндзерська Л.В., Тогачинська О.В. Підвищення харчової цінності хліба шляхом збагачення його рослинною білкововмісною сировиною. Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського, 2021. Том 32(71), №2. С. 125-130.

					ХТ.ЛВХ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

14. Дробот В.І. Довідник з технології хлібопекарського виробництва. Довідник: навч.посібник, 2-е вид., Київ «ПрофКнига», 2019. 580с.
15. Дударєв, І. М., & Панасюк, С. Г. Технологічні розрахунки переробних та харчових виробництв. Навчальний посібник. Луцьк: ІВВ Луцького НТУ, 2019. 432 с .
16. Гвоздецька Ю., Філімонова І. Приготування борошняних страв. Збірник технологічних карток. Навч.-метод. посіб. для самостійної роботи студентів; МОН України, Уманський держ. пед. ун-т імені Павла Тичини. Умань : Візаві, 2022. 104 с.
17. kumka.ua@kumka.ua Хлібопекарське обладнання. PDF-каталог
18. Дробот В.І., Юрчак В.Г., Білик О.А. та ін. Технохімічний контроль сировини та хлібобулочних і макаронних виробів: навч. посіб. за ред. В. І Дробот; Нац. унт харч. технол. К. : Кондор, 2015. 972 с.
19. Посібник з впровадження методики ресурсоефективного та більш чистого виробництва http://www.recpc.org/wp-content/uploads/2018/02/Posibnik_CentrREChV_14-05-17_Prew.pdf
20. Васільцова О.В. Екологічні аспекти функціонування хлібопекарських підприємств України. Інвестиції: практика та досвід № 17/2018. С.61-66.
21. Загальні технології харчової промисловості. Навчальний посібник у 2 ч. Ч. 1 / уклад. Ф.В. Перцевой, В.І. Ладика, П.П. Пивоваров, О.О. Гринченко, Н.В. Камсуліна, О.Б. Дроменко, О.Ю. Мельник, О.В. Котляр, А.М. Діхтярь, С.Б. Омельченко, С.П. Боковець. Х. : СНАУ, 2021. 317 с.
22. О.В. Войналович, Є.І. Марчиниша. Охорона праці в галузі (харчові технології). Підручник для студентів спеціальності «Харчові технології».-К.: Центр навчальної літератури, 2018. 582 с
23. Кваліфікаційна робота бакалавра: Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра для здобувачів першого (бакалаврського) рівня ОП «Харчові технології» спеціальності 181 Харчові технології денної та заочної форм навчання / уклад. С.Г. Панасюк, І.М. Дударєв – Луцьк: Луцький НТУ, 2020. – 26 с.

					ХТ.ЛВХ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

ДОДАТКИ

					ХТ.ЛВХ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

ДОДАТОК А.

Перелік необхідного технологічного обладнання: .

1. Силоси ХЕ–160А призначені для зберігання борошна:

– місткість 1 – 48,8 м³, 2 – 52,9 м³, 3- 55,2 м³ ;

– діаметр, мм - 2500;

Габаритні розміри:

– довжина, мм – 2500;

– ширина, мм – 2500;

– висота, мм – 11895;

Маса, кг – 4394.

2. Просіювач “Піонер” призначений для просіювання борошна:

– продуктивність, кг/год – 11000;

– встановлена потужність електродвигуна, кВт – 1,1;

Габаритні розміри:

– довжина, мм – 1093;

– ширина, мм – 410;

– висота, мм – 951.

Маса, кг – 32.

3. Шлюзовий живильник М–116 призначений для регулювання витрати борошна із силосів:

– встановлена потужність електродвигуна, кВт – 0,6;

– продуктивність, т/год – 4,5;

– встановлена потужність електродвигуна, кВт – 26;

– витрата стислого повітря, м³/сек. – 0,05;

Маса, кг – 150.

4. Автоборошновимірювач ДМ-100 застосовують для контролю маси борошна:

– місткість бункера, кг – 100;

– межі відвішування, кг – до 100;

– встановлена потужність електродвигуна, кВт – 1;

					ХТ.ЛВХ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

Габаритні розміри:

- довжина, мм – 1565;
- ширина, мм – 1075;
- висота, мм – 1530.

Маса, кг – 181.

5. Дозатор Ш2-ХДБ призначений для дозування води, цукру та інших компонентів необхідних для приготування тіста:

- встановлена потужність електродвигуна, кВт – 0,4;

Габаритні розміри:

- довжина, мм – 1540;
- ширина, мм – 870;
- висота, мм – 1910.

6. Дозатор дріжджової суспензії (черпакового типу) призначений для дозування рідких або розчинених пресованих дріжджів:

- встановлена потужність електродвигуна, кВт – 0,4;

Габаритні розміри:

- довжина, мм – 740;
- ширина, мм – 620;
- висота, мм – 780.

7. Тістомісильна машина І8-ХТА призначена для замісу опари і тіста вологістю не менше 39% в підкочуючих діжах:

- продуктивність, т/год. – 7;
- встановлена потужність електродвигуна, кВт – 5,5;

Габаритні розміри:

- довжина, мм – 1325;
- ширина, мм – 795;
- висота, мм – 1110;

Маса, кг – 293.

					ХТ.ЛВХ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

8. Охолоджувач ШУЛ-4 призначений для охолодження кондитерських виробів:

- продуктивність, кг/год. – до 300;
- встановлена потужність електродвигуна, кВт – 3,5:

Габаритні розміри:

- довжина, мм – 3500;
- ширина, мм – 1700;
- висота, мм – 2100.

9. Стрічковий горизонтальний транспортер призначений для транспортування харчових продуктів, тари та готової продукції загальною вагою до 10 кг в горизонтальній площині:

- продуктивність, т/год. – 40;
- встановлена потужність приводу, кВт – 1,1;

Габаритні розміри:

- довжина, мм – 5000;
- ширина, мм – 500;

Маса, кг – 250.

					ХТ.ЛВХ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64