

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО
ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕКОЛОГІЇ
КАФЕДРА ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ГОТЕЛЬНО-РЕСТОРАННОЇ
СПРАВИ**

«Допущено до захисту»
протокол засідання кафедри
№ 7 від « 30 » 01 2026 року
Зав. кафедрою ХТГРС
д.т.н, професор Прісс Олесь ПРІСС

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

СВО «Магістр»
за освітньо-професійною програмою «Індустрія здорового харчування»
зі спеціальності 181 «Харчові технології»
(освітній ступінь, ОПП, спеціальність)

на тему: Удосконалення технології виробництва хлібобулочних виробів
функціонального призначення

23ХТК 6848815.02.26.

Виконала: <u>студентка</u>	<u>21 МБ ХТ групи</u>	<i>Клименко</i> (підпис)	<u>Юлія КЛИМЕНКО</u> (прізвище та ініціали)
Керівник:	<u>к.т.н., доц. каф.</u> <u>ХТГРС</u> (науковий ступінь, вчене звання)	<i>Загорко</i> (підпис)	<u>Надія ЗАГОРКО</u> (прізвище та ініціали)
Консультант з ОП:	<u>к.т.н., доцент</u> (науковий ступінь, вчене звання)	<i>Зоря</i> (підпис)	<u>Михайло ЗОРЯ</u> (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	<u>к.с.- г.н., доцент</u> (науковий ступінь, вчене звання)	<i>Кюрчева</i> (підпис)	<u>Людмила КЮРЧЕВА</u> (прізвище та ініціали)

Запоріжжя – 2026 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО

Інститут або факультет агротехнологій та екології
Кафедра харчових технологій та готельно-ресторанної справи
(назва кафедри)
Ступінь вищої освіти Магістр
Галузь знань G «Інженерія, виробництво та будівництво»
(шифр і назва)
Спеціальність G13 «Харчові технології»
Освітня програма Індустрія здорового харчування
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедри ХТГРС
д.т.н., професор Олесь Прісс
(підпис)(ініціали та прізвище)

« 20 » __ 10 __ 2025р.

ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

СТУДЕНТУ Клименко Юлії
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Удосконалення технології виробництва хлібобулочних виробів функціонального призначення»
керівник роботи к.т.н., доцент Надія Загорко
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

затвержені наказом Ректора університету від «16 » 10 2025 р. № 479 С

2. Строк подання студентом роботи « 17» _ 01 _ 2026 р.

3. Вихідні дані до роботи Виробництво х/б виробів функціонального призначення

4. Перелік питань, які потрібно розробити Вступ; Аналітичний огляд літератури; Характеристика казеїну як перспективної сировини для функціонального хліба; Вивчення впливу використання казеїну в технології виробництва хліба; Об'єкти, методика та умови проведення досліджень; Результати досліджень та їх узагальнення; Технологічна частина роботи; SWOT-аналіз конкурентних переваг та перспектив інноваційної технології; Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях; Висновки; Список літературних джерел.

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав (дата)	завдання прийняв (підпис)
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Михайло Зоря, к.т.н., доцент, завідувач кафедри цивільної безпеки	20.10.25	17.01.26 Зоря

6. Дата видачі завдання

20.10.2025р.**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи (місяць)	Відмітка керівника про виконання (засвідчується підписом)
Вступ	вересень	Загорко
Аналітичний огляд літератури	жовтень	Загорко
Об'єкти, методика та умови проведення досліджень	жовтень	Загорко
Результати досліджень та їх узагальнення	листопад	Загорко
Технологічна частина	листопад	Загорко
SWOT- та TOWS-аналіз конкурентних переваг	грудень	Загорко
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	грудень	Загорко
Висновки	січень	Загорко
Список використаної літератури	січень	Загорко

Студент

Клименко
(підпис)Юлія Клименко
(ініціали та прізвище)

Керівник роботи

Загорко
(підпис)Надія Загорко
(ініціали та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Клименко Ю.О. Удосконалення технології виробництва хлібобулочних виробів функціонального призначення – Кваліфікаційна робота. Кафедра харчових технологій та готельно-ресторанної справи. – Запоріжжя, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, 2026.

Текст викладений на 102 сторінках, містить 6 розділів, 32 таблиці, 6 рисунків, 48 літературних джерел.

У роботі досліджено використання казеїну як функціональної добавки у виробництві хлібобулочних виробів. Проведено аналіз науково-технічної літератури, що підтверджує перспективність використання цього білка для підвищення харчової цінності та якості продукту. Розроблено апаратурно-технологічну схему виробництва хліба з додаванням казеїну, визначено оптимальні технологічні параметри процесу.

Експериментально встановлено, що оптимальна концентрація казеїну становить 3% від маси борошна. Додавання цієї кількості забезпечує покращення органолептичних властивостей, збільшення білкової складової до 9,7% та збереження вологості в готовому виробі. Зокрема, хліб із додаванням казеїну характеризується рівномірною пористістю, еластичністю м'якушки, насиченим смаком і привабливим зовнішнім виглядом.

Розрахунок енергетичної цінності показав, що калорійність продукту зберігається на рівні традиційного хліба — 225,6 ккал на 100 г. Це підтверджує доцільність використання казеїну для створення продуктів здорового харчування, що відповідають сучасним споживчим вимогам.

Результати можуть бути використані для впровадження інноваційної технології у виробництві функціональних хлібобулочних виробів та підвищення конкурентоспроможності підприємств хлібопекарської галузі.

Ключові слова: казеїн, хлібопекарство, білкова добавка, функціональні продукти, харчова цінність, органолептичні властивості, технологічний процес, оптимальна концентрація, здорове харчування.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ ЗА ОБРАНОЮ ТЕМОЮ	
1.1 Сучасні тенденції розвитку хлібопекарної галузі	11
1.2. Функціональні хлібобулочні вироби: поняття, класифікація та основні характеристики	15
1.3 Білки в хлібопекарстві: роль, види та джерела	20
1.4 Використання казеїну як добавки до хлібобулочних виробів	22
1.5 Дослідження вітчизняних та міжнародних науковців щодо використання казеїну у хлібопекарстві.	25
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ, МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	28
2.1. Програма досліджень та схема дослідів	28
2.2. Об'єкти та матеріали досліджень	30
2.3. Методика проведення досліджень	31
2.4. Умови приведення досліджень	33
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ УЗАГАЛЬНЕННЯ	35
РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	
4.1 Розробка принципової технологічної схеми виробництва хліба із використанням казеїну	51
4.2 Опис апаратурно-технологічної схеми.	54
РОЗДІЛ 5. SWOT-АНАЛІЗ ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ХЛІБА З ВИКОРИСТАННЯМ КАЗЕЇНУ	58
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	68
6.1 Загальні вимоги охорони праці на хлібопекарському виробництві	
6.2 Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів при проведенні основних технологічних операцій	68

6.3 Специфічні вимоги при роботі з казеїном	74
6.4 Протипожежна безпека	80
ВИСНОВКИ	96
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	99

ВСТУП

Актуальність теми. У сучасних умовах розвитку харчової промисловості важливим завданням є створення продуктів, які відповідають не лише базовим енергетичним потребам споживачів, а й сприяють покращенню здоров'я, профілактиці захворювань та підтримці оптимального фізіологічного стану організму. Серед усіх хлібобулочних виробів особливе місце займають продукти функціонального призначення, що характеризуються підвищеною біологічною цінністю та цільовими властивостями [1].

В Україні, як і в усьому світі, спостерігається зростання поширеності хвороб, пов'язаних із дефіцитом або дисбалансом білків у раціоні. Зокрема, значна частина населення стикається із наслідками недостатнього вживання білків, таких як порушення метаболізму, зниження імунітету, уповільнення регенеративних процесів. У цьому контексті важливим є розроблення продуктів із підвищеним вмістом високоякісних білків, доступних для широкого кола споживачів [2].

Казеїн, як основний молочний білок, є особливо перспективним компонентом для створення функціональних хлібобулочних виробів. Цей білок містить усі незамінні амінокислоти, необхідні для нормального функціонування організму, а також відрізняється високою засвоюваністю та добрими функціональними властивостями. Введення казеїну до складу хліба дозволяє не лише збагачувати продукт білком, але й позитивно впливати на структуру тіста, його реологічні властивості, а також покращувати текстуру і смакові характеристики готового виробу [3].

Важливість цього напряму досліджень підтверджується інтересом провідних наукових установ та фахівців. Зокрема, у Європі дослідженням білкових добавок у хлібопекарській галузі займаються вчені Гулліхсен Р. (Фінляндія) [1] та Шульц Ф. (Німеччина) [2], які досліджують вплив молочних білків на якість тіста і хліба. У США Хаддад М. [3] займається вивченням функціональних властивостей білків у хлібобулочних виробках, акцентуючи

увагу на їх харчовій цінності. В Україні проблематика збагачення хліба білковими добавками досліджується в Інституті харчової біотехнології та геноміки НАН України (Київ), а також вченими М.І. Петровою та О.О. Степаненко [4], які аналізують можливості інтеграції молочних білків у рецептури хлібопекарських продуктів.

На сьогодні існують значні перспективи для вдосконалення рецептур і технологій виробництва білкових хлібобулочних виробів. Використання казеїну як функціональної добавки дозволяє розв'язувати декілька важливих завдань: збільшити біологічну цінність продуктів [8], розширити асортимент хліба, адаптувати продукцію до потреб окремих категорій споживачів (спортсменів, дітей, осіб похилого віку) та сприяти профілактиці білкового дефіциту [5].

Дослідження у цій галузі також сприяють розв'язанню проблем хлібопекарської промисловості, таких як забезпечення стійкості тіста до механічних впливів, зменшення його розтікання під час вистоювання та покращення стабільності виробничого процесу [6]. У той же час вони дають змогу створювати продукти з новими органолептичними характеристиками, що відповідають сучасним запитам споживачів [7].

Актуальність теми посилюється також потребою підвищення конкурентоспроможності вітчизняних хлібобулочних виробів на міжнародному ринку. Розроблення новітніх технологій із використанням казеїну як функціональної добавки може сприяти посиленню експортного потенціалу галузі та зміцненню позицій України як виробника якісних продуктів харчування [9].

Мета і задачі дослідження.

Мета роботи — науково обґрунтувати і розробити технологію хліба функціонального призначення із використанням казеїну як харчової добавки, спрямованої на підвищення білкової цінності продукту.

Задачі дослідження:

1. Дослідити вплив казеїну на фізико-хімічні, реологічні та органолептичні властивості хлібного тіста.
2. Визначити оптимальну кількість добавки для забезпечення високої якості готового продукту.
3. Провести оцінку харчової цінності та функціональних властивостей отриманого хліба.
4. Надати рекомендації щодо технологічного процесу виробництва хліба з казеїном.
5. Провести SWOT-аналіз впровадження нової технології функціонального хліба.
6. Визначити основні вимоги з охорони праці та заходи безпеки в умовах виробництва і в надзвичайних ситуаціях.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва хліба функціонального призначення з додаванням казеїну.

Предмет дослідження – пшеничне борошно вищого сорту, казеїн, дріжджі хлібопекарські пресовані, хліб функціонального призначення з підвищеним вмістом білка.

Методи дослідження - загальнонауковий метод аналізу літературних джерел; органолептичні методи; математично-статистичні методи обробки експериментальних даних із використанням комп'ютерних технологій.

Наукова новизна одержаних результатів.

Вперше розроблено технологію хліба функціонального призначення із застосуванням казеїну, яка відрізняється інтеграцією білкової добавки в рецептуру та адаптацією технологічного процесу для забезпечення оптимальних реологічних властивостей тіста. Це дозволило підвищити білкову цінність продукту на [показник]% у порівнянні з традиційними видами хліба, а також зберегти органолептичні властивості на високому рівні.

Практичне значення одержаних результатів.

Результати дослідження можуть бути використані у хлібопекарській промисловості для виробництва функціонального хліба, що відповідає сучасним вимогам споживачів до здорового харчування.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Наукова робота була виконана впродовж 2025 – 2026 рр. на базі лабораторії «Технологія первинної переробки і зберігання продуктів рослинництва» НДІ Агротехнології та екології Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного у рамках науково-дослідної програми «Обґрунтування та розробка нових і вдосконалення існуючих технологій охолоджених та консервованих рослинних продуктів» (ДР № 0116U002734).

РОЗДІЛ 1

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ ЗА ОБРАНОЮ ТЕМОЮ

1.1 Сучасні тенденції розвитку хлібопекарної галузі

Хлібопекарна промисловість є однією з найбільших та найважливіших галузей харчової промисловості в Україні, забезпечуючи населення основним продуктом харчування — хлібом. Станом на сьогодні, Україна займає одне з провідних місць у світі за споживанням хлібобулочних виробів на душу населення. Хліб є основною складовою раціону українців, тому розвиток галузі має важливе значення для продовольчої безпеки країни [10].

В Україні хлібопекарна промисловість відзначається високим рівнем конкуренції, де традиційні великі підприємства поєднуються з малими та середніми виробниками, які орієнтовані на виробництво нішевих і спеціалізованих продуктів. Більшість хлібозаводів використовують автоматизовані лінії та сучасні технології, що дозволяє підвищити ефективність виробництва та забезпечити стабільну якість продукції. Однак, незважаючи на це, галузь стикається з певними труднощами, зокрема, з високими витратами на енергоресурси та сировину, а також із проблемами, що виникають через застаріле обладнання на деяких підприємствах [11].

На світовому ринку хлібопекарної продукції також спостерігається значне зростання інтересу до функціональних хлібобулочних виробів. Провідні країни, такі як США, Великобританія, Німеччина та Фінляндія, активно впроваджують новітні технології в хлібопекарне виробництво, орієнтуючись на потреби здорового харчування та дієтичного харчування. Наприклад, в країнах Європейського Союзу спостерігається зростання попиту на безглютенові та збагачені хлібобулочні вироби. Така зміна в попиті зумовлена збільшенням

кількості людей, які мають харчову непереносимість, а також загальним трендом на здоровий спосіб життя [12].

Зміни у споживчих уподобаннях останніх років свідчать про зростаючий інтерес до здорового харчування та продуктів з підвищеною харчовою цінністю. Все більше людей обирають хлібобулочні вироби не тільки за їх смаковими якостями, а й за їх здатністю сприяти здоров'ю. Поширення хронічних захворювань, таких як ожиріння, діабет та серцево-судинні хвороби, змушує споживачів звертати увагу на продукти, що можуть допомогти в профілактиці цих захворювань або забезпечити організм необхідними нутрієнтами.

На ринку з'являється нова категорія споживачів, які прагнуть отримувати від хлібобулочних виробів не лише енергію, але й додаткові поживні речовини, такі як білки, клітковина, мікроелементи та вітаміни. Наприклад, хліб з підвищеним вмістом білка, збагачений омега-3 жирними кислотами або фолієвою кислотою, стає все більш популярним серед людей, що ведуть активний спосіб життя або прагнуть покращити своє здоров'я. Відповідно, підприємства хлібопекарної галузі повинні адаптувати своє виробництво до цих нових потреб, розширюючи асортимент функціональних хлібобулочних виробів.

Особливу увагу привертають безглютенові продукти, оскільки значна частина населення страждає від непереносимості глютену або вибирає безглютенову дієту з інших причин. Цей тренд спостерігається як в Україні, так і на світовому ринку. Відповідно, зростає попит на безглютеновий хліб та інші хлібобулочні вироби, що не містять глютену. Однак виробництво безглютенового хліба має свої технічні складнощі, оскільки заміна традиційних інгредієнтів потребує нових технологічних рішень і формул [13].

Одна з головних проблем, з якими стикається хлібопекарна промисловість в Україні, — це зниження якості сировини. Враховуючи зміну кліматичних умов, зниження врожайності пшениці та інші фактори, які впливають на якість борошна, хлібопекарі змушені шукати альтернативи

традиційним сировинним компонентам. Це також підвищує витрати на виробництво хлібобулочних виробів.

Іншим значущим викликом є застаріле обладнання на деяких підприємствах. Більшість хлібо заводів використовують технології, які вже не відповідають вимогам сучасного виробництва. Це створює проблеми із забезпеченням належної якості та збільшенням витрат. Багато підприємств потребують модернізації і впровадження нових автоматизованих ліній для поліпшення виробничих процесів, що дозволить знизити собівартість продукції та підвищити її якість [14].

Ще однією важливою проблемою є висока енергоємність хлібопекарного виробництва, що в умовах економічної нестабільності та високих тарифів на енергоносії стає значною перепоною для зростання галузі. Для подолання цих труднощів необхідні інвестиції в енергоефективні технології та системи, що дозволять значно знизити витрати на енергію [15].

Окрім цього, одним з ключових викликів є необхідність адаптації виробництва до змін у споживчих уподобаннях та попиті на функціональні продукти. З ростом інтересу до здорового харчування, хлібопекарні повинні вчасно реагувати на ці зміни, впроваджуючи нові рецептури та технології. Технологічні труднощі, зокрема при використанні нових інгредієнтів, таких як казеїн або безглютенові компоненти, вимагають від виробників не тільки технологічних, але й маркетингових змін [16].

Таким чином, хлібопекарна промисловість України та світу стикається з низкою проблем, які потребують комплексного підходу до їх вирішення. Впровадження інноваційних технологій, модернізація виробництва та адаптація до змін у споживчих уподобаннях стануть ключовими факторами, які визначатимуть майбутнє галузі [17].

Таблиця 1.1 надає огляд основних характеристик та відмінностей між хлібопекарною промисловістю в Україні та світі, а також змін у попиті на функціональні хлібобулочні вироби. Це дозволяє краще зрозуміти сучасний

стан галузі, існуючі проблеми та виклики, а також тенденції у виробництві та споживанні продуктів, які є важливими для вашого дослідження.

Таблиця 1.1

Порівняння стану хлібопекарної промисловості в Україні та світі, зміни в попиті на функціональні хлібобулочні вироби.

Показники	Україна	Світ (Європа, США, Азія)
Обсяг виробництва хлібобулочних виробів	Понад 3 млн тонн хліба на рік (станом на 2023 рік)	Прогнозується зростання виробництва функціональних хлібобулочних виробів на 5-7% щорічно до 2025 року
Попит на функціональні хлібобулочні вироби	Обмежений, в основному в великих містах (хліб з додаванням клітковини, безглютеновий хліб)	Зростає попит на безглютенові та білкові хлібобулочні вироби (США, Європа)
Технологічний рівень виробництва	Переважно традиційні методи та застаріле обладнання на частині підприємств	Високий рівень автоматизації, застосування інноваційних технологій та функціональних добавок
Використання інгредієнтів з підвищеною харчовою цінністю	Обмежене використання нових інгредієнтів (казеїн, пробіотики, омега-3)	Активне впровадження таких інгредієнтів у багатьох країнах (наприклад, продукти з омега-3, функціональні волокна)
Основні проблеми	Висока енергоємність виробництва, проблеми з якістю сировини, застаріле обладнання	Висока конкуренція, проблеми зі збереженням якості інгредієнтів, високі витрати на інновації
Інтерес до здорового харчування	Зростаючий, але не так швидко, як у західних країнах	Суттєвий, велика увага до продуктів з низьким вмістом цукру, безглютенових, органічних продуктів
Ринок безглютенових продуктів	Стає популярним у великих містах, але має обмежений попит	Широко представлений, особливо в США та Європі, попит зростає на рівні 10-15% щорічно

1.2 Функціональні хлібобулочні вироби: поняття, класифікація та основні характеристики

Функціональні хлібобулочні вироби є особливою категорією хлібної продукції, яка характеризується додатковими корисними властивостями, що виходять за межі традиційної харчової цінності [18]. Їх основною метою є не тільки забезпечення організму енергією, але й сприяння підтриманню здоров'я завдяки збагаченню продуктів певними корисними речовинами. Це можуть бути біологічно активні компоненти, які мають здатність позитивно впливати на фізіологічні функції організму, знижувати ризик розвитку певних захворювань або покращувати загальний стан здоров'я [19].

Таблиця 1.2 містить класифікацію функціональних хлібобулочних виробів за основними ознаками, що дає змогу зрозуміти різноманітність цих продуктів і допомагає виокремити їх характерні властивості.

Таблиця 1.2

Класифікація функціональних хлібобулочних виробів за основними ознаками

Тип виробу	Опис	Основні інгредієнти	Особливості
Безглютеновий хліб	Хліб без глютену, призначений для людей з непереносимістю глютену.	Борошно без глютену (рисове, кукурудзяне, соєве), вода, дріжджі, підсилювачі текстури.	Виготовляється з альтернативних видів борошна. Має специфічну текстуру та смак.
Збагачений білками хліб	Хліб, збагачений білками, зазвичай для спортсменів або людей з високими потребами в білках.	Білки з молочних продуктів (казеїн), соя, сироватковий білок, яйця.	Підвищений вміст білка для підтримки м'язів і відновлення організму.
Збагачений вітамінами хліб	Хліб, збагачений вітамінами та мінералами, наприклад, вітамінами групи B або вітаміном D.	Вітаміни (B1, B2, B6, фолієва кислота), мінерали (кальцій, магній).	Допомагає запобігти дефіциту вітамінів і мінералів в організмі.
Хліб з	Хліб, збагачений	Пшеничні висівки,	Поліпщує травлення

високим вмістом клітковини	клітковиною для покращення травлення.	овес, лляне насіння, інші джерела клітковини.	та знижує рівень холестерину в крові.
Пробіотичний хліб	Хліб, збагачений пробіотиками для підтримки здорової мікрофлори кишечника.	Пробіотичні культури, йогурт, кефір, кисломолочні продукти.	Покращує функцію травної системи, зміцнює імунітет.
Хліб з омега-3 жирними кислотами	Хліб з додаванням омега-3 для підтримки серцево-судинної системи.	Лляне насіння, риба, жир, масло чіа.	Знижує рівень холестерину, покращує стан серця.

Функціональні хлібобулочні вироби можуть включати широкий спектр продуктів, таких як хліб, батони, булочки, печиво та інші види випічки. Їх виробництво передбачає додавання до традиційних інгредієнтів нових компонентів, які підвищують їх біологічну та харчову цінність. Таким чином, функціональний хліб не є лише джерелом калорій, а й надає додаткові переваги для здоров'я, такі як покращення травлення, підтримка серцево-судинної системи, зниження рівня холестерину, зміцнення імунної системи тощо [20].

Таблиця 1.3 надає детальну інформацію про споживчі властивості функціональних хлібобулочних виробів та їх переваги для здоров'я, що допоможе краще зрозуміти корисні ефекти таких продуктів.

Таблиця 1.3

Споживчі властивості функціональних хлібобулочних виробів та їх переваги для здоров'я

Тип виробу	Споживчі властивості	Переваги для здоров'я
Безглютеновий хліб	Легко засвоюється, підходить для людей з целиакією та непереносимістю глютену.	Знижує ймовірність алергічних реакцій, сприяє покращенню травлення у людей з непереносимістю глютену.
Збагачений білками хліб	Має високий вміст білка, що корисно для росту і відновлення тканин.	Підтримує м'язову масу, допомагає в реабілітації після фізичних навантажень, покращує обмін

		речовин.
Збагачени й вітамінами хліб	Надає необхідні вітаміни і мінерали для загального зміцнення організму.	Покращує стан шкіри, волосся та нігтів, зміцнює імунітет, запобігає авітамінозу.
Хліб з високим вмістом клітковини	Високий вміст клітковини, що допомагає нормалізувати роботу шлунково-кишкового тракту.	Покращує травлення, допомагає при запорах, нормалізує рівень цукру в крові, знижує рівень холестерину.
Пробіотичний хліб	Сприятливо впливає на мікрофлору кишечника завдяки пробіотикам.	Покращує перетравлення їжі, зміцнює імунітет, знижує ризик розвитку кишкових інфекцій.
Хліб з омега-3 жирними кислотами	Має омега-3 жирні кислоти, корисні для серцево-судинної системи.	Сприяє зниженню рівня холестерину в крові, покращує здоров'я серця і судин, запобігає розвитку атеросклерозу.

Різновиди функціональних хлібобулочних виробів включають кілька категорій, що залежно від специфіки доданих компонентів можуть мати різні властивості. Одним із найпоширеніших напрямків є виробництво безглютенових хлібобулочних виробів, які орієнтовані на споживачів з непереносимістю глютену або тих, хто вибирає таку дієту з інших причин. Безглютенові хлібобулочні вироби зазвичай виготовляються з альтернативних видів борошна, таких як рисове, кукурудзяне, соєве або борошно з інших зернових культур, що не містять глютену. Оскільки ці продукти не містять білка глютену, вони потребують спеціальних технологічних підходів для досягнення належної текстури та смакових якостей [21].

Іншою важливою категорією є збагачені хлібобулочні вироби, до складу яких додаються білки, вітаміни, мінерали або інші корисні компоненти. Наприклад, хліб може бути збагачений білками, отриманими з молочних продуктів (казеїн, сироватковий білок), сої або інших рослинних джерел. Такий хліб має високу харчову цінність і є корисним для людей, які потребують додаткової кількості білка в своєму раціоні, зокрема для спортсменів або людей, які дотримуються дієт з обмеженим споживанням м'яса. Також часто зустрічаються хлібобулочні вироби, збагачені вітамінами, такими як фолієва

кислота, вітаміни групи В або вітамін D, а також мінералами, наприклад, кальцієм або магнієм. Збагачення хліба такими компонентами сприяє не тільки підвищенню його харчової цінності, але й покращенню фізіологічного стану споживачів, зокрема, зміцненню кісткової системи, поліпшенню метаболічних процесів і підтриманню нормальної функції нервової системи [22].

Таблиця 1.4 наводить приклади інгредієнтів, які використовуються для збагачення функціональних хлібобулочних виробів, і дає уявлення про їх роль у підвищенні харчової цінності продукції.

Таблиця 1.4

Приклади інгредієнтів, що використовуються для збагачення функціональних хлібобулочних виробів

Тип інгредієнта	Приклади використання	Вплив на продукт
Білки	Казеїн, соєвий білок, сироватковий білок.	Підвищення вмісту білка в хлібі, що корисно для відновлення та розвитку м'язів.
Вітаміни	Вітамін D, вітаміни групи В (В ₁ , В ₆ , В ₁₂), фолієва кислота.	Підтримка імунної системи, покращення стану шкіри, волосся та нігтів.
Мінерали	Кальцій, магній, залізо, йод.	Покращення стану кісткової системи, нормалізація роботи серця та нервової системи.
Клітковина	Пшеничні висівки, овес, лляне насіння.	Поліпшення травлення, зниження рівня холестерину в крові, регулювання рівня цукру.
Омега-3 жирні кислоти	Лляне насіння, риба'чий жир, масло чіа.	Покращення стану серцево-судинної системи, зниження рівня холестерину.
Пробіотики	Йогурт, кефір, кисломолочні продукти.	Покращення мікрофлори кишечника, зміцнення імунітету, профілактика захворювань шлунково-кишкового тракту.

Зростання популярності функціональних хлібобулочних виробів також обумовлене зростаючим інтересом до здорового способу життя. Споживчі властивості таких продуктів полягають у тому, що вони можуть надавати численні переваги для здоров'я. Наприклад, хліб, збагачений клітковиною,

сприяє нормалізації травлення, покращує роботу кишечника та запобігає запорам. Продукти, збагачені омега-3 жирними кислотами, підтримують здоров'я серцево-судинної системи, знижуючи рівень холестерину та покращуючи кровообіг. Хліб з додаванням пробіотиків допомагає зміцнити імунну систему і відновити мікрофлору кишечника. Для людей, що дотримуються низькокалорійних дієт або прагнуть знизити масу тіла, функціональні хлібобулочні вироби, збагачені білками, можуть стати відмінною альтернативою звичайним продуктам, оскільки вони дають відчуття насичення на довший час і підтримують нормальний рівень цукру в крові [23].

Такі продукти також стають корисними для людей з певними хронічними захворюваннями, такими як діабет, артеріальна гіпертензія або ожиріння. Завдяки наявності в їх складі спеціальних інгредієнтів, що регулюють рівень цукру в крові або підтримують серцево-судинну систему, вони можуть допомогти в профілактиці або підтримці здоров'я людей, які мають ці захворювання.

Загалом, функціональні хлібобулочні вироби відповідають сучасним вимогам споживачів, які все більше прагнуть до здорового харчування та покращення якості свого життя. Вони поєднують у собі традиційну популярність хлібобулочних виробів із новими корисними властивостями, що дозволяє розширювати асортимент і залучати нових споживачів. Технології їх виробництва та формулювання постійно вдосконалюються, а попит на ці продукти зростає, оскільки все більше людей стає обізнаними про переваги функціонального харчування.

1.3. Білки в хлібопекарстві: роль, види та джерела

Білки відіграють ключову роль у хлібопекарстві, оскільки вони не лише покращують харчову цінність хлібобулочних виробів, але й впливають на їх текстуру, смакові якості та зберігання [24]. Білки є важливими компонентами в багатьох продуктах, оскільки вони складаються з амінокислот, які є основними

будівельними блоками для тканин організму людини. Збагачення хлібобулочних виробів білками дозволяє збільшити їх біологічну цінність, що є важливим для людей, які потребують додаткового споживання білка через різні фактори, такі як фізична активність, хвороби або особливості дієти.

Таблиця 1.5

Види білків, що використовуються в хлібопекарстві, та їх джерела

Вид білка	Джерела білка	Основні властивості
Молочні білки	Казеїн, сироватковий білок	Підвищення вологоутримувальної здатності, покращення текстури, збільшення терміну зберігання
Соеві білки	Соеве борошно, ізолят соєвого білка	Висока біологічна цінність, заміна тваринних білків
Горохові білки	Горохове борошно, ізолят горохового білка	Покращення текстури, підвищення вологоутримувальної здатності, безглютеніві альтернативи
Пшеничні білки	Пшеничне борошно, глютен	Висока еластичність, покращення структури тіста, підвищення обсягу виробів
Рисові білки	Рисове борошно	Легке засвоєння, поліпшення текстури
Конопляні білки	Борошно з насіння коноплі	Містять омега-3 жирні кислоти, висока біологічна цінність, підтримка серцево-судинної системи

У хлібопекарстві використовують різноманітні типи білків, зокрема молочні [25], соєві, горохові та інші рослинні білки. Молочні білки, зокрема казеїн і сироватковий білок, широко використовуються для збагачення хліба завдяки своїм високим функціональним властивостям, таким як покращення структури тіста, збільшення вологи в готовому продукті та позитивний вплив на текстуру і смак виробу. Казеїн є основним білком молока, і його використання в хлібопекарстві дозволяє досягти не тільки підвищення білкової цінності продукту, але й покращення органолептичних властивостей, таких як м'якість і тривалість зберігання [26].

Соеві білки також часто використовуються в хлібопекарстві, своїй здатності замінити тваринні білки. Соеві білки мають високу біологічну

цінність і містять усі необхідні амінокислоти, що робить їх хорошим джерелом білка для вегетаріанців та людей, що дотримуються спеціальних дієт [27].

Горохові білки є ще одним джерелом білка для хлібопекарних виробів, що має чудові функціональні властивості, такі як здатність покращувати текстуру і підвищувати вологоутримувальну здатність тіста.

Таблиця 1.6 ілюструє різницю між казеїном та сироватковим білком за основними функціональними властивостями, що визначають їх застосування у хлібопекарстві та їх вплив на якість продукції.

Таблиця 1.6

Порівняння молочних білків (казеїну та сироваткового білка) за їх функціональними властивостями

Функціональні властивості	Казеїн	Сироватковий білок
Текстурні властивості	Забезпечує стабільність текстури, покращує пружність тіста	Покращує розчинність, підвищує еластичність і м'якість
Вологоутримувальна здатність	Висока, допомагає зберігати вологу в продуктах	Помірна, не так ефективний як казеїн у збереженні вологи
Засвоюваність	Повільніше засвоюється, довготривале насичення	Швидко засвоюється, ідеальний для посттренувального харчування
Поживна цінність	Висока біологічна цінність, містить всі основні амінокислоти	Висока, багатий на лейцин, який важливий для росту м'язів
Застосування в хлібопекарстві	Покращує текстуру і вологоутримування, стабілізує тісто	Підвищує якість продуктів, робить їх більш м'якими та пухкими
Вплив на смак	Має незначний вплив на смак, іноді може бути нейтральним або злегка кислуватим	Може додавати легкий молочний смак, що часто є бажаним у деяких виробках

Молочні білки, такі як казеїн, є одними з найважливіших у хлібопекарній промисловості завдяки їх здатності стабілізувати структуру хліба та покращувати зберігання продукції. Казеїн виявляє здатність до утримання вологи, що допомагає зробити хліб м'якшим і більш еластичним, збільшуючи термін зберігання без втрати якості. Окрім того, він позитивно впливає на смакові якості продукту, надаючи йому кремовий відтінок [28].

Сироватковий білок, який також є важливим компонентом молока, має інші властивості [29]. Він швидше засвоюється організмом і містить більше амінокислот з розгалуженими ланцюгами, які важливі для підтримки м'язової маси і відновлення після фізичних навантажень. У хлібопекарстві сироватковий білок використовується для поліпшення текстури та збереження свіжості виробів [30].

Таким чином, білки в хлібопекарстві мають різноманітні джерела, серед яких молочні, соєві та рослинні білки. Використання кожного з них сприяє покращенню якості хлібобулочних виробів і розширенню їх харчових та функціональних властивостей [31]. Молочні білки, зокрема казеїн, мають унікальні властивості, що робить їх дуже корисними в хлібопекарській галузі [32].

1.4 Використання казеїну як добавки до хлібобулочних виробів

Казеїн є ключовим молочним білком, що має значний потенціал у хлібопекарській промисловості завдяки своїм поживним і технологічним властивостям. Він є багатим джерелом незамінних амінокислот, які необхідні для підтримання метаболічних процесів в організмі людини. Збалансований амінокислотний склад казеїну, зокрема високий вміст проліну, лейцину та лізину, забезпечує його високу біологічну цінність. Завдяки цьому казеїн сприяє покращенню поживної цінності хлібобулочних виробів і задовольняє потреби в білках у різних груп споживачів — дітей, літніх людей, спортсменів та інших [33].

Таблиця 1.7

Амінокислотний склад казеїну (у 100 г білка)

Амінокислота	Вміст, г
Лейцин	9,2
Лізін	7,8
Валін	6,4
Ізолейцин	5,3

Пролін	10,5
Глутамінова кислота	20,1

Біологічна цінність казеїну та його вплив на здоров'я людини наведені в таблиці нижче.

Таблиця 1.8

Біологічна цінність казеїну: склад амінокислот і вплив на організм

Параметр	Значення	Вплив на організм
Вміст незамінних амінокислот	Високій	Підтримує синтез білків у м'язах і тканинах
Засвоюваність	95–98%	Забезпечує тривале почуття насичення
Пролін	0,1	Покращує стан шкіри, нігтів, волосся
Лейцин	0,09	Сприяє відновленню м'язів і регуляції метаболізму
Лізін	0,08	Підтримує імунітет і вироблення гормонів

Казеїн також характеризується повільною засвоюваністю, що забезпечує тривале почуття насичення. Це особливо важливо для людей, які прагнуть контролювати свою вагу або дотримуються низькокалорійних дієт. Збагачення хлібобулочних виробів казеїном дозволяє не лише підвищити їх поживну цінність, а й створити продукти, які відповідають сучасним тенденціям здорового харчування [34].

Додавання казеїну до рецептури хлібобулочних виробів має значний вплив на їх органолептичні та текстурні властивості. Зокрема, казеїн сприяє утворенню стабільної структури тіста, що покращує об'єм, еластичність і м'якість готового продукту. Крім того, він додає виробам приємний вершковий присмак, що робить їх більш привабливими для споживачів.

Таблиця 1.9.

Вплив казеїну на органолептичні та текстурні властивості хлібобулочних виробів

Характеристика	Вплив казеїну	Переваги для споживача
----------------	---------------	------------------------

Об'єм виробів	Підвищує об'єм завдяки покращенню структури тіста	Більш апетитний вигляд готового продукту
Текстура	Робить м'якішою та еластичнішою	Покращує зручність у споживанні
Смак	Додає вершковий відтінок	Створює приємніший смаковий профіль
Харчова цінність	Підвищує вміст білків	Забезпечує відчуття насичення на тривалий час

У технологічному аспекті казеїн зазвичай додається до хлібного тіста у вигляді сухого порошку або у складі молочних білкових концентратів. Рекомендована концентрація казеїну становить 2–4% від маси борошна. Ця кількість є оптимальною для досягнення потрібних властивостей хліба без надмірного впливу на його текстуру чи смак. Перед додаванням казеїну рекомендується попередньо розчинити у воді або молочній сироватці для рівномірного розподілу в тісті [35].

Застосування казеїну у випіканні хліба також дозволяє покращити харчову цінність виробів, додаючи їм білки високої якості. Наприклад, казеїн сприяє підвищенню білкової цінності хліба, збільшуючи вміст білка з 7,5 до 11,2 г на 100 г продукту. Також він позитивно впливає на об'єм і текстуру готових виробів, забезпечуючи їхню м'якість та стабільність [36].

Таким чином, використання казеїну в хлібобулочних виробках є перспективним напрямом у хлібопекарській галузі, який поєднує в собі інноваційний підхід до створення продуктів із підвищеною харчовою цінністю та дотримання сучасних стандартів якості.

1.5 Дослідження вітчизняних та міжнародних науковців щодо використання казеїну у хлібопекарстві.

Використання казеїну у виробництві хлібобулочних виробів є темою значної уваги з боку як українських, так і міжнародних науковців, оскільки цей

молочний білок демонструє унікальні властивості, які дозволяють поліпшити якість хлібної продукції та її харчову цінність. Наукові дослідження, проведені у цій галузі, спрямовані на вивчення функціональних характеристик казеїну, його впливу на текстуру, смак і біологічну цінність виробів, а також на розробку оптимальних технологій його застосування.

Українські вчені зробили вагомий внесок у дослідження використання молочних білків, зокрема казеїну, в хлібопекарській промисловості. Зокрема, роботи таких науковців, як М.І. Петрова (Київ) та О.О. Степаненко (Львів), зосереджуються на адаптації молочних білків до умов українського ринку. Дослідники аналізують вплив додавання казеїну на фізико-хімічні властивості тіста та органолептичні характеристики хліба. Встановлено, що додавання 3-5% казеїну до рецептури дозволяє значно покращити об'єм, м'якість та смак виробів, водночас підвищуючи їхню білкову цінність.

Міжнародні вчені також активно працюють над вивченням ролі казеїну у хлібопекарстві. Зокрема, дослідження фінського вченого Р. Гулліхсена спрямовані на оцінку здатності казеїну покращувати технологічні властивості тіста. Він довів, що казеїн виступає стабілізатором структури тіста, забезпечуючи кращу еластичність та зменшуючи ризик деформації під час випікання. Дослідження також продемонстрували, що казеїн може подовжувати свіжість хлібобулочних виробів завдяки своїй здатності утримувати вологу.

Американський вчений М. Хаддад провів значну роботу з вивчення впливу різних форм молочних білків, зокрема казеїну та сироваткових білків, на харчову цінність хліба. Він акцентував увагу на синергетичному ефекті використання цих білків у комбінації, що дозволяє досягати максимальної біологічної цінності продукту. У своїх дослідженнях Хаддад показав, що казеїн покращує не лише харчову цінність, а й смакові якості виробів, роблячи їх більш привабливими для споживачів.

Порівняння робіт вітчизняних і зарубіжних науковців свідчить про певну схожість у підходах до вивчення функціональних властивостей казеїну. Наприклад, як українські, так і міжнародні дослідники відзначають високу

здатність казеїну покращувати текстуру хліба. Проте у дослідженнях зарубіжних науковців більша увага приділяється тривалому впливу казеїну на органолептичні властивості та збереження свіжості хліба, тоді як українські роботи часто орієнтовані на адаптацію технологій до місцевих умов виробництва та споживчих уподобань.

Таблиця нижче демонструє ключові аспекти досліджень казеїну у хлібопекарстві українських і міжнародних науковців.

Таблиця 1.10

Порівняння досліджень щодо використання казеїну в хлібопекарстві

Дослідник	Країна	Основні результати досліджень	Практичне застосування
М.І. Петрова	Україна	Покращення об'єму та м'якості хліба при додаванні 3-5% казеїну	Розробка рецептур для локальних пекарень
О.О. Степаненко	Україна	Вивчення впливу казеїну на структуру тіста та збереження свіжості	Використання у виробництві багатих на білки виробів
Р. Гулліхсен	Фінляндія	Казеїн як стабілізатор структури тіста та фактор збереження вологості	Промислові технології для масового виробництва
М. Хаддад	США	Синергетичний ефект казеїну та сироваткових білків у підвищенні харчової цінності	Розробка продуктів для спеціалізованого харчування

Таким чином, дослідження як вітчизняних, так і міжнародних науковців засвідчують перспективність використання казеїну у хлібопекарстві. Інноваційні розробки на основі цього білка дозволяють створювати продукти, які відповідають сучасним вимогам до здорового харчування, забезпечуючи їх високу якість та харчову цінність.

Висновки до розділу:

Узагальнюючи результати літературного огляду, можна стверджувати, що удосконалення технології виробництва хлібобулочних виробів функціонального призначення з використанням казеїну є актуальним та перспективним напрямом розвитку хлібопекарної галузі. Впровадження такої технології дозволить розширити асортимент функціональної продукції на

українському ринку, забезпечити споживачів якісними білковими продуктами та підвищити конкурентоспроможність вітчизняних виробників. Розробка принципової технологічної схеми виробництва хліба з казеїном, визначення оптимальних параметрів процесу та оцінка конкурентних переваг інноваційної технології становлять важливі завдання для подальших досліджень у цій сфері.

РОЗДІЛ 2

ОБ'ЄКТИ, МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Програма досліджень та схема дослідів

У сучасному хлібопекарстві активно вивчається можливість застосування казеїну як функціональної добавки з метою створення продуктів із підвищеною харчовою цінністю. Цей білок, завдяки збалансованому амінокислотному складу, високій засвоюваності та унікальним технологічним характеристикам, здатний значно покращити текстуру, смакові властивості й поживний потенціал хлібобулочних виробів. Завданням цього дослідження є наукове обґрунтування ефективності використання казеїну, його інтеграція в технологічний процес і вивчення впливу на якість кінцевого продукту.

З метою досягнення поставленої мети було сформовано детальну програму досліджень. У рамках цієї програми передбачено:

- аналіз літератури та вивчення сучасного досвіду використання білків у виробництві функціональних продуктів;
- проведення експериментів для визначення впливу казеїну на фізико-хімічні, органолептичні та структурні характеристики хлібобулочних виробів;
- встановлення оптимальних дозувань і способів внесення казеїну, які забезпечують покращення якості та функціональних властивостей продукту;
- оцінку харчової цінності хліба з казеїном, зокрема амінокислотного складу та рівня збагачення білками
- побудову математичної моделі, яка дозволить оптимізувати рецептуру та технологічні параметри;
- проведення техніко-економічного аналізу впровадження нової технології.

Загальну схему досліджень курсової роботи наведено на рис. 3.1. Програма досліджень дозволяє інтегрувати казеїн у виробництво хлібобулочних виробів таким чином, щоб забезпечити їх високу харчову цінність, поліпшення органолептичних властивостей і збереження стабільності якості протягом усього терміну зберігання.



Рис. 2.1 – Загальна схема досліджень

2.3 Об'єкти та матеріали досліджень

Об'єктом дослідження є розробка технології виробництва хліба із застосуванням казеїну як функціональної харчової добавки. Такий підхід до виробництва передбачає використання казеїну для підвищення харчової цінності та органолептичних характеристик хлібобулочних виробів. Виробничий процес складається з кількох етапів, кожен з яких спрямований на забезпечення високої якості кінцевого продукту. Зокрема, до основних стадій належать: підготовка сировини, заміс тіста з додаванням казеїну, процеси бродіння тіста, поділ на шматки визначеної маси, округлення, попереднє вистоювання, формування тістових заготовок, їхнє остаточне вистоювання, випікання, охолодження і зберігання готової продукції. При цьому готовий продукт повинен відповідати встановленим стандартам якості відповідно до чинної нормативної документації.

Для регламентації якості використовуваної сировини застосовується відповідна нормативна база. У таблиці 3.1 представлена основна документація, яка використовується під час проведення досліджень.

Таблиця 2.1

Нормативна документація для проведення досліджень

Найменування сировини	Нормативна документація, що регламентує
Пшеничне борошно вищого сорту	ДСТУ 46.004-99
Казеїн харчовий	ДСТУ 6031:2008
Цукор-пісок	ДСТУ 4623:2006
Сіль кухонна харчова	ДСТУ 3583:2015
Дріжджі хлібопекарські пресовані	ДСТУ 4812:2007
Олія соняшникова	ДСТУ 4492:2017
Вода питна	ДСТУ 7525:2014

Джерело: власна розробка

2.3 Методика проведення досліджень

Методика дослідження спрямована на всебічне вивчення впливу казеїну як функціональної добавки на якість, харчову цінність та споживчі властивості хлібобулочних виробів. Для цього було розроблено експериментальний план, який охоплює всі ключові стадії виробництва хліба, від підготовки сировини до аналізу готового продукту.

Підготовка сировини та виготовлення пробних зразків

Для проведення експерименту використовували виключно сировину, яка відповідає чинним нормативним вимогам. Було застосовано пшеничне борошно вищого сорту, харчовий казеїн відповідно до ДСТУ 6031:2008, пресовані дріжджі, цукор, сіль, воду та соняшкову олію, що відповідають вимогам відповідних ДСТУ.

Тісто замішували згідно з класичною технологією з використанням дозованих кількостей казеїну (1%, 3%, 5% від маси борошна). Температура замісу тіста підтримувалася в межах $+24 \pm 2^\circ\text{C}$ для забезпечення оптимальних умов розвитку клейковини та активності дріжджів.

Технологічні етапи виробництва:

Заміс тіста. Під час замісу тіста контролювали консистенцію та рівномірність розподілу казеїну в структурі. Тривалість замісу становила 8–10 хвилин у тестомісильній машині, при температурі $+24\text{--}26^\circ\text{C}$.

Бродіння. Тісто залишали для бродіння протягом 2 годин при температурі $+30 \pm 2^\circ\text{C}$ з вологістю повітря 75%. Під час бродіння проводили дві обминки для видалення надлишку вуглекислого газу і покращення структури тіста.

Формування тістових заготовок. Після закінчення бродіння тісто ділили на порції масою 450–500 г, здійснювали округлення та попередню вистоювання протягом 10–15 хвилин при $+32 \pm 2^\circ\text{C}$.

Остаточне вистоювання. Тістові заготовки формували і залишали для остаточного вистоювання протягом 50–60 хвилин при температурі $+34 \pm 2^\circ\text{C}$ і відносній вологості 80%.

Випікання. Заготовки випікали у хлібопекарській печі при температурі $+220 \pm 5^\circ\text{C}$ протягом 30–35 хвилин, залежно від розміру виробів.

Охолодження. Готові вироби охолоджували до температури $+25 \pm 2^\circ\text{C}$ протягом 2–3 годин.

Органолептична оцінка готових виробів була важливим етапом досліджень, адже саме ці показники визначають споживчу привабливість хліба. Аналіз охоплював оцінку таких характеристик, як зовнішній вигляд, включаючи форму і колір кірки, а також структуру м'якушки. Особливу увагу приділяли смаковим та ароматичним властивостям. Усі показники оцінювалися за 5-бальною шкалою відповідно до вимог ДСТУ, що дозволило об'єктивно порівняти різні зразки хліба з різним вмістом казеїну.

Харчова цінність досліджуваних виробів оцінювалася за кількома параметрами, які дозволяють визначити функціональність додавання казеїну. Амінокислотний склад хліба аналізувався для виявлення впливу казеїну на збагачення білкової складової продукту. Енергетичну цінність розраховували за стандартною формулою, враховуючи білковий, жировий і вуглеводний склад хліба, що забезпечувало комплексну оцінку його поживності.

Дослідження процесу зберігання хліба з казеїном проводилися за умов, що відповідають стандартним режимам: температура $+18 \pm 2^\circ\text{C}$ та відносна вологість повітря 75%. Протягом 72 годин відстежували зміни органолептичних властивостей, таких як текстура м'якушки, смак і аромат, а також можливу появу плісняви чи інших ознак псування. Це дозволило визначити вплив казеїну на термін придатності виробу.

Для забезпечення достовірності результатів досліджень була проведена їх статистична обробка. Використання методів математичної статистики дало змогу оцінити взаємозв'язок між концентрацією казеїну в рецептурі хліба та його основними характеристиками. Кореляційний аналіз дозволив встановити залежності між вмістом функціональної добавки й органолептичними, фізико-хімічними та споживчими показниками продукту.

У підсумку, розроблена методика досліджень забезпечила отримання вичерпної інформації про вплив казеїну на якість хлібобулочних виробів. Це дозволило визначити оптимальну концентрацію казеїну для досягнення балансу між підвищенням харчової цінності, покращенням органолептичних характеристик та збереженням технологічної зручності виробництва.

2.4 Умови проведення досліджень

Дослідження проводилися в умовах лабораторії хлібопекарського виробництва із застосуванням спеціалізованого обладнання, що забезпечує виконання технологічних операцій згідно з діючими стандартами. Усі стадії виробництва хліба зі зразками здійснювалися в контрольованих умовах, що дозволило отримати відтворювані результати. Для досліджень були розроблені рецептури кількох варіантів зразків із різною концентрацією казеїну. Усі інгредієнти відповідали вимогам нормативної документації, що гарантувало їхню якість і безпечність.

Температурні режими для всіх технологічних етапів відповідали стандартним умовам хлібопекарського виробництва:

- температура замісу тіста становила 28–30°C;
- температура бродіння — 28–32°C;
- температура випікання — 200–220°C.

Для забезпечення точності експериментів усі дослідження проводилися не менше трьох разів для кожного зразка. Умови зберігання готових виробів також були контрольовані: температура повітря $+18 \pm 2^\circ\text{C}$ і відносна вологість 75%.

Рецептури дослідних зразків хліба наведені в таблиці 2.2

Таблиця 2.2

Рецептури дослідних зразків хліба

Інгредієнт	Контрольний зразок (г)	Зразок 1 (1% казеїну)	Зразок 2 (3% казеїну)	Зразок 3 (5% казеїну)
Пшеничне борошно вищого сорту	1000	1000	1000	1000
Казеїн харчовий	—	10	30	50
Цукор-пісок	30	30	30	30
Сіль кухонна	15	15	15	15
Дріжджі пресовані	30	30	30	30
Олія соняшникова	30	30	30	30
Вода питна	600	600	600	600

Джерело: власна розробка

Умови випробування

Виготовлення зразків передбачало послідовність технологічних етапів: підготовку сировини, заміс тіста, бродіння, формування тістових заготовок, випікання та охолодження. Казеїн додавали на стадії замісу разом із сухими інгредієнтами. Кожен зразок виготовляли з дотриманням однакових параметрів процесу, змінюючи лише кількість функціональної добавки.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ УЗАГАЛЬНЕННЯ

Процес виробництва хліба з використанням казеїну передбачає дотримання певної послідовності технологічних стадій, кожна з яких має свої особливості. У ході дослідження було розроблено оптимальні умови виробництва, які забезпечують високу якість готового продукту.

Підготовка сировини. На цьому етапі проводили перевірку якості та підготовку всіх інгредієнтів. Пшеничне борошно просіювали для насичення киснем і видалення сторонніх домішок. Казеїн перед використанням розчиняли у теплій воді при температурі $+40 \pm 2^\circ\text{C}$, що сприяло рівномірному розподіленню білка у тісті. Замість тіста здійснювали у тістомісильній машині, дотримуючись класичного рецептурного співвідношення інгредієнтів. Тісто замішували при температурі $22\text{--}25^\circ\text{C}$. Для зразків з казеїном застосовували різні дозування білкової добавки (1%, 3% та 5% від маси борошна). Тривалість замісу становила 6–8 хвилин у швидкому режимі, що забезпечувало формування рівномірної структури тіста. Тісто залишали для бродіння у спеціальних шафах при температурі $+30 \pm 2^\circ\text{C}$ і відносній вологості повітря 75–80%. Тривалість ферментації складала 2,0–2,5 години залежно від вмісту казеїну. Додавання казеїну позитивно впливало на стабільність тіста, сприяючи формуванню більш пружної структури. Після ферментації тісто ділили на шматки потрібної маси, округлювали та формували. Для забезпечення однорідності продукту маса заготовок становила 500 г.

Сформовані заготовки піддавали попередньому вистоюванню протягом 20–25 хвилин у спеціальних вистоювальних камерах при температурі $+32 \pm 1^\circ\text{C}$ та вологості 75–78%.

Після попереднього вистоювання заготовки перекладали у форми або викладали на листи, після чого проводили остаточне вистоювання протягом 40–

50 хвилин за температури $+34 \pm 1^\circ\text{C}$. Казеїн, завдяки своїм функціональним властивостям, сприяв збереженню структури тіста і утриманню газів, що покращувало об'єм та текстуру виробу.

Випікання проводили у пекарських камерах за наступним температурним режимом:

Перша фаза (5–7 хвилин) — температура $220\text{--}230^\circ\text{C}$, для забезпечення формування кірки.

Друга фаза (15–20 хвилин) — температура $200\text{--}210^\circ\text{C}$, для рівномірного пропікання м'якушки.

Загальний час випікання складав 20–25 хвилин.

Після випікання хліб охолоджували на решітках при кімнатній температурі ($+20 \pm 2^\circ\text{C}$) протягом 1,5–2 годин. Цей етап дозволяє стабілізувати структуру м'якушки та зменшити вологовтрати.

Охолоджені вироби пакували у полімерні плівки для запобігання втрати вологи і продовження терміну зберігання. Зберігання здійснювали при температурі $+18 \pm 2^\circ\text{C}$ та відносній вологості 75%.

За органолептичними показниками хліб з додаванням харчового казеїну відповідає наступним характеристикам:

Зовнішній вигляд: Хліб правильної форми, з рівномірною та красивою скоринкою. Скоринка має золотисто-коричневий відтінок, без значних дефектів. Відсутні великі тріщини або деформації, характерні для контрольного зразка, що забезпечує привабливий вигляд готового виробу.

Стан поверхні: Поверхня хліба чиста, з невеликими тріщинами, які не впливають на загальний вигляд. У зразку з 3% казеїну спостерігаються глибші тріщини, однак вони не порушують загальну естетичну привабливість.

Колір: Колір скоринки варіюється в залежності від концентрації казеїну. У варіанті з 1% казеїну скоринка має світло-коричневий колір з жовтим відтінком, тоді як у зразках з більшою концентрацією (3% та 5%) скоринка темніша, з вираженими золотисто-коричневими та червоними відтінками.

М'якушка має світло-жовтий або кремовий колір, що також змінюється з підвищенням концентрації добавки.

Стан м'якушки: М'якушка має середню пористість, без пустот. Вона волога на дотик, пружна і при натисканні повертає початкову форму. У варіанті з 3% казеїну м'якушка має більшу пористість, що надає їй м'якшу текстуру. Зразки з 5% казеїну мають більші пори, але при цьому залишаються м'якими та еластичними.

Смак і аромат: Хліб має ніжно-солодкий смак з легким молочним відтінком, характерним для казеїну, а також з ароматом, притаманним свіжому хлібу. У зразках з вищим вмістом казеїну (3% та 5%) молочний смак та аромат відчуваються більш виражено, але вони не домінують, гармонійно поєднуючись з іншими інгредієнтами.

Колір скоринки оцінювався за ступенем її кольоровості, а колір м'якушки — при денному світлі. Для оцінки стану м'якушки хліб розрізали на дві рівні частини пильним ножом, звертаючи увагу на колір і текстуру м'якушки, її пористість, рівномірність забарвлення та однорідність структури.

Загалом, органолептична оцінка зразків хліба з харчовим казеїном показала задовільні та позитивні результати, що свідчить про хорошу якість готового продукту. Зразки з 1% казеїну продемонстрували оптимальні органолептичні показники, при цьому підвищення концентрації казеїну до 3% і 5% також покращило текстуру та аромат, хоча деякі зразки стали темнішими і злегка втратили пружність м'якушки.

Таблиця 3.5 відображає органолептичні показники для кожного варіанту хліба з різними дозуваннями казеїну.

Таблиця 3.1

Органолептична оцінка дослідних зразків хліба

Показник	Контрольний зразок (без казеїну)	Варіант 1 (1% казеїну)	Варіант 2 (3% казеїну)	Варіант 3 (5% казеїну)
Зовнішній вигляд	Правильна форма, скоринка	Правильна форма, скоринка	Правильна форма, скоринка темно-золотиста,	Правильна форма, скоринка

	світло-коричнева	золотисто-коричнева, злегка блискуча	злегка ущільнена	темна з легким глянцем
Стан поверхні	Чиста поверхня, тріщини середнього розміру	Чиста поверхня, невеликі тріщини	Чиста поверхня, глибокі тріщини	Чиста поверхня, тріщини середнього розміру
Колір	Світло-коричневий з жовтим відтінком	Золотисто-коричневий з легким червонуватим відтінком	Темно-золотисто-коричневий з жовтим відтінком	Темно-коричневий з глибоким червоним відтінком
Стан м'якушки	Середня пористість, м'якушка пружна, злегка сухувата	Середня пористість, м'якушка еластична, з вологістю	Трохи більша пористість, м'якушка м'якша, злегка волога	Великі пори, м'якушка м'яка, з підвищеною вологістю
Смак і аромат	Легкий смак, характерний для хліба, аромат свіжого хліба	Легкий молочний відтінок, аромат свіжого хліба з нотками вершків	Молочний смак більш виражений, аромат з легким молочним післясмаком	Яскраво виражений молочний смак, аромат з тонким сирним відтінком

Джерело: власна розробка

Відмінності в таблиці показують, що додавання казеїну впливає на колір, текстуру та смак хліба. Зразки з більшою концентрацією казеїну (3% та 5%) мають більш виражений молочний смак та аромат, а також інші зміни в текстурі та кольорі, що дозволяє краще оцінити вплив цієї добавки на органолептичні властивості готового продукту.

В рамках органолептичної оцінки дослідних зразків хліба з різними дозуваннями харчового казеїну, було проведено оцінювання за основними показниками: зовнішній вигляд, стан поверхні, колір, стан м'якушки та смак і аромат. Оцінка кожного показника здійснювалася за 5-бальною шкалою, де максимальний бал — 5, що відповідає найкращим характеристикам. Загальний бал для кожного варіанту зразка розраховувався як сума оцінок усіх показників.

Таблиця 3.2

Бальна оцінка органолептичних показників дослідних зразків хліба

Показник	Контрольний зразок (без казеїну)	Варіант 1 (1% казеїну)	Варіант 2 (3% казеїну)	Варіант 3 (5% казеїну)
Зовнішній вигляд	5	5	5	5
Стан поверхні	4	5	4	4
Колір	4	5	4	4
Стан м'якушки	5	5	4	3
Смак і аромат	4	5	4	4
Загальний бал	22	24	21	20

Джерело: власна розробка

Профільні графіки бальної оцінки органолептичних характеристик хліба представлені на рисунках 3.1.

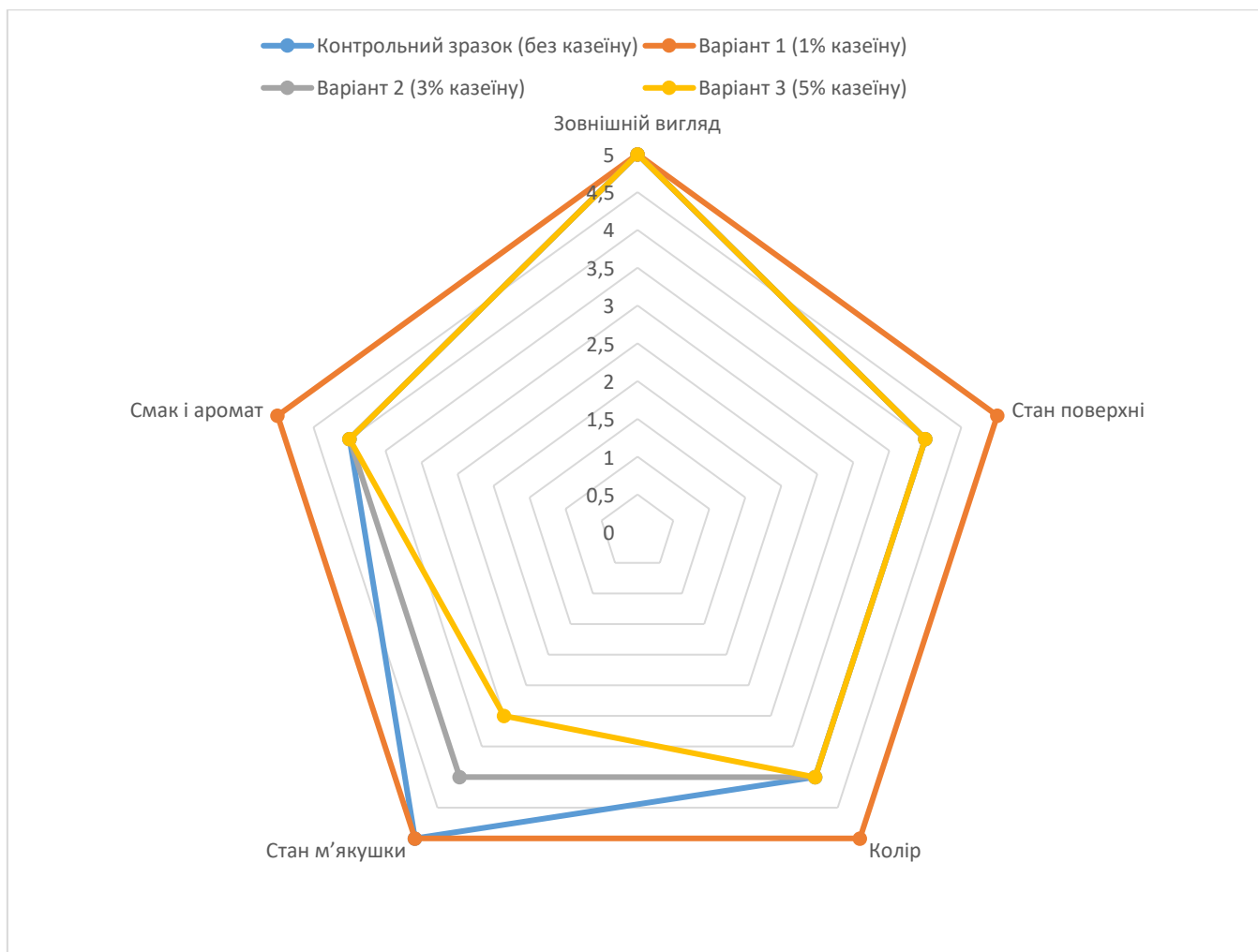


Рис. 3.2 Профілограма органолептичних характеристик хліба

У процесі дослідження жодних дефектів смаку та запаху в зразках хліба не було виявлено. Всі зразки відповідали вимогам ДСТУ 4588:2006, і жоден з них не мав дефектів форми.

Фізико-хімічні дослідження підтвердили, що додавання казеїну суттєво впливає на основні характеристики хліба, зокрема на вологість, кислотність та вміст білка. Порівняльний аналіз показників фізико-хімічних властивостей хліба з різними концентраціями казеїну показав, що введення цієї добавки призводить до незначних змін у вологості, підвищення вмісту білка та деякого збільшення кислотності.

Що стосується вологості, то зразки хліба з додаванням казеїну мали трохи вищу вологість порівняно з контрольним зразком. Наприклад, контрольний

зразок мав вологість 44,8%, тоді як хліб з 1% казеїну – 45,1%, з 3% казеїну – 45,6%, а з 5% казеїну – 46,2%. Це свідчить про те, що казеїн здатен зберігати вологу в хлібному виробі, що може позитивно вплинути на свіжість і зберігання хліба. Однак варто зазначити, що надмірне підвищення вологості може призводити до незначного погіршення текстури хліба, зробивши м'якушку занадто вологим.

Кислотність у зразках хліба також збільшилася з підвищенням вмісту казеїну. Якщо контрольний зразок мав кислотність 3,2 градуси, то в хлібі з 1% казеїну вона становила 3,3 градуси, з 3% казеїну — 3,5 градуси, а з 5% казеїну — 3,8 градуси. Це свідчить про те, що додавання казеїну не лише змінює хімічний склад хліба, але й впливає на його смакові якості, зокрема на ступінь кислотності. Збільшення кислотності може бути спричинене зміною рН тістової суміші після додавання молочного білка.

Вміст білка у хлібі також змінюється в залежності від концентрації казеїну. Контрольний зразок містив 8,1% білка, тоді як вміст білка в хлібі з 1% казеїну збільшився до 8,9%, з 3% казеїну — до 9,7%, а з 5% казеїну — до 10,3%. Це свідчить про те, що казеїн, як білковий компонент, значно підвищує харчову цінність хліба, зокрема його білкову складову. Проте важливо зазначити, що додавання занадто великої кількості казеїну може призвести до деякого погіршення структури хліба, особливо якщо вміст білка стає занадто високим.

Загалом, найкращі результати з точки зору балансу між структурою хліба та його харчовою цінністю були отримані у зразках з 3% казеїну, оскільки вони демонструють оптимальні значення всіх фізико-хімічних показників. Це дозволяє рекомендувати 3% концентрацію казеїну як найкращий варіант для підвищення білкової цінності хлібобулочних виробів без значних негативних наслідків для їхньої структури та смакових характеристик.

Таблиця 3.3

Фізико-хімічні показники хліба з різним вмістом казеїну

Параметр	Контрольний зразок	1% казеїну	3% казеїну	5% казеїну
Вологість, %	44,8	45,1	45,6	46,2
Кислотність, градуси				
Кетстофера	3,2	3,3	3,5	3,8
Вміст білка, %	8,1	8,9	9,7	10,3

Для розрахунку хімічного складу та енергетичної цінності хліба, виготовленого за різними рецептурами, необхідно враховувати склади основних інгредієнтів, що використовуються для приготування тесту. Нижче наведена таблиця з інформацією про вміст білків, жирів, вуглеводів та калорійність для кожного інгредієнта на 100 грамів продукту.

Таблиця 3.4

Хімічний склад та енергетична цінність основних інгредієнтів для хліба

Інгредієнт	Білки (г/100 г)	Жири (г/100 г)	Вуглеводи (г/100 г)	Калорійність (ккал/100 г)
Пшеничне борошно вищого сорту	10	1	72	340
Казеїн харчовий	84	1,4	3	390
Цукор-пісок	0	0	100	400
Сіль кухонна	—	—	—	—
Дріжджі пресовані	8	0	2	40
Олія соняшникова	0	99,9	0	900

Для кожного зразка хліба було визначено масову частку інгредієнтів на 100 грам продукту. Це дозволило оцінити харчову цінність, яка включає вміст білків, жирів, вуглеводів, а також калорійність продукту. Розрахунки

проводились для кожного зразка (контрольного, з 1% казеїну, 3% казеїну та 5% казеїну), враховуючи склад та масу інгредієнтів. Згідно з отриманими даними, було сформовано таблицю, яка містить вміст кожного інгредієнта на 100 г продукту для кожного зразка.

Таблиця 3.5

Рецептура дослідних зразків хліба на 100 грам

Інгредієнт	Контрольний зразок (г)	Зразок 1 (1% казеїну) (г)	Зразок 2 (3% казеїну) (г)	Зразок 3 (5% казеїну) (г)
Пшеничне борошно вищого сорту	57,7	58,3	57,7	57,0
Казеїн харчовий	0	0,6	1,7	2,8
Цукор-пісок	1,7	1,7	1,7	1,7
Сіль кухонна	0,9	0,9	0,9	0,9
Дріжджі пресовані	1,7	1,7	1,7	1,7
Олія соняшникова	1,7	1,7	1,7	1,7
Вода питна	34,6	35,0	34,6	34,2

Розрахунок харчової та енергетичної цінності для кожного зразка наведено в таблицях:

Таблиця 3.6

Розрахунок харчової та енергетичної цінності для контрольного зразка

Інгредієнт	Маса (г)	Білки (г)	Жири (г)	Вуглеводи (г)	Калорійність (ккал)
Пшеничне борошно вищого сорту	57,7	5,77	0,58	41,5	196,2
Казеїн харчовий	0	0	0	0	0
Цукор-пісок	1,7	0	0	1,7	6,8
Сіль кухонна	0,9	0	0	0	0
Дріжджі пресовані	1,7	0,14	0	0,03	0,7
Олія соняшникова	1,7	0	1,7	0	15,3
Вода питна	34,6	0	0	0	0
Разом	100	5,91	2,28	43,23	219

Таблиця 3.7

Розрахунок харчової та енергетичної цінності для 1 зразка (1% казеїну)

Інгредієнт	Маса (г)	Білки (г)	Жири (г)	Вуглеводи (г)	Калорійність (ккал)
Пшеничне борошно вищого сорту	58,3	5,83	0,58	41,9	198,3
Казеїн харчовий	0,6	0,5	0,008	0,02	2,3
Цукор-пісок	1,7	0	0	1,7	6,8
Сіль кухонна	0,9	0	0	0	0
Дріжджі пресовані	1,7	0,14	0	0,03	0,7
Олія соняшникова	1,7	0	1,7	0	15,3
Вода питна	35	0	0	0	0
Разом	100	6,47	2,29	43,63	223,4

Таблиця 3.8

Розрахунок харчової та енергетичної цінності для 2 зразка (3% казеїну)

Інгредієнт	Маса (г)	Білки (г)	Жири (г)	Вуглеводи (г)	Калорійність (ккал)
Пшеничне борошно вищого сорту	57,7	5,77	0,58	41,5	196,2
Казеїн харчовий	1,7	1,4	0,02	0,06	6,6
Цукор-пісок	1,7	0	0	1,7	6,8
Сіль кухонна	0,9	0	0	0	0
Дріжджі пресовані	1,7	0,14	0	0,03	0,7
Олія соняшникова	1,7	0	1,7	0	15,3
Вода питна	34,6	0	0	0	0
Разом	100	7,31	2,3	43,29	225,6

Таблиця 3.9

Розрахунок харчової та енергетичної цінності для 3 зразка (5% казеїну)

Інгредієнт	Маса (г)	Білки (г)	Жири (г)	Вуглеводи (г)	Калорійність (ккал)
Пшеничне борошно вищого сорту	57	5,7	0,57	41,04	193,8
Казеїн харчовий	2,8	2,35	0,04	0,08	10,9
Цукор-пісок	1,7	0	0	1,7	6,8
Сіль кухонна	0,9	0	0	0	0
Дріжджі пресовані	1,7	0,14	0	0,03	0,7
Олія соняшникова	1,7	0	1,7	0	15,3
Вода питна	34,2	0	0	0	0
Разом	100	8,19	2,31	42,85	227,5

У наступній таблиці наведені підсумкові дані харчової та енергетичної цінності для кожного зразка хліба на 100 г продукту.

Таблиця 3.10

Підсумкові дані для кожного зразка на 100 г

Показник	Контрольний зразок	Зразок 1 (1% казеїну)	Зразок 2 (3% казеїну)	Зразок 3 (5% казеїну)
Білки (г)	5,91	6,47	7,31	8,19
Жири (г)	2,28	2,29	2,3	2,31
Вуглеводи (г)	43,23	43,63	43,29	42,85
Калорійність (ккал)	219	223,4	225,6	227,5

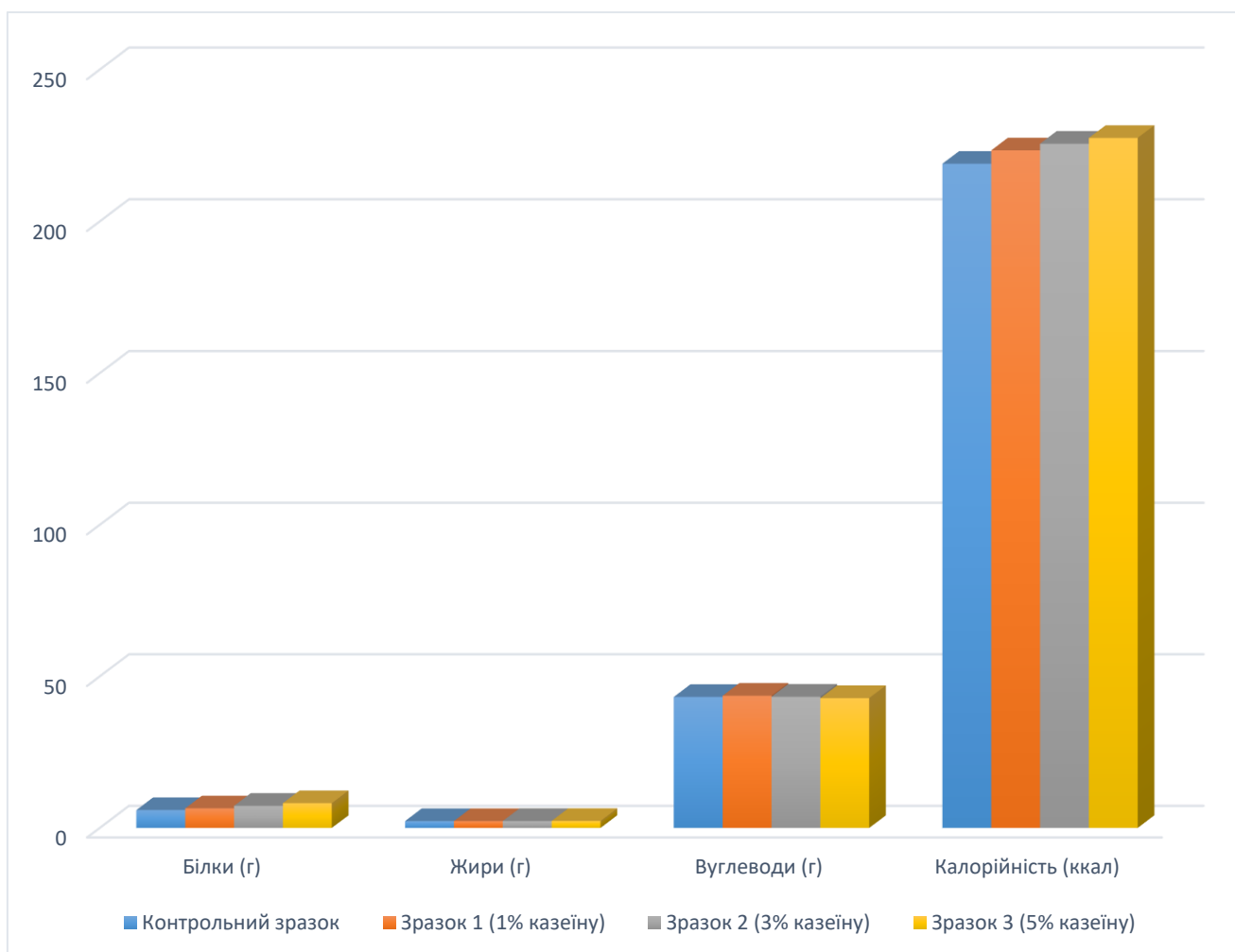


Рис. 3.3 Діаграма харчової та енергетичної цінності дослідних зразків

Діаграма 3.3 , яка відображає харчову та енергетичну цінність для кожного зразка, показує наочні зміни в складі хліба залежно від додавання казеїну. Вміст білків поступово зростає від контрольного зразка до зразка 3 (5% казеїну). У контрольному зразку кількість білків складає 5,91 г, у зразку 1 (1% казеїну) — 6,47 г, у зразку 2 (3% казеїну) — 7,31 г, а у зразку 3 (5% казеїну) — 8,19 г. Це свідчить про те, що додавання казеїну значно підвищує вміст білків у продукті.

Що стосується вмісту жирів, то він залишається майже незмінним у всіх зразках, варіюючи від 2,28 г у контрольному зразку до 2,31 г у зразку 3 (5% казеїну). Це вказує на те, що додавання казеїну не має суттєвого впливу на кількість жирів. Вміст вуглеводів коливається в межах 42,85 г до 43,63 г, з незначними змінами в залежності від кількості казеїну, що свідчить про те, що казеїн не впливає істотно на кількість вуглеводів у хлібі. Калорійність зразків також поступово зростає з 219 ккал у контрольному зразку до 227,5 ккал у зразку 3 (5% казеїну), що відображає загальне збільшення енергетичної цінності продукту зі збільшенням вмісту казеїну. Загалом, діаграма демонструє, що збільшення вмісту казеїну в рецептурі хліба призводить до зростання кількості білків і калорійності, але не має значного впливу на кількість жирів чи вуглеводів.

У наступній таблиці представлено вміст мінералів у кожному інгредієнті, що використовуються в рецептурі хліба. Ці дані дозволяють оцінити вклад кожного компонента в загальний мінеральний склад кінцевого продукту.

Таблиця 3.11

Вміст мінералів у основних інгредієнтах рецептури хліба

Інгредієнт	Калій (K), мг/100 г	Кальцій (Ca), мг/100 г	Магній (Mg), мг/100 г	Фосфор (P), мг/100 г	Залізо (Fe), мг/100 г	Натрій (Na), мг/100 г
Пшеничне борошно	120	15	45	108	3,6	2
Казеїн харчовий	1100	300	100	450	0,2	50

Цукор-пісок	0	0	0	0	0	0
Сіль кухонна	0	0	0	0	0	38000
Дріжджі пресовані	1500	50	200	1000	7	25
Олія соняшникова	0	0	0	0	0,3	0

Таблиця 3.12

Вміст мінералів у рецептурі контрольного зразку

Мінерал	Калій (K), мг	Кальцій (Ca), мг	Магній (Mg), мг	Фосфор (P), мг	Залізо (Fe), мг	Натрій (Na), мг
Разом	94,74	9,51	29,365	62,216	2,185	342

Таблиця 3.13

Загальний вміст мінералів для зразка 1 (1% казеїну):

Мінерал	Калій (K), мг	Кальцій (Ca), мг	Магній (Mg), мг	Фосфор (P), мг	Залізо (Fe), мг	Натрій (Na), мг
Разом	102,06	11,45	30,235	85,624	2,303	344,995

Таблиця 3.14

Загальний вміст мінералів для зразка 2 (3% казеїну)

Мінерал	Калій (K), мг	Кальцій (Ca), мг	Магній (Mg), мг	Фосфор (P), мг	Залізо (Fe), мг	Натрій (Na), мг
Разом	118,44	15,51	30,265	87,066	2,193	344,425

Таблиця 3.15

Загальний вміст мінералів для зразка 3 (5% казеїну)

Мінерал	Калій (K), мг	Кальцій (Ca), мг	Магній (Mg), мг	Фосфор (P), мг	Залізо (Fe), мг	Натрій (Na), мг
Разом	124,7	17,65	31,85	93,76	2,275	344,965

У таблиці 3.16 представлені результати розрахунку вмісту основних мінералів (калію, кальцію, магнію, фосфору, заліза та натрію) у різних зразках хліба, що виготовлені з різними процентними вмістами казеїну. Дані свідчать про те, як зміна рецептури, зокрема додавання казеїну, впливає на мінеральний склад продукту.

Таблиця 3.16

Вміст мінералів у дослідних зразках хліба з різним вмістом казеїну

Зразок	Калій (K), мг	Кальцій (Ca), мг	Магній (Mg), мг	Фосфор (P), мг	Залізо (Fe), мг	Натрій (Na), мг
Контрольний	94,74	9,51	29,365	62,216	2,185	342
Зразок 1	102,06	11,45	30,235	85,624	2,303	344,995
Зразок 2	118,44	15,51	30,265	87,066	2,193	344,425
Зразок 3	124,7	17,65	31,85	93,76	2,275	344,965

У всіх зразках спостерігається поступове збільшення вмісту калію з підвищенням процентного вмісту казеїну. Контрольний зразок містить 94,74 мг калію, а зразок 3 — 124,7 мг, що є найбільшим значенням серед усіх зразків. Це вказує на те, що додавання казеїну позитивно впливає на вміст калію в хлібі.

Вміст кальцію в зразках 1, 2 і 3 також вищий, порівняно з контрольним зразком. У контрольному зразку кальцій становить 9,51 мг, тоді як у зразку 3 — 17,65 мг. Це підтверджує, що додавання казеїну збільшує вміст кальцію в хлібі, оскільки казеїн є значним джерелом цього елемента.

Вміст магнію збільшується в усіх зразках, починаючи з контрольного (29,365 мг) і до зразка 3 (31,85 мг), хоча відмінностей між зразками незначні, що може свідчити про те, що додавання казеїну не має великого впливу на рівень магнію в хлібі.

Вміст фосфору поступово зростає від контрольного зразка (62,216 мг) до зразка 3 (93,76 мг), що свідчить про позитивний ефект додавання казеїну на вміст цього елемента в хлібі. Казеїн є багатим джерелом фосфору, що підтверджує його внесок у підвищення рівня цього мінералу.

Вміст заліза залишається майже на одному рівні у всіх зразках, з незначним підвищенням у зразку 3 (2,275 мг) порівняно з контрольним зразком (2,185 мг), що свідчить про мінімальний вплив додавання казеїну на вміст заліза в хлібі. Вміст натрію у всіх зразках залишається постійним, близько 344 мг, що пов'язано з незмінною кількістю кухонної солі в рецептурі. Отже, додавання казеїну не впливає на рівень натрію в хлібі.

Загалом, збільшення вмісту казеїну у рецептурі хліба веде до зростання вмісту калію, кальцію, магнію та фосфору. Найбільше зростання спостерігається у вмісті кальцію, калію та фосфору, що підтверджує значущу роль казеїну як джерела цих мінералів. Водночас рівень заліза і натрію залишається майже незмінним, що свідчить про відсутність значного впливу казеїну на ці мінерали в хлібі.

Діаграма, наведена нижче, ілюструє вміст мінералів у різних зразках хліба (мг на 100 г). Вона відображає динаміку змін концентрацій калію (K), кальцію (Ca), магнію (Mg), фосфору (P), заліза (Fe) та натрію (Na) залежно від рецептури хліба з різним вмістом казеїну.

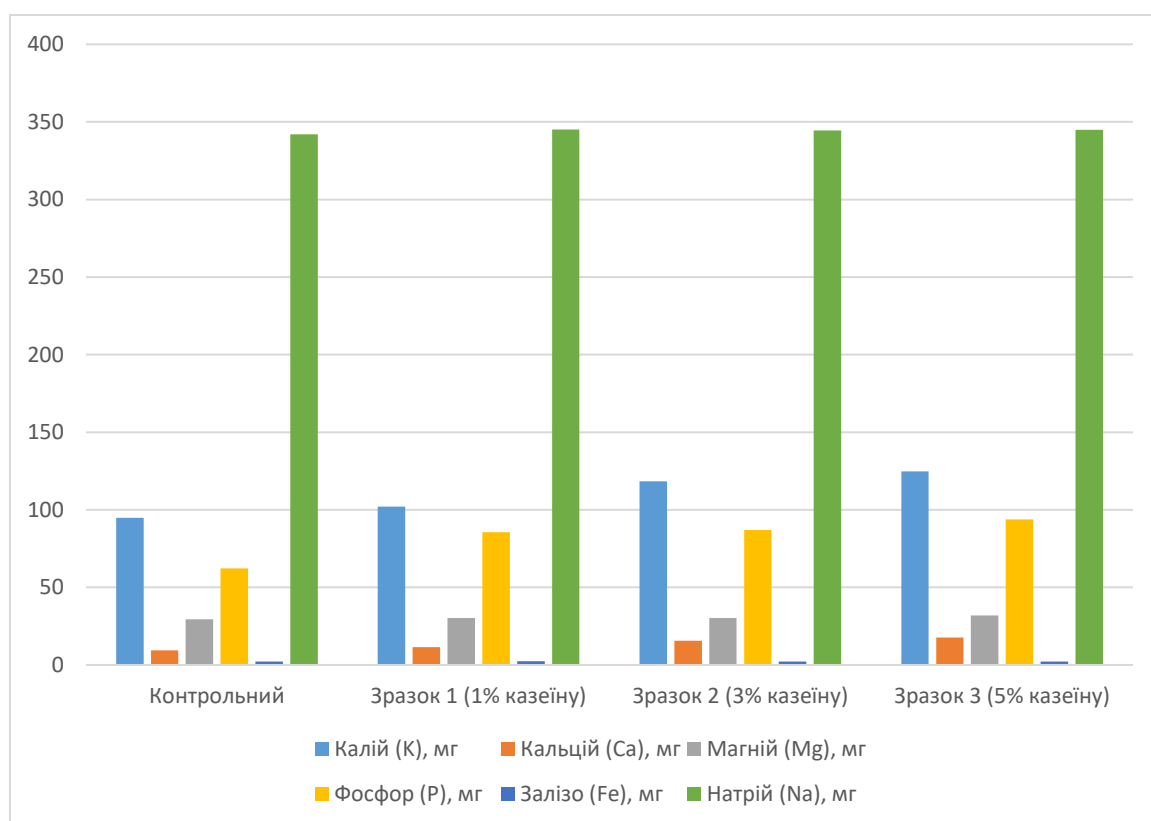


Рис. 3.4. Діаграма вмісту мінералів у різних зразках хліба

Результати досліджень свідчать, про позитивний вплив білкової добавки (казеїну) на якість кінцевого продукту. В ході дослідження було встановлено оптимальні технологічні параметри процесу: підготовка сировини, заміс тіста, бродіння, формування та випікання хліба. Визначено, що додавання казеїну сприяє покращенню органолептичних властивостей хліба, таких як зовнішній вигляд, структура скоринки та м'якушки, а також смак і аромат.

Дослідження підтвердили, що оптимальним є додавання 3% казеїну, яке забезпечує найкращий баланс між якістю виробу та його харчовою цінністю. Хліб з такою концентрацією характеризується більш рівномірною пористістю, еластичністю м'якушки, насиченим смаком і привабливим зовнішнім виглядом. При цьому спостерігається підвищення білкової складової та збереження вологи в готовому виробі.

Фізико-хімічний аналіз показав, що додавання казеїну збільшує вологість і кислотність продукту, а також збагачує його білком. Зокрема, вміст білка у хлібі з 3% казеїну досягає 9,7%, що значно перевищує показники контрольного зразка (8,1%). Однак збільшення концентрації казеїну до 5% призводить до надмірного підвищення вологості та погіршення структури м'якушки, що вказує на необхідність дотримання оптимального дозування.

Розрахунок енергетичної цінності показав, що хліб із 3% казеїну має калорійність 225,6 ккал на 100 г продукту, що відповідає середнім показникам для хлібобулочних виробів. Цей результат підтверджує доцільність використання казеїну як функціональної добавки для підвищення білкової цінності хліба без значного впливу на його калорійність.

Таким чином, додавання казеїну до рецептури хліба дозволяє отримати продукт з покращеними споживчими властивостями, підвищеною харчовою цінністю та стабільними показниками якості, що може знайти застосування в сучасній харчовій промисловості.

РОЗДІЛ 4

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Розробка принципової технологічної схеми виробництва хліба із використанням казеїну.

Процес виробництва хліба з додаванням казеїну — це технологічно складна і багатоступенева операція, яка вимагає ретельного контролю якості на кожному етапі. Використання казеїну не тільки збагачує хліб білками, але й забезпечує покращення текстури, смаку, подовжений термін зберігання та створює продукт, що відповідає сучасним стандартам здорового харчування.

Підготовка сировини

На початковому етапі здійснюється підготовка інгредієнтів, необхідних для виробництва хліба. Борошно проходить процес просіювання для видалення сторонніх домішок і насичення киснем. Це покращує його фізико-хімічні властивості, сприяючи утворенню еластичного тіста.

Казеїн, що використовується у рецептурі, попередньо піддається гідратації. Для цього його розчиняють у теплій воді при температурі 35–40 °С. Така підготовка забезпечує краще поєднання білка з іншими компонентами тіста, сприяючи його однорідності та покращенню функціональних характеристик. Всі інгредієнти перевіряються на відповідність стандартам якості, зокрема оцінюються їх чистота, вологість, вміст білків та розчинність.

Замішування тіста

Замішування тіста є одним із ключових етапів процесу. Спочатку з'єднуються рідкі компоненти — вода, гідратований казеїн, дріжджі, сіль і цукор. Потім поступово додається борошно. Важливо дотримуватися температурного режиму на рівні 28–30 °С, що сприяє оптимальному утворенню клейковинного каркасу.

Казеїн на цьому етапі виконує кілька функцій:

1. Підвищення водоутримувальної здатності тіста, що забезпечує його еластичність.
2. Зміцнення структури, що запобігає утворенню тріщин і забезпечує рівномірність м'якуша.
3. Покращення текстури і стабільності тіста, зменшуючи його липкість.

Ферментація тіста.

Ферментація триває 60–90 хвилин за температури 28–30 °С і відносної вологості 70–80%. Протягом цього етапу дріжджі продукують вуглекислий газ, що забезпечує підйом тіста. Завдяки присутності казеїну бульбашки газу рівномірно розподіляються по всьому об'єму, утримуються в структурі тіста, що гарантує пишність готового хліба.

Формування і розстойка

Після завершення ферментації тісто ділять на порції потрібної маси та надають бажану форму. Заготовки піддаються розстойці при температурі 30–35 °С і відносній вологості 75–85% протягом 30–50 хвилин. У цей час тісто досягає максимальної еластичності, а структура стає стабільною завдяки впливу казеїну.

Випікання

Процес випікання проходить у два етапи:

На початку температура в печі встановлюється на рівні 220–230 °С, щоб утворити хрустку скоринку.

Потім температуру знижують до 190–200 °С, забезпечуючи рівномірне пропікання м'якуша.

Тривалість випікання варіюється залежно від маси виробів і становить 20–40 хвилин. Казеїн у процесі термообробки сприяє утворенню золотистої скоринки, надає хлібу приємний аромат і покращує текстуру.

Охолодження і пакування

Остиглий до кімнатної температури хліб (60–120 хвилин після випікання) фасується в герметичну упаковку. Це дозволяє зберегти його м'якість і

запобігти втраті вологи. Казеїн додатково знижує ризик висихання хліба, забезпечуючи тривалий термін зберігання.

Технологія виробництва хліба з використанням казеїну дозволяє отримати продукт, який поєднує традиційні якості хлібобулочних виробів із сучасними вимогами до здорового харчування. Такий хліб має високий вміст білків, чудові органолептичні характеристики та тривалий термін зберігання, що робить його перспективним продуктом для широкого споживання.

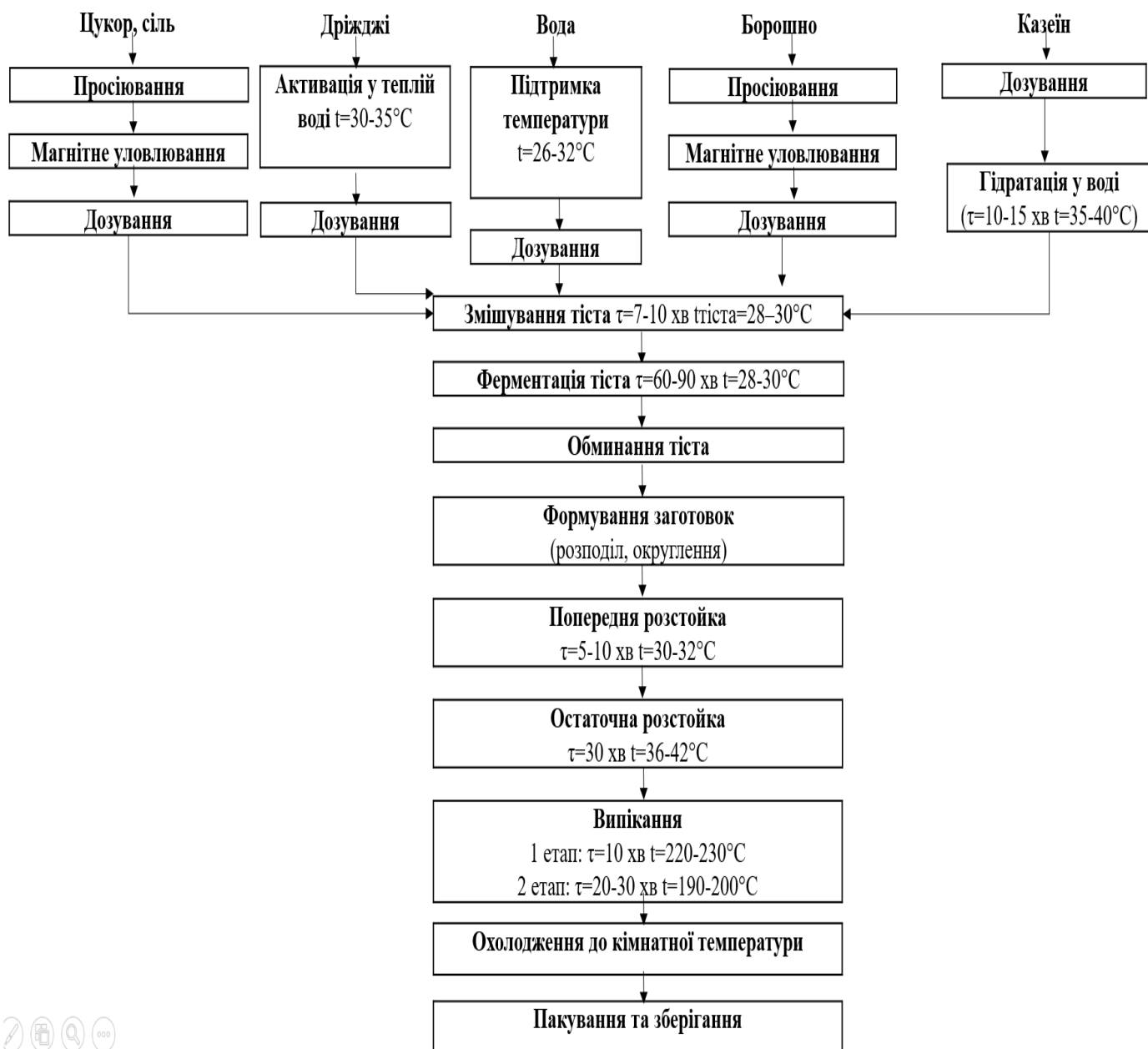


Рис.4.1 - Технологічна схема виробництва хліба з казеїном

4.2 Опис апаратурно-технологічної схеми.

Апаратурно-технологічна схема виробництва хліба з використанням казеїну базується на етапах обробки сировини, приготування тіста, його ферментації, формування, випікання та охолодження готової продукції. Усі етапи виконуються з використанням сучасного обладнання, яке забезпечує точність дозування, контроль технологічних параметрів і високу якість кінцевого продукту.

На початковому етапі здійснюється приймання та підготовка сировини. Борошно зберігається у бункерах, обладнаних системою транспортування сировини (гвинтові конвеєри або пневмотранспортери). Борошно надходить до просіювача, який видаляє сторонні домішки та насичує сировину киснем. Казеїн подається в окремий змішувач, де він гідратується у воді при температурі 35–40 °С, використовуючи змішувальне обладнання з підігрівом. Вода, сіль, цукор та інші компоненти також проходять підготовку: зважування, розчинення та очищення.

На наступному етапі проводиться замішування тіста у тістомісильних машинах. Вода, розчинений казеїн, борошно, дріжджі та інші компоненти дозуються за допомогою автоматичних дозаторів. Замішування триває 8–15 хвилин залежно від типу обладнання. Машина забезпечують оптимальну температуру тіста 28–30 °С і рівномірне змішування інгредієнтів, формуючи однорідну масу з розвиненим клейковинним каркасом.

Далі тісто надходить до технологічної ємності для ферментації, де підтримується температура 28–30 °С і вологість 70–80%. Ця стадія триває 60–90 хвилин, забезпечуючи біохімічні процеси, які покращують структуру та смакові властивості тіста. Ферментатори оснащені системою контролю температури та мішалками для рівномірного розподілу тепла.

Після ферментації тісто надходить до тістообробного відділення, де здійснюється поділ на порції за допомогою тістоділильних машин. Заготовки

округлюються у тістоокруглювачах, потім направляються до тістоформувальних машин, які надають виробам потрібну форму.

Формовані заготовки розміщуються на деках та надходять у камери для розстойки, де підтримується температура 30–35 °С і вологість 75–85%. Розстойка триває 30–50 хвилин, що забезпечує подальше підняття тіста та оптимізацію його текстури. Камери розстойки обладнані системами зволоження та нагрівання для створення стабільних умов.

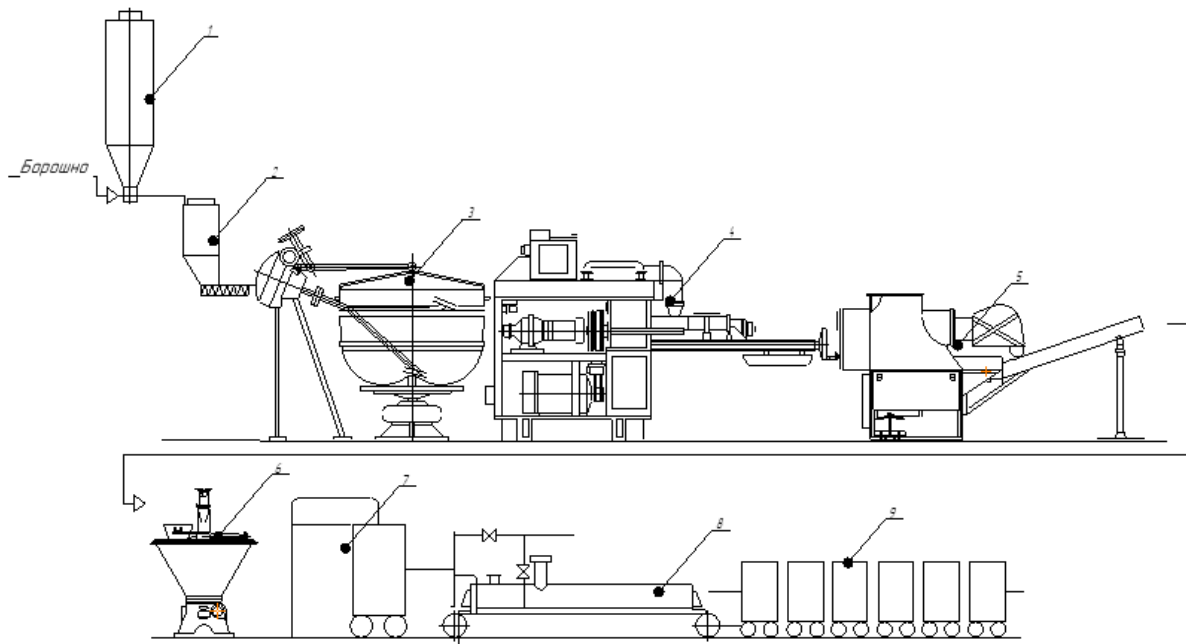
Етап випікання здійснюється в ротаційних або тунельних печах. Температура в печі встановлюється на рівні 220–230 °С для початкового прогріву скоринки, потім знижується до 190–200 °С. Час випікання становить 20–40 хвилин залежно від розмірів виробів. Казеїн у складі рецептури забезпечує утворення якісної скоринки, рівномірне пропікання та збереження вологи у м'якуші.

Після випікання хліб надходить на охолоджувальний конвеєр, де охолоджується до кімнатної температури протягом 60–120 хвилин. Для цього використовуються системи примусової вентиляції, які забезпечують рівномірне охолодження.

На фінальному етапі хліб проходить через пакувальні лінії, де його фасують у полімерні пакети або харчову плівку. Упакований продукт маркується та готується до транспортування на склад або безпосередньо до споживача.

Використання казеїну в процесі виготовлення хліба вимагає точного дотримання технологічних параметрів на кожному етапі, що забезпечує високу якість продукту, його харчову цінність і довговічність. Застосування сучасного обладнання сприяє автоматизації виробництва, зниженню витрат ручної праці та підвищенню ефективності технологічного процесу.

Апаратурно-технологічна схема хліба з казеїном наведена на рис. 2.2



<i>Поз.</i>	<i>Найменування</i>	<i>Кільк.</i>	<i>Примітки</i>
1	<i>Силос ХЕ-160А</i>	1	
2	<i>Просіювач ІВ-ЦПМ</i>	1	
3	<i>Тістоміс Л2-ХТМ</i>	1	
4	<i>Ємність для бродіння КБ-3</i>	1	
5	<i>Тістодільник МДТ-1.1</i>	1	
6	<i>Округлювач КСМ-2000</i>	1	
7	<i>Шаф розстоювання ЕШРТЗ- 3.5/380</i>	1	
8	<i>Ротаційна піч П6-ХРМ</i>	1	
9	<i>Візок стелажний</i>	6	

Рис. 4.2. Апаратурно-технологічна схема хліба з казеїном

1-Силос, 2- просіювач, 3-тістоміс, 4-ємність для бродіння, 5-тістодільник, 6-округлювач, 7- шафа розстоювання, 8-ротаційна піч, 9-візок стелажний.

Висновки до розділу:

У даному розділі було розглянуто основні етапи та апаратурно-технологічну схему виробництва хліба з використанням казеїну, а також важливість і функціональні властивості цього білка для хлібопекарної промисловості. Казеїн, завдяки своїй високій біологічній цінності та здатності покращувати текстуру та харчову цінність хлібобулочних виробів, є важливим інгредієнтом для виробництва функціональних продуктів харчування. У процесі виробництва хліба з використанням казеїну необхідно враховувати температурні режими на всіх етапах технологічного процесу — від замішування тіста до випікання та охолодження готового продукту. Кожен з етапів виробництва, від підготовки сировини до формування та випікання, потребує високої точності та контролю для досягнення оптимальної якості хліба.

РОЗДІЛ 5

SWOT-АНАЛІЗ ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ХЛІБА З ВИКОРИСТАННЯМ КАЗЕЇНУ

SWOT-аналіз дозволяє комплексно оцінити внутрішні фактори (сильні та слабкі сторони) і зовнішнє середовище (можливості та загрози) для прийняття обґрунтованих стратегічних рішень щодо впровадження інноваційної технології.

5.1. Внутрішні фактори — сильні та слабкі сторони

5.1.1. Сильні сторони

Впровадження технології виробництва хліба з використанням казеїну характеризується низкою важливих переваг:

Інноваційність та унікальність продукції. Використання казеїну як функціональної білкової добавки є інноваційним напрямом для українського ринку хлібобулочних виробів, що дозволяє створити унікальну торгову пропозицію та диференціювати продукт серед конкурентів.

Підвищена харчова цінність. Збільшення вмісту білка з 7,5 до 11,2 г на 100 г продукту із збалансованим амінокислотним складом (лейцин — 9,2 г, лізин — 7,8 г, пролін — 10,5 г на 100 г білка) забезпечує високу біологічну цінність продукції (95-98%).

Покращені органолептичні властивості. Додавання казеїну забезпечує рівномірну пористість, еластичність м'якушки, приємний вершковий присмак та привабливий зовнішній вигляд виробів.

Технологічні переваги. Подовження терміну зберігання завдяки уповільненню черствіння, покращена вологоутримувальна здатність тіста та стабілізація його структури підвищують якість продукції.

Економічна доцільність. Калорійність продукту залишається на рівні традиційного хліба (225,6 ккал/100 г), що робить його доступним для широкого кола споживачів.

Наявність ресурсної бази. Можливість використання вітчизняної молочної сировини знижує залежність від імпорту та підтримує локальних виробників.

Відповідність ринковим трендам. Продукт орієнтований на зростаючий попит на функціональні вироби та здорове харчування, що прогнозується зростати на 5-7% щорічно.

5.1.2. Слабкі сторони

Поряд із перевагами існують і певні обмеження технології:

Висока собівартість. Додавання казеїну (2-4% від маси борошна) підвищує вартість сировини та собівартість виробництва порівняно з традиційним хлібом.

Потреба у спеціальному обладнанні. Необхідність додаткового обладнання для диспергування казеїну та точного контролю технологічних параметрів вимагає капітальних інвестицій.

Технологічні складнощі. Збільшення тривалості виробничого циклу на 5-10%, необхідність використання ПАР при дозуванні казеїну понад 6% та потреба у точному контролі параметрів ускладнюють виробництво.

Кваліфікаційні вимоги. Потреба у кваліфікованому персоналі для контролю технологічного процесу роботи з білковими добавками та додаткове навчання працівників.

Обмежена обізнаність споживачів. Недостатня поінформованість цільової аудиторії про переваги казеїнових продуктів та функціональних хлібобулочних виробів загалом.

Нормативні обмеження. Необхідність розробки технічних умов, технологічних інструкцій та іншої нормативної документації для легалізації виробництва.

Потенційні алергенні властивості. Можливі алергічні реакції у споживачів з непереносимістю молочних білків обмежують потенційну споживчу базу.

Таблиця 5.1

**Дослідження сильних та слабких сторін технології виробництва хліба
з казеїном**

Сильні сторони (S)	Слабкі сторони (W)
S1. Інноваційність та унікальність продукту на українському ринку	W1. Підвищена собівартість виробництва через додавання казеїну
S2. Підвищена харчова цінність (білок 11,2 г/100 г, біологічна цінність 95-98%)	W2. Необхідність інвестицій у додаткове обладнання для диспергування
S3. Покращені органолептичні властивості (текстура, смак, вигляд)	W3. Збільшення тривалості виробничого циклу на 5-10%
S4. Подовження терміну зберігання, уповільнення черствіння	W4. Потреба у кваліфікованому персоналі та навчанні працівників
S5. Можливість використання вітчизняної молочної сировини	W5. Обмежена обізнаність споживачів про переваги продукту
S6. Відповідність трендам здорового харчування	W6. Необхідність розробки нормативної документації (ТУ, інструкції)
S7. Калорійність на рівні традиційного хліба (225,6 ккал/100 г)	W7. Можливі алергічні реакції у споживачів з непереносимістю молока

5.2. Зовнішні фактори — можливості та загрози

5.2.1. Можливості

Зовнішнє середовище створює сприятливі умови для впровадження технології:

Зростання попиту на функціональні продукти. Прогнозується щорічне зростання ринку функціональних хлібобулочних виробів на 5-7%, особливо в сегменті білкових продуктів.

Державна підтримка. Державні програми підтримки здорового харчування населення, можливість отримання грантів на впровадження інноваційних технологій та податкові пільги для виробників функціональних продуктів.

Експортний потенціал. Можливість виходу на міжнародні ринки (ЄС) з інноваційним продуктом, що відповідає європейським стандартам якості.

Стратегічне партнерство. Розвиток співпраці з молочними підприємствами для забезпечення казеїном, партнерство з науковими установами для оптимізації технології та створення повного циклу виробництва.

Розширення асортименту. Створення лінійки функціональних виробів з різним вмістом казеїну для різних цільових груп (спортсмени, діти, літні люди, особи на дієті).

Сертифікація та конкурентні переваги. Отримання сертифікатів якості (ISO, HACCP) для посилення ринкових позицій та залучення інвестицій під інноваційний проект.

5.2.2. Загрози

Зовнішнє середовище також створює певні ризики:

Конкурентне середовище. Висока конкуренція на ринку хлібобулочних виробів, конкуренція з боку імпортованих функціональних продуктів та можливе копіювання технології конкурентами.

Економічні ризики. Зростання цін на сировину (борошно, казеїн) внаслідок інфляції, економічна нестабільність та зниження купівельної спроможності населення, коливання валютних курсів при імпорті казеїну.

Енергетичні ризики. Енергетична криза та підвищення тарифів на електроенергію, що збільшує витрати виробництва.

Інвестиційні бар'єри. Необхідність значних капітальних вкладень на модернізацію виробництва, тривалий термін окупності інвестицій та обмежений доступ до кредитних ресурсів.

Регуляторні обмеження. Можливі регуляторні обмеження на використання білкових добавок, зміни в законодавстві щодо харчової безпеки та посилення вимог до маркування функціональних продуктів.

Сировинні ризики. Зниження якості борошна через кліматичні зміни, проблеми з постачанням якісного казеїну та залежність від постачальників молочної сировини.

Споживчі бар'єри. Консерватизм споживачів щодо нових продуктів та недостатня готовність платити премію за функціональні властивості.

Таблиця 5.2

Дослідження зовнішніх можливостей та загроз

Потенційні зовнішні можливості (О)	Потенційні зовнішні загрози (Т)
О1.Зростання попиту на функціональні продукти (5-7% щорічно)	Т1.Висока конкуренція на ринку хлібобулочних виробів
О2.Державні програми підтримки здорового харчування та можливість отримання грантів	Т2.Зростання цін на сировину та економічна нестабільність
О3.Можливість виходу на міжнародні ринки (ЄС)	Т3.Енергетична криза та підвищення тарифів на електроенергію
О4.Розвиток партнерства з молочними підприємствами та науковими установами	Т4.Необхідність значних капітальних вкладень при обмеженому доступі до фінансування
О5.Створення лінійки продуктів для різних цільових груп і диверсифікація асортименту	Т5.Можливі регуляторні обмеження на використання білкових добавок
О6.Отримання сертифікатів якості (ISO, HACCP) для посилення конкурентних позицій	Т6.Зниження якості борошна та проблеми з постачанням якісної сировини
	Т7.Консерватизм споживачів та недостатня готовність платити вищу ціну

5.3. Матриця SWOT-аналізу та стратегічні альтернативи (TOWS-матриця)

На основі виявлених внутрішніх факторів та зовнішнього середовища побудовано TOWS-матрицю, що визначає чотири типи стратегій розвитку підприємства.

Таблиця 5.3

TOWS-матриця стратегічних альтернатив розвитку підприємства з виробництва хліба з казеїном

Тип стратегій факторів	Стратегічні дії (приклади)	Практичні рекомендації
------------------------	----------------------------	------------------------

<p>SO (Сила + Можливості) — стратегія розвитку</p> <p>Можливості: O1. Зростання попиту на функціональні продукти (5-7% щорічно) O2. Державні програми підтримки здорового харчування та грантове фінансування O3. Можливість виходу на міжнародні ринки (ЄС) O4. Розвиток партнерства з молочними підприємствами та науковими установами O5. Створення лінійки продуктів для різних цільових груп O6. Отримання сертифікатів якості (ISO, НАССР) Сильні сторони: S1. Інноваційність та унікальність продукту S2. Підвищена харчова цінність (білок 11,2 г/100 г, біологічна цінність 95-98%) S3. Покращені органолептичні властивості S4. Подовження терміну зберігання S5. Використання вітчизняної молочної сировини S6. Відповідність трендам здорового харчування S7. Калорійність на рівні традиційного хліба</p>	<p>SO1. Використати високу харчову цінність (S2) та відповідність трендам (S6) для виходу на ринок здорового харчування, що активно зростає (O1). SO2. Розширити лінійку функціональних виробів (S1, S2) для різних цільових груп — спортсменів, дітей, літніх людей (O5). SO3. Використати інноваційність продукту (S1) та державну підтримку (O2) для участі у програмах інноваційного розвитку. SO4. Налагодити партнерство з вітчизняними молочними підприємствами (S5, O4) для створення повного циклу виробництва. SO5. Отримати сертифікати НАССР/ISO (O6) для виходу на експортні ринки ЄС (O3) з унікальним продуктом (S1).</p>	<p>Активно подавати інформацію про продукт через маркетплейси та соціальні мережі. Партнерство з дистриб'юторами здорової їжі. Залучити digital-маркетинг для розробки продукції. Провести рекламну кампанію із залученням нутриціологів та блогерів ЗСЖ. Подати заявка на участь у державних програмах підтримки.</p>
<p>WO (Слабкість + Можливості) — стратегія розвитку потенціалу</p> <p>Слабкі сторони: W1. Підвищена собівартість виробництва W2. Необхідність інвестицій у додаткове обладнання W3. Збільшення виробничого циклу на 5-10% W4. Потреба у кваліфікованому персоналі W5. Обмежена обізнаність споживачів</p>	<p>WO1. Залучити державні гранти та підтримку (O2) для зниження собівартості (W1) та фінансування модернізації обладнання (W2). WO2. Використати співпрацю з науковими установами (O4) для оптимізації технології, скорочення виробничого циклу (W3) та розробки документації (W6). WO3. Організувати навчання персоналу (W4) на базі партнерства з навчальними</p>	<p>Діагностувати бізнес-модель та оптимізувати процеси. Вступити в асоціацію виробників функціональних продуктів. Створити CRM-систему для управління клієнтами. Укласти меморандум з профільним університетом для стажування працівників. Провести дегустації та майстер-класи</p>

<p>W6. Необхідність розробки нормативної документації</p> <p>W7. Можливі алергічні реакції</p>	<p>зкладами (O4).</p> <p>WO4.Скористатися зростаючим інтересом до здорового харчування (O1) для проведення освітніх кампаній про переваги казеїну (W5). WO5.Використати можливості сертифікації (O6) для обґрунтування вищої ціни продукту (W1).</p>	<p>в торгових мережах.</p>
<p>ST (Сила + Загрози) — стратегія захисту Загрози:</p> <p>T1. Висока конкуренція на ринку хлібобулочних виробів T2. Зростання цін на сировину та економічна нестабільність T3.</p> <p>Енергетична криза та підвищення тарифів на електроенергію T4.</p> <p>Необхідність значних капітальних вкладень при обмеженому фінансуванні T5. Можливі регуляторні обмеження на білкові добавки T6. Зниження якості борошна та проблеми з постачанням сировини T7.</p> <p>Консерватизм споживачів</p>	<p>ST1.Використати інноваційність (S1) та покращені властивості (S3, S4) для створення сильного бренду, що диференціює продукцію від конкурентів (T1).</p> <p>ST2.Акцентувати увагу на подовженому терміні зберігання (S4) та стабільній якості як конкурентних перевагах в умовах економічної нестабільності (T2).</p> <p>ST3.Використати вітчизняну сировину (S5) для зниження залежності від імпорту та валютних коливань (T2, T6).</p> <p>ST4.Застосувати покращену якість продукту (S2, S3) та системи контролю для дотримання законодавчих вимог (T5). ST5.Провести роз'яснювальні кампанії про користь білків (S2, S6) для подолання споживчого консерватизму (T7).</p>	<p>Активно проводити роз'яснювальні кампанії для споживачів про користь казеїну. Партнерство з подібними брендами для спільних акцій. Розробити унікальний бренд, що підкреслює інноваційність продукту. Підготувати фінансову модель для різних сценаріїв зміни цін. Інвестувати в CRM-систему для гнучкого управління збутом.</p>
<p>WT (Слабкість + Загрози) — стратегія захисту від ризиків</p>	<p>WT1.Здійснювати поступову модернізацію виробництва (W2) за рахунок прибутку або лізингу для зменшення фінансового навантаження (T4).</p> <p>WT2.Розробити спрощену рецептуру з мінімальним дозуванням казеїну 2-3% (W1, W3) для зниження ризиків при економічній нестабільності (T2).</p> <p>WT3.Впроваджувати енергозберігаючі технології (W1) для мінімізації впливу зростання тарифів (T3).</p> <p>WT4.Розробити антикризовий план маркетингу (W5) для</p>	<p>Створити план управління ризиками та резервний фонд. Впровадити енергоаудит та оптимізацію виробничих процесів. Моніторити законодавчі зміни та адаптувати документацію. Використовувати гнучкі формати упаковки для різних цінових сегментів. Розробити резервну стратегію постачання сировини.</p>

	<p>зменшення ризику падіння продажів при зниженні купівельної спроможності (T2, T7). WT5. Диверсифікувати постачальників сировини (W1) для зниження залежності від цінових коливань (T2, T6). WT6. Проводити моніторинг законодавчих змін (W6) для своєчасної адаптації документації (T5).</p>	
--	--	--

TOWS-матриця визначає чотири типи стратегічних альтернатив для успішного впровадження інноваційної технології виробництва хліба з казеїном, що дозволяє підприємству максимізувати переваги, мінімізувати ризики та забезпечити стійкий розвиток на конкурентному ринку функціональних продуктів.

Висновки до розділу 5:

Технологія виробництва хліба з використанням казеїну є економічно обґрунтованою, технологічно реалізованою та комерційно перспективною для розвитку української хлібопекарної промисловості в сегменті функціональних продуктів.

Економічна обґрунтованість підтверджується збереженням калорійності на рівні традиційного хліба (225,6 ккал/100 г) при значному підвищенні харчової цінності, що дозволяє позиціонувати продукт як преміум без втрати широкої споживчої бази. Зростаючий попит на функціональні продукти (5-7% щорічно) забезпечує стабільну ринкову нішу для розвитку.

Технологічна реалізованість базується на науково підтверджених дослідженнях вітчизняних та міжнародних вчених, оптимальному дозуванні казеїну (3% від маси борошна) та можливості адаптації існуючих виробничих потужностей без кардинальних змін технологічного процесу.

Комерційна перспективність обумовлена унікальністю продукту на українському ринку, відповідністю глобальним трендам здорового харчування,

можливістю створення лінійки продуктів для різних цільових груп та експортним потенціалом на ринки ЄС з високими стандартами якості.

Успішне впровадження технології сприятиме підвищенню конкурентоспроможності вітчизняних виробників, розширенню асортименту функціональної продукції, імпортозаміщенню у сегменті преміум-хлібобулочних виробів та формуванню нової культури споживання білкових продуктів серед українського населення.

Розроблена TOWS-матриця стратегічних альтернатив забезпечує комплексний підхід до управління ризиками та максимізації конкурентних переваг, що робить впровадження технології не лише доцільним, але й стратегічно важливим для інноваційного розвитку галузі в умовах євроінтеграції та орієнтації на стандарти якості ЄС.

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

6.1. Загальні вимоги охорони праці на хлібопекарському виробництві

Організація охорони праці на підприємстві з виробництва функціонального хліба з використанням казеїну являє собою комплексну систему правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності персоналу в процесі трудової діяльності. Правову основу системи охорони праці становить Закон України «Про охорону праці», що визначає основні принципи державної політики у сфері безпеки та гігієни праці, а також Правила безпеки для виробництва хліба, хлібобулочних та макаронних виробів (НПАОП 15.8-1.27-02) та національні стандарти, зокрема ДСТУ 2583-94, які регламентують специфічні вимоги до організації виробничих процесів у хлібопекарській галузі [37,38].

Система організаційних заходів з охорони праці на хлібопекарському підприємстві базується на принципах превентивності, комплексності та безперервності контролю за станом умов праці. Ключовим елементом цієї системи є розробка та затвердження інструкцій з техніки безпеки для всіх професійних категорій працівників, що враховують специфіку виконуваних операцій та потенційні ризики на кожному робочому місці. Інструкції повинні містити детальний опис безпечних прийомів роботи, послідовність дій при виникненні нештатних ситуацій, вимоги до використання засобів індивідуального та колективного захисту, а також процедури аварійної зупинки обладнання[39].

Система навчання та інструктажів з питань охорони праці передбачає багаторівневий підхід до підготовки персоналу. Вступний інструктаж проводиться з усіма новоприйнятими працівниками перед допуском до роботи і включає ознайомлення з загальними правилами внутрішнього трудового

розпорядку, специфічними небезпечними та шкідливими виробничими факторами на підприємстві, основними положеннями законодавства про охорону праці. Первинний інструктаж на робочому місці здійснюється безпосередньо перед початком самостійної роботи і передбачає детальне вивчення конкретного обладнання, технологічних операцій, безпечних методів та прийомів виконання робіт. Повторний інструктаж проводиться не рідше одного разу на шість місяців для всіх працівників з метою відновлення та закріплення знань з безпеки праці. Позаплановий інструктаж організовується при зміні технологічного процесу, впровадженні нового обладнання, після нещасних випадків або при виявленні порушень вимог охорони праці. Особливої уваги потребує навчання працівників правилам безпечної експлуатації технологічного обладнання, що включає не лише теоретичну підготовку, але й практичну демонстрацію безпечних прийомів роботи під керівництвом досвідчених наставників[40].

Забезпечення працівників санітарним одягом, спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту є обов'язковим елементом системи охорони праці на хлібопекарському виробництві. Санітарний одяг включає білі халати, ковпаки або косинки, що запобігають потраплянню сторонніх частинок у продукцію і забезпечують дотримання санітарно-гігієнічних норм виробництва. Спеціальний одяг та взуття призначені для захисту працівників від дії небезпечних та шкідливих виробничих факторів, зокрема високих температур у пекарському відділенні, де персонал повинен бути забезпечений термозахисними костюмами, фартухами та рукавицями. Засоби індивідуального захисту органів дихання, такі як респіратори типу «Пелюстка» або протипилові респіратори, є обов'язковими при роботі з борошном та казеїном для запобігання вдиханню пилу. Працівники, зайняті на роботах з підвищеним рівнем шуму, забезпечуються протишумовими навушниками або берушами. Видача засобів індивідуального захисту здійснюється відповідно до встановлених норм із обов'язковим веденням обліку та контролем за їх використанням.

Система періодичних медичних оглядів працівників виконує важливу профілактичну функцію і спрямована на раннє виявлення професійних захворювань та запобігання допуску до роботи осіб з медичними протипоказаннями. Попередні медичні огляди проводяться при прийомі на роботу для визначення придатності працівника за станом здоров'я до виконання конкретних трудових обов'язків. Періодичні медичні огляди організуються з частотою, визначеною нормативними документами залежно від характеру виробничих факторів, які впливають на працівників. Особливої уваги потребує медичний контроль за станом здоров'я працівників, що контактують з казеїном, оскільки цей молочний білок може викликати алергічні реакції у схильних до того осіб. За результатами медичних оглядів приймаються рішення щодо можливості продовження роботи працівника на конкретному робочому місці, необхідності переведення на іншу роботу або призначення профілактичних заходів.

Вимоги до виробничих приміщень хлібопекарського підприємства визначаються необхідністю створення оптимальних та безпечних умов праці для персоналу. Температурний режим на робочих місцях має вирішальне значення для працездатності та здоров'я працівників, особливо в умовах підвищених теплових навантажень у пекарському відділенні. Встановлена гранична норма температури повітря не вище 28°C на постійних робочих місцях у виробничих приміщеннях є компромісом між технологічними потребами виробництва та фізіологічними можливостями людського організму. На робочих місцях біля хлібопекарських печей, де температура повітря може перевищувати допустимі значення через теплове випромінювання, необхідно передбачати додаткові заходи захисту, такі як теплоізоляційні екрани, повітряне душення та скорочення тривалості безперервного перебування працівників у зоні високих температур.

Відносна вологість повітря у виробничих приміщеннях підтримується на рівні 60-70%, що відповідає фізіологічно комфортним умовам для організму людини та технологічним вимогам виробництва. Підвищена вологість, яка

характерна для деяких технологічних операцій, зокрема бродіння та вистоювання тіста, створює дискомфортні умови праці та може сприяти розвитку мікроорганізмів і погіршенню санітарно-гігієнічного стану приміщень. Контроль параметрів мікроклімату здійснюється за допомогою вимірювальних приладів — термометрів, гігрометрів та психрометрів, встановлених на робочих місцях.

Ефективна система вентиляції є обов'язковою складовою забезпечення належних умов праці на хлібопекарському виробництві. Природна вентиляція організовується шляхом влаштування фрамуг, кватирок та вентиляційних отворів, що забезпечують природний повітрообмін у приміщеннях. Однак у більшості випадків природної вентиляції недостатньо для ефективного видалення надлишкового тепла, вологи, пилу та шкідливих речовин з робочої зони, тому передбачається штучна механічна вентиляція з організованим припливом свіжого повітря та витяжкою забрудненого. Особливу увагу приділяють місцевій витяжній вентиляції на ділянках з інтенсивним виділенням пилу (просіювання борошна, підготовка казеїну), тепла (біля печей) та вологи (бродильне відділення). Загальнообмінна вентиляція розраховується виходячи з необхідності забезпечення санітарних норм повітрообміну з урахуванням кількості працюючих, обсягу виробничих приміщень та інтенсивності виділення шкідливих факторів.

Раціональне планування виробничих приміщень передбачає дотримання мінімальної ширини проходів між обладнанням не менше 1,5 метра, що забезпечує безпечне пересування персоналу, можливість евакуації у разі надзвичайних ситуацій та проведення технічного обслуговування устаткування. Основні проходи та транспортні магістралі повинні мати ширину не менше 2 метрів для забезпечення руху вантажних візків, вагонеток та підйомно-транспортних засобів. Висота виробничих приміщень має бути достатньою для розміщення технологічного обладнання, організації ефективної вентиляції та створення оптимальних умов освітлення, як правило, не менше 3,6 метра від підлоги до низу виступаючих конструкцій.

Підлоги у виробничих приміщеннях повинні бути рівними, без виступів, западин та порогів, що можуть створювати небезпеку спотикання. Матеріал підлоги має забезпечувати протиковзаючі властивості навіть у вологому стані, що особливо важливо на ділянках миття та підготовки сировини, де можливе розливання води. Рекомендується використовувати спеціальні покриття з шорсткою поверхнею, керамічну плитку з рифленням або полімерні матеріали з протиковзаючими властивостями. Підлоги повинні мати ухил у бік трапів для забезпечення відводу води та полегшення санітарної обробки приміщень. Регулярне миття підлоги та негайне усунення розлитих рідин є обов'язковими заходами попередження нещасних випадків від падіння працівників.

Вимоги до технологічного обладнання хлібопекарського виробництва визначаються необхідністю забезпечення його безпечної експлуатації протягом усього життєвого циклу. Теплоізоляція хлібопекарських печей, пароварочних камер, трубопроводів пари та гарячої води є критично важливим заходом захисту працівників від опіків при випадковому доторку до гарячих поверхонь. Відповідно до нормативних вимог, температура зовнішніх поверхонь теплового обладнання не повинна перевищувати 45°C, що досягається застосуванням ефективних теплоізоляційних матеріалів достатньої товщини. Якщо з технічних причин неможливо забезпечити зниження температури поверхні до безпечного рівня, такі ділянки повинні бути огорожені або позначені попереджувальними знаками.

Огородження рухомих та обертових частин обладнання — ременних передач, шестерень, валів, ланцюгових передач — є обов'язковою вимогою безпеки для запобігання травмуванню працівників. Огородження повинні бути міцними, надійно закріпленими та виключати можливість випадкового доторку до небезпечних зон обладнання. Конструкція огорожень має забезпечувати можливість швидкого доступу до механізмів для проведення технічного обслуговування та ремонту, при цьому зняття огорожень повинно бути можливим лише за допомогою спеціального інструменту і супроводжуватися автоматичним вимкненням електроживлення.

Наявність механічного та електричного блокування на технологічному обладнанні запобігає його пуску або продовженню роботи при відкритих люках, кришках та інших захисних пристроях. Механічне блокування забезпечує неможливість зняття огорожень або відкриття камер завантаження без зупинки двигуна. Електричне блокування автоматично вимикає живлення обладнання при спробі доступу до небезпечних зон, що виключає ризик травмування працівників рухомими частинами. Система блокування повинна бути сконструйована таким чином, щоб виключити можливість її обходу або відключення без застосування спеціальних засобів.

Заземлення всього електричного обладнання є фундаментальною вимогою електробезпеки на виробництві. Металеві корпуси електродвигунів, електричні шафи, пульти керування та інше обладнання, що може опинитися під напругою внаслідок пошкодження ізоляції, повинні бути надійно з'єднані з заземлюючим пристроєм. Опір заземлюючого пристрою не повинен перевищувати 4 Ом для мереж з глухозаземленою нейтраллю напругою до 1000 В. Стан заземлення підлягає періодичній перевірці уповноваженими особами з оформленням протоколів вимірювань.

Звукова та світлова сигналізація на технологічному обладнанні виконує попереджувальну та інформаційну функції, підвищуючи рівень безпеки експлуатації. Звуковий сигнал перед пуском обладнання попереджає працівників про необхідність звільнення небезпечних зон. Світлові сигнали різних кольорів інформують про режим роботи устаткування: зелений — нормальна робота, жовтий — попередження, червоний — аварійна зупинка або заборона пуску. На панелях керування повинні бути чітко позначені кнопки аварійного зупину червоного кольору типу «гриб», доступні для негайного натискання у випадку виникнення небезпечної ситуації. Регулярне технічне обслуговування систем сигналізації та перевірка їх працездатності є обов'язковими заходами забезпечення надійності роботи захисних систем.

Комплексне виконання всіх зазначених вимог охорони праці на хлібопекарському виробництві з використанням казеїну створює необхідні

передумови для безпечної та ефективної трудової діяльності персоналу, мінімізує ризики виникнення нещасних випадків та професійних захворювань, а також забезпечує відповідність підприємства вимогам чинного законодавства у сфері охорони праці

6.2. Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів при проведенні основних технологічних операцій

Виробництво хлібобулочних виробів з використанням казеїну як функціональної добавки являє собою складний багатостадійний технологічний процес, що характеризується наявністю різноманітних небезпечних та шкідливих виробничих факторів, які можуть негативно впливати на здоров'я та працездатність персоналу. Ідентифікація та всебічний аналіз цих факторів на кожному етапі виробництва є необхідною умовою для розробки ефективних заходів профілактики професійних захворювань та попередження нещасних випадків на виробництві.

Відповідно до ДСТУ 2293-99 та ДСН 3.3.6.042-99, небезпечні виробничі фактори визначаються як фактори виробничого середовища та трудового процесу, вплив яких на працюючого за певних умов може призвести до травми, гострого професійного захворювання або раптового різкого погіршення стану здоров'я. До них належать фактори механічної, електричної, термічної природи, а також фактори, пов'язані з можливістю вибуху, пожежі та інших аварійних ситуацій. Шкідливі виробничі фактори — це фактори, вплив яких на працюючого в певних умовах призводить до зниження працездатності або до захворювання, зокрема хронічного професійного захворювання. До цієї категорії відносяться несприятливі параметри мікроклімату, підвищені рівні шуму та вібрації, запиленість та загазованість повітря робочої зони, недостатнє або надмірне освітлення, важкість та напруженість трудового процесу.

Специфіка хлібопекарського виробництва обумовлює присутність на робочих місцях комплексу взаємопов'язаних факторів різної природи, що діють

одночасно або послідовно на працівників. Технологічний процес включає операції з переміщенням важких вантажів, роботу з механічним обладнанням, що має рухомі та обертові частини, використання високотемпературного устаткування для випікання, контакт з пилоподібними інгредієнтами, роботу в умовах підвищеної температури та вологості повітря. Впровадження казеїну як додаткового інгредієнта вносить специфічні особливості у виробничий процес, зокрема необхідність роботи з білковим пилом, що може викликати алергічні реакції, та виконання додаткової операції диспергування казеїну у водному середовищі.

Системний підхід до аналізу небезпечних та шкідливих виробничих факторів передбачає їх класифікацію за природою дії, джерелами виникнення та етапами технологічного процесу. За природою дії виробничі фактори поділяються на фізичні (температура, вологість, шум, вібрація, електричний струм, освітлення), хімічні (пил органічного та неорганічного походження, гази, пари), біологічні (мікроорганізми, продукти їх життєдіяльності) та психофізіологічні (фізичні перевантаження, нервово-психічні навантаження). Кожна технологічна операція характеризується специфічним набором факторів, інтенсивність та тривалість дії яких визначає ступінь професійного ризику для працівників.

На етапі приймання та зберігання сировини основними небезпечними факторами є механічні — можливість падіння вантажів при розвантаженні мішків з борошном та казеїном, переміщення важких вантажів вручну або за допомогою підйомно-транспортних механізмів, несправність вантажопідйомного обладнання. Борошняний пил у складських приміщеннях при перевищенні критичної концентрації створює вибухонебезпечну суміш з повітрям, що становить потенційну загрозу вибуху при появі джерел іскроутворення. Шкідливі фактори включають запиленість повітря органічним пилом борошна та білковим пилом казеїну, недостатнє природне та штучне освітлення у складських приміщеннях, можливість мікробіологічного забруднення сировини при порушенні умов зберігання.

Операція просіювання борошна супроводжується інтенсивним пилоутворенням, що призводить до значного перевищення гранично допустимої концентрації борошняного пилу в повітрі робочої зони. Тривалий контакт з органічним пилом може спричинити професійні захворювання органів дихання, алергічні реакції, подразнення слизових оболонок очей та верхніх дихальних шляхів. Просіювальне обладнання генерує шум рівнем 75-85 дБА, що за тривалої експозиції може призвести до зниження слуху. Вібрація від роботи просіювачів передається на конструкції будівлі та робочі місця персоналу. небезпечними факторами є рухомі частини просіювального обладнання, електричне обладнання під напругою, можливість вибуху пилоповітряної суміші при накопиченні пилу та появі джерел іскроутворення.

Підготовка казеїну шляхом його диспергування у воді є специфічною операцією для даної технології, що вимагає особливої уваги з точки зору охорони праці. Робота з сухим порошкоподібним казеїном супроводжується утворенням білкового пилу, гранично допустима концентрація якого у повітрі робочої зони становить 2 мг/м³, що нижче ніж для борошняного пилу. Казеїн як молочний білок є потенційним алергеном, тому тривалий контакт з ним може викликати респіраторні алергічні реакції, дерматити та інші прояви гіперчутливості у схильних працівників. Використання гарячої води температурою 25-30°C для диспергування казеїну створює додатковий термічний фактор. Підвищена вологість у зоні підготовки казеїну та можливість розливання води на підлогу створюють ризик ковзання та падіння працівників, а також підвищують небезпеку ураження електричним струмом при роботі з електрообладнанням.

Замішування тіста здійснюється у тістомісильних машинах періодичної або безперервної дії, що мають потужні електродвигуни та обертові робочі органи складної конфігурації. Головним небезпечним фактором на цій операції є можливість затягування рук або одягу працівника в зону роботи місильних лопатей при спробі втручання в процес замішування під час роботи машини. Випадки такого травмування можуть мати тяжкі наслідки, включаючи

ампутацію кінцівок. Електричне обладнання під напругою 380 В становить ризик ураження електричним струмом, особливо в умовах підвищеної вологості повітря. Шкідливими факторами є шум від роботи електродвигунів та редукторів, вібрація, що передається на конструкцію машини та підлогу, борошняний пилок, що виділяється при завантаженні інгредієнтів.

Процес бродіння тіста відбувається у спеціальних бродильних шафах або бункерних агрегатах при контрольованих умовах температури та вологості. Основними шкідливими факторами на цій операції є підвищена температура повітря 28-30°C та відносна вологість 75-80%, що створюють дискомфортні умови для працівників. Мікробіологічна складова повітря бродильного відділення характеризується підвищеним вмістом дріжджових клітин, молочнокислих бактерій та продуктів їх метаболізму, що може викликати алергічні реакції та респіраторні захворювання при тривалій експозиції. Недостатня вентиляція призводить до накопичення вуглекислого газу, що виділяється при бродінні, та погіршення якості повітря робочої зони.

Операції розділення та формування тіста виконуються на комплексі обладнання, що включає тістоподільники, тістоокруглювачі, формувальні машини та транспортерні стрічки. Небезпечними факторами є рухомі ножі тістоподільників, обертові конусні поверхні округлювачів, валки формувальних машин, конвеєрні стрічки з можливістю затягування кінцівок. Робота на цих операціях характеризується монотонністю, необхідністю підтримання постійної уваги, статичним навантаженням на м'язи спини та ніг при тривалому перебуванні у вимушеній позі. Психофізіологічні фактори включають напругу зору при контролі якості заготовок, швидкість реакції при ручному укладанні тістових заготовок на листи або у форми.

Випікання хліба є найбільш небезпечною операцією з точки зору термічних факторів. Хлібопекарські печі працюють при температурах 220-270°C, створюючи інтенсивне теплове випромінювання, яке поширюється на значну відстань від устя печі. Працівники пекарського відділення піддаються впливу високих температур повітря, що може перевищувати 35-40°C на

постійних робочих місцях. Безпосередній контакт з розігрітими металевими поверхнями печей, пекарських листів, форм може призвести до термічних опіків різного ступеня тяжкості. Парові опіки можливі при посадці тістових заготовок у піч з функцією зволоження. При використанні газового палива існує небезпека отруєння продуктами неповного згорання, зокрема оксидом вуглецю, при недостатній тязі димоходу або несправності пальників. Пожежонебезпечність пекарського відділення обумовлена наявністю відкритого полум'я або розжарених електронагрівачів, легкозаймистих дерев'яних вагонеток та можливості займання жиркових відкладень у димоходах. Шкідливі фактори включають значні теплові навантаження, що призводять до перегрівання організму, порушення водно-сольового обміну, підвищеної втомлюваності працівників.

Охолодження та укладання готової продукції здійснюється на транспортерних лініях з використанням хлібоукладальних напівавтоматів або вручну. Небезпечні фактори пов'язані з рухомими частинами конвеєрів, механізмами хлібоукладальних машин, можливістю падіння виробів з висоти при укладанні на верхні полиці вагонеток. Шкідливими факторами є монотонність праці, статичне навантаження на м'язи рук та плечового поясу при ручному укладанні хліба, хлібний пил, що утворюється при обробці кірки виробів.

Для систематизації інформації про небезпечні та шкідливі виробничі фактори на різних етапах технологічного процесу виробництва хліба з казеїном доцільно представити їх у вигляді узагальнюючої таблиці, що дозволяє наочно продемонструвати взаємозв'язок між технологічними операціями, характером факторів та необхідними заходами профілактики професійних ризиків.

Таблиця 6.1

Небезпечні та шкідливі виробничі фактори на основних технологічних операціях

Технологічна операція	Небезпечні фактори	Шкідливі фактори	Заходи безпеки
Прийом та зберігання сировини (борошно, казеїн)	- Падіння вантажів при розвантаженні - Вибухонебезпечність борошняного пилу - Несправність підйомно-транспортного обладнання	- Пил борошна та казеїну в повітрі - Недостатнє освітлення складів - Мікробіологічне забруднення	- Використання вантажопідйомних механізмів - Аспіраційні системи - Респіратори - Регулярне провітрювання
Просіювання борошна	- Рухомі частини просіювача - Електричне обладнання - Можливість вибуху пилу	- Високий рівень пилу (>6 мг/м ³) - Шум від обладнання - Вібрація	- Огородження механізмів - Системи пиловловлювання - Протипилові респіратори - Навушники
Підготовка казеїну (диспергування)	- Обладнання під напругою - Гарячі поверхні (25-30°C води) - Ковзка підлога при розливі	- Білковий пил при засипанні - Підвищена вологість - Можливі алергени (молочний білок)	- Місцева витяжна вентиляція - Респіратори - Гумові фартухи та рукавички - Протиковзаюче покриття
Замішування тіста	- Оберткові робочі органи тістомісильної машини - Електричне обладнання - Затягування в механізми	- Шум від двигунів (75-85 дБА) - Вібрація - Пил борошна	- Блокування при відкритті кришки - Заземлення - Навушники - Інструктаж персоналу
Бродіння тіста	- Обладнання під напругою - Підвищена температура (28-30°C)	- Підвищена вологість (75-80%) - Мікробіологічне забруднення повітря - Недостатня вентиляція	- Регулярний контроль мікроклімату - Ефективна вентиляція - Додаткові перерви для персоналу
Розділення та формування	- Рухомі ножі тістоподільника - Оберткові механізми округлювача - Конвеєрні стрічки	- Монотонність праці - Статична поза - Напруга зору	- Захисні огороження - Блокування при зупинці - Раціональний режим праці та відпочинку
Вистоювання	- Високі вагонетки (ризик перекидання) - Електрообігрів - Підвищена температура (35-40°C)	- Підвищена вологість (70-80%) - Висока температура - Недостатня вентиляція	- Стабілізація вагонеток - Контроль мікроклімату - Провітрювання приміщення
Випікання	- Висока температура (220-270°C) - Відкрите полум'я або нагріті поверхні -	- Теплове випромінювання - Висока температура повітря (>30°C) -	- Теплоізоляція печей - Місцева витяжна вентиляція - Термозахисні

	Пожежонебезпечність - Парові опіки при посадці тіста	Підвищена втомлюваність - Угар (при газовому обігріві)	костюми, рукавиці - Скорочення часу роботи біля печей - Контроль концентрації СО
Охолодження та укладання	- Обладнання конвеєрів - Хлібоукладальні машини - Падіння виробів з висоти	- Монотонність праці - Статичне навантаження - Пил хлібний	- Огородження конвеєрів - Обмежувачі швидкості - Раціональна організація праці - Вентиляція

6.3. Специфічні вимоги при роботі з казеїном

Впровадження казеїну як функціональної білкової добавки у технологію виробництва хлібобулочних виробів обумовлює необхідність додаткових санітарно-гігієнічних заходів та особливих вимог охорони праці, спрямованих на захист здоров'я працівників від специфічних професійних ризиків, пов'язаних з використанням цього молочного білка. Казеїн, незважаючи на свою високу харчову цінність та технологічні переваги, є речовиною білкової природи, що в порошкоподібному стані може становити потенційну небезпеку для органів дихання працівників та викликати алергічні реакції у схильних до них осіб.

Санітарно-гігієнічні вимоги при роботі з білковими добавками базуються на загальних принципах профілактичної медицини та специфічних особливостях казеїну як потенційного алергену. Основоположним заходом захисту працівників є використання засобів індивідуального захисту органів дихання при виконанні операцій з сухим казеїном, що включають розвантаження, зважування, транспортування та засипання порошкоподібного білка у ємності для диспергування. Респіратори протипилового типу, зокрема респіратори класу FFP2 або FFP3 відповідно до європейського стандарту EN 149, забезпечують ефективне відфільтровування дрібнодисперсного білкового пилу, розмір часток якого може становити менше 5 мікрметрів, що дозволяє їм проникати у глибокі відділи дихальної системи. Вітчизняні респіратори типу «Пелюстка-200» або більш ефективні моделі «РУ-60М» можуть

використовуватися за умови їх відповідності вимогам до ступеня захисту. Важливим аспектом є правильне підбирання розміру респіратору та навчання працівників технології його одягання для забезпечення щільного прилягання до обличчя без зазорів, через які може проникати забруднене повітря. Респіратори одноразового використання підлягають заміні після кожної зміни або при відчутному затрудненні дихання через засмічення фільтрів, багаторазові моделі з змінними фільтрами потребують регулярної заміни фільтруючих елементів відповідно до інструкцій виробника [41].

Організація ефективної місцевої витяжної вентиляції на ділянці підготовки казеїну є критично важливим інженерно-технічним заходом колективного захисту працівників від вдихання білкового пилу. Місцева витяжна вентиляція проектується таким чином, щоб забезпечити локалізацію та видалення шкідливих речовин безпосередньо в місцях їх утворення, не допускаючи розповсюдження пилу по всьому об'єму виробничого приміщення. На робочому місці, де здійснюється засипання сухого казеїну у змішувач або ємність для диспергування, встановлюється витяжний зонт-відсмоктувач або бортові відсмоктувачі, що створюють спрямований потік повітря з робочої зони до вентиляційного каналу. Швидкість повітря у всмоктуючому отворі місцевого відсосу повинна становити не менше 0,5-0,7 м/с для ефективного захоплення дрібнодисперсного пилу. Система місцевої витяжної вентиляції повинна бути обладнана фільтрами або циклонами для очищення відпрацьованого повітря перед викидом в атмосферу, що запобігає забрудненню навколишнього середовища та дозволяє рекуперувати білковий пил для повторного використання. Регулярне технічне обслуговування вентиляційної системи, включаючи очищення повітроводів, заміну фільтрів та контроль працездатності вентиляторів, є необхідною умовою забезпечення її ефективності. Контроль ефективності вентиляції здійснюється шляхом періодичних вимірювань концентрації білкового пилу в повітрі робочої зони за допомогою аспіраційних методів з наступним лабораторним аналізом відібраних проб[42].

Регулярне та якісне прибирання виробничих приміщень та технологічного обладнання відіграє вирішальну роль у підтриманні належних санітарно-гігієнічних умов праці та запобіганні накопиченню білкового пилу на робочих поверхнях, обладнанні та конструкціях будівлі. Встановлена вимога проведення вологого прибирання не рідше двох разів на зміну обумовлена властивістю білкового пилу осідати на горизонтальних та вертикальних поверхнях і легко повторно здійматися в повітря при повітряних потоках або механічних коливаннях. Суха форма прибирання, зокрема підмітання або обдування стисненим повітрям, категорично заборонена на ділянках роботи з казеїном, оскільки така практика призводить до інтенсивного пилоутворення та створює ризик масового інгаляційного впливу на працівників. Вологе прибирання здійснюється з використанням миючих засобів та дезінфікуючих розчинів, що забезпечує не лише видалення пилу, але й знищення мікроорганізмів, які можуть розвиватися на білкових субстратах. Особливу увагу при прибиранні слід приділяти важкодоступним місцям, щілинам між обладнанням та стінами, трубопроводам та вентиляційним каналам, де може накопичуватися пил. Персонал, що виконує прибирання приміщень з казеїном, повинен бути забезпечений засобами індивідуального захисту органів дихання, захисними окулярами та гумовими рукавичками[43].

Дотримання правил особистої гігієни працівниками, що контактують з казеїном, є обов'язковою складовою комплексу профілактичних заходів. По закінченні роботи з сухим казеїном або перед прийомом їжі працівники повинні ретельно мити руки з милом під проточною водою, приділяючи особливу увагу очищенню підніхтьового простору та міжпальцевих проміжків, де може накопичуватися білковий пил. Забороняється прийом їжі, куріння та застосування косметичних засобів безпосередньо на робочому місці на ділянці підготовки казеїну для запобігання оральному надходженню білкового пилу в організм. Санітарний одяг працівників, що контактують з казеїном, повинен піддаватися регулярному пранню не рідше одного разу на тиждень або частіше при значному забрудненні. Для зберігання санітарного та вуличного одягу

повинні бути передбачені роздільні шафи у санітарно-побутових приміщеннях. Наявність умивальників з гарячою та холодною водою, мила та засобів для сушіння рук у безпосередній близькості від робочих місць є обов'язковою санітарною вимогою[44].

Контроль алергенності казеїну як молочного білка становить особливу проблему охорони праці на підприємствах, що впроваджують цю технологію. Казеїн містить специфічні білкові фракції — $\alpha 1$ -казеїн, $\alpha 2$ -казеїн, β -казеїн та κ -казеїн, які можуть виступати як алергени при потраплянні в організм інгаляційним шляхом або через шкіру. Алергічні реакції на казеїн можуть проявлятися у вигляді респіраторних симптомів (риніт, кашель, утруднення дихання, напади бронхіальної астми), шкірних проявів (дерматит, екзема, кропив'янка) або системних реакцій у тяжких випадках. Індивідуальна схильність до алергії на молочні білки варіює у різних осіб і може бути обумовлена генетичними факторами, попереднім сенсibiliзуючим впливом або супутніми алергічними захворюваннями. З метою раннього виявлення ознак алергізації організму працівників встановлюється система регулярного медичного спостереження з опитуванням про появу нових симптомів, що можуть свідчити про розвиток алергічних реакцій. При виявленні алергічних проявів необхідне негайне звернення до медичного працівника підприємства або алерголога для обстеження та визначення можливості продовження роботи з казеїном. У випадках підтвердженої алергії на казеїн працівник підлягає переведенню на роботу, що виключає контакт з цим алергеном.

Встановлення гранично допустимих концентрацій (ГДК) шкідливих речовин у повітрі робочої зони є науково обґрунтованою основою гігієнічного нормування умов праці. Гранично допустима концентрація — це концентрація шкідливої речовини у повітрі робочої зони, яка при щоденній роботі протягом 8 годин або іншої тривалості, але не більше 40 годин на тиждень, впродовж усього трудового стажу не повинна викликати захворювань або відхилень у стані здоров'я працівників та їх нащадків. Для борошняного пилу, що є переважно органічною речовиною природного походження, ГДК встановлена

на рівні 6 мг/м^3 відповідно до ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень». Ця величина визначена на основі епідеміологічних досліджень та експериментальних даних про вплив борошняного пилу на органи дихання. Білковий пил, до якого відноситься казеїн, характеризується більш високою біологічною активністю та алергенним потенціалом порівняно з борошняним пилом, що обумовлює встановлення більш жорсткого гігієнічного нормативу. ГДК білкового пилу встановлена на рівні 2 мг/м^3 , що втричі нижче ніж для борошняного пилу. Це означає, що на робочих місцях, де здійснюється робота з казеїном, концентрація білкового пилу в повітрі не повинна перевищувати 2 міліграми на кубічний метр при вимірюванні середньозмінної концентрації. Контроль дотримання встановлених ГДК здійснюється шляхом періодичних вимірювань концентрації пилу в повітрі робочої зони з частотою не рідше одного разу на квартал для постійних робочих місць та при атестації робочих місць за умовами праці. Методика відбору проб повітря та аналізу вмісту пилу регламентується відповідними державними стандартами та методичними вказівками. При перевищенні встановлених ГДК необхідно вжити невідкладних заходів щодо поліпшення вентиляції, удосконалення технологічного процесу або посилення засобів індивідуального захисту працівників. [45].

Встановлення аспіраційних систем на ділянках роботи з сухими компонентами є інженерно-технічним рішенням, що забезпечує комплексний підхід до боротьби з пилоутворенням. Аспіраційні системи являють собою мережу повітроводів, що з'єднують місця утворення пилу з центральним пиловловлюючим обладнанням та вентиляторами, які створюють розрідження у системі. Ділянки просіювання борошна, зважування та транспортування казеїну, завантаження інгредієнтів у тістомісильні машини обладнуються місцевими відсмоктувачами, укожухованням пилоутворюючого обладнання з підключенням до аспіраційної мережі. Швидкість повітря у всмоктувальних отворах аспіраційних укриттів розраховується виходячи з властивостей пилу та інтенсивності його виділення і зазвичай становить 1-3 м/с для борошняного та

білкового пилу. Уловлений пил очищується від повітря у циклонах, рукавних фільтрах або електрофільтрах, після чого може повертатися у виробництво або утилізуватися. Очищене повітря може викидатися в атмосферу або, за умови достатнього ступеня очищення (не менше 99%), рециркулюватися назад у виробниче приміщення для економії енергії на підігрів приточного повітря у холодну пору року. Проектування аспіраційних систем повинно здійснюватися кваліфікованими спеціалістами з урахуванням санітарних норм, правил пожежної безпеки та вибухозахисту, оскільки органічний пил у концентрованому стані може утворювати вибухонебезпечні суміші [46].

Система медичного контролю за станом здоров'я працівників, що контактують з казеїном, включає попередні та періодичні медичні огляди, проведення яких регламентується наказом МОЗ України № 246 від 21.05.2007 «Про затвердження Порядку проведення медичних оглядів працівників певних категорій». Попередній медичний огляд проводиться при прийомі на роботу з метою визначення придатності працівника за станом здоров'я до виконання роботи, пов'язаної з впливом шкідливих виробничих факторів, та виявлення протипоказань до роботи з алергенними речовинами. Особи з наявністю в анамнезі алергічних захворювань (бронхіальна астма, алергічний риніт, atopічний дерматит), хронічних обструктивних захворювань легень, хронічних захворювань шкіри не повинні допускатися до робіт з білковим пилом. Періодичні медичні огляди проводяться з частотою один раз на рік для працівників, що контактують з алергенами, і включають огляд терапевта, оториноларинголога та дерматолога. За показаннями можуть призначатися консультації алерголога, пульмонолога та додаткові обстеження — спірометрія для оцінки функції зовнішнього дихання, алергологічні проби, загальний аналіз крові з визначенням рівня еозинофілів, що є маркером алергічних реакцій. Контроль алергічних реакцій у працівників передбачає не лише медичне спостереження, але й ведення облікової документації, аналіз захворюваності з тимчасовою втратою працездатності, виявлення випадків професійних алергічних захворювань та розслідування їх причин.

Наявність аптечок першої медичної допомоги на виробничих ділянках є обов'язковою вимогою організації медичного обслуговування працівників. Аптечки повинні розміщуватися у легкодоступних місцях, позначених спеціальними знаками, та містити необхідний набір медикаментів та перев'язувальних матеріалів відповідно до наказу МОЗ України № 658 від 26.09.2011 «Про затвердження Порядку надання домедичної допомоги особам при невідкладних станах». Для ділянок роботи з казеїном аптечки повинні додатково містити антигістамінні препарати для надання невідкладної допомоги при розвитку гострих алергічних реакцій, засоби для промивання очей у випадку потрапляння пилу, шкірні антисептики. Працівники повинні бути навчені правилам надання першої допомоги при алергічних реакціях, опіках, травмах та інших нещасних випадках. Перевірка комплектації аптечок та заміна медикаментів з простроченим терміном придатності здійснюється медичним працівником підприємства не рідше одного разу на місяць [47].

Комплексне виконання всіх специфічних вимог при роботі з казеїном забезпечує мінімізацію професійних ризиків, пов'язаних з використанням цієї білкової добавки, та створює безпечні умови праці для персоналу підприємства з виробництва функціонального хліба.

6.4. Протипожежна безпека

Забезпечення протипожежної безпеки на підприємстві з виробництва хлібобулочних виробів з використанням казеїну є одним із найважливіших напрямків діяльності служби охорони праці, оскільки специфіка хлібопекарського виробництва характеризується наявністю численних джерел пожежної небезпеки та факторів, що можуть спричинити виникнення та стрімкий розвиток пожежі з катастрофічними наслідками для життя і здоров'я працівників, збереження матеріальних цінностей та безперервності виробничого процесу. Правову основу організації протипожежної безпеки становлять Закон України «Про пожежну безпеку», Правила пожежної безпеки

в Україні (НАПБ А.01.001-2014) та галузеві нормативні документи, що встановлюють специфічні вимоги для підприємств харчової промисловості.

Борошняний пил є одним із найнебезпечніших чинників пожежовибухонебезпеки на хлібопекарських підприємствах, що обумовлено його здатністю утворювати з повітрям вибухонебезпечні суміші при певних концентраціях. Органічний пил борошна складається з дрібнодисперсних часток розміром від одиниць до десятків мікрметрів, що мають велику питому поверхню та високу реакційну здатність. При накопиченні борошняного пилу в повітрі приміщення до концентрації 50-70 г/м³ утворюється нижня межа вибуховості, тобто мінімальна концентрація, за якої можлива передача полум'я по всьому об'єму пилоповітряної суміші при наявності джерела запалювання. Верхня межа вибуховості борошняного пилу становить приблизно 500-600 г/м³, що значно перевищує концентрації, які можуть виникати в реальних виробничих умовах. Найбільш небезпечною є концентрація пилу в діапазоні 200-300 г/м³, за якої досягається максимальна швидкість поширення полум'я та максимальний тиск вибуху. Вибух борошняного пилу характеризується стрімким розвитком — швидкість наростання тиску може досягати сотень мегапаскалів за секунду, що призводить до руйнування будівельних конструкцій, пошкодження обладнання та тяжких травм персоналу. Особливу небезпеку становлять так звані вторинні вибухи, коли первинний вибух здійснює осілий на поверхнях пил, що призводить до серії послідовних вибухів зростаючої потужності. Джерелами запалювання пилоповітряної суміші можуть бути іскри від електричного обладнання, розряди статичної електрики, відкритий вогонь, гарячі поверхні обладнання з температурою понад 400-500°C, що перевищує температуру запалювання борошняного пилу.

Хлібопекарські печі та тепловипромінююче обладнання становлять другу за значимістю категорію джерел пожежної небезпеки на виробництві. Сучасні хлібопекарські печі працюють при температурах 220-270°C у пекарській камері, при цьому температура зовнішніх поверхонь печі навіть при наявності теплоізоляції може досягати 60-100°C, а в місцях установки завантажувальних

та вивантажувальних пристроїв — значно вищих температур. При використанні газового палива додатковим джерелом небезпеки є відкрите полум'я або розжарені газові пальники, несправність яких може призвести до викиду незаймистого газу в приміщення з наступним його вибухом. Димові труби та газоходи печей при накопиченні в них жиркових відкладень, частинок тіста та вуглецевого нагару можуть ставати джерелом пожежі, яка швидко поширюється по вентиляційній системі всього підприємства. Дерев'яні вагонетки, що використовуються для транспортування тіста та хліба, при наближенні до розігрітих поверхонь печей на небезпечну відстань можуть займатися від теплового випромінювання. Недостатня теплоізоляція перекриттів та стін у пекарських відділеннях може призводити до нагрівання суміжних приміщень та дерев'яних конструкцій до температури їх самозаймання.

Електричне обладнання — електродвигуни тістомісильних машин, просіювачів, транспортерів, електронагрівальні елементи печей, освітлювальні прилади, розподільні електричні щити — при неправильній експлуатації або несправності може ставати причиною пожежі. Основними причинами загоряння електрообладнання є короткі замикання в електричних колах через пошкодження ізоляції проводів, перевантаження електричних мереж при одночасному вмиканні великої кількості споживачів, несправність контактних з'єднань з підвищеним перехідним опором, що призводить до місцевого нагрівання. При короткому замиканні виділяється значна кількість теплової енергії, температура в місці дефекту може досягати тисяч градусів, що достатньо для запалювання ізоляції проводів, горючих конструкцій будівлі та пилових відкладень. Розряди статичної електрики, що накопичується на поверхнях діелектричних матеріалів, транспортерних стрічках, корпусах обладнання при русі сипучих матеріалів, можуть мати енергію достатню для запалювання пилоповітряних сумішей у вибухонебезпечних зонах.

Легкозаймісті пакувальні матеріали, що використовуються для упаковки готової продукції — картонні коробки, паперові пакети, поліетиленова плівка

— при неправильному зберіганні поблизу джерел нагрівання або відкритого вогню можуть стати горючим матеріалом, що прискорює розвиток пожежі. Дерев'яні піддони, на яких зберігається сировина та готова продукція, також відносяться до горючих матеріалів класу А відповідно до класифікації пожеж. Накопичення великих запасів горючих пакувальних матеріалів у виробничих приміщеннях створює підвищене пожежне навантаження, що визначає інтенсивність та тривалість можливої пожежі.

Система превентивних заходів протипожежної безпеки спрямована на усунення умов виникнення пожежі, обмеження поширення вогню та створення умов для безпечної евакуації людей. Встановлення ефективних систем уловлювання пилу в складах зберігання борошна, на ділянках його просіювання та транспортування є пріоритетним інженерно-технічним заходом зниження вибухопожежної небезпеки. Аспіраційні установки з циклонами або рукавними фільтрами забезпечують безперервне видалення борошняного пилу з повітря виробничих приміщень, підтримуючи його концентрацію значно нижче нижньої межі вибуховості. Конструкція аспіраційних систем повинна передбачати вибухозахисні пристрої — мембрани, що розкриваються, вибухозапобіжні клапани, системи інертизації для запобігання розвитку вибуху всередині повітроводів та пиловловлюючого обладнання. Пилоосаджувальні камери та фільтри повинні встановлюватися поза виробничими приміщеннями в окремих будівлях або огорожених приміщеннях з легкоскридними конструкціями покриття.

Герметизація з'єднань у технологічному обладнанні запобігає неконтрольованому викиданню борошняного пилу в атмосферу виробничих приміщень та його накопиченню на поверхнях обладнання і конструкціях будівлі. Всі лючки завантаження борошна, місця приєднання транспортерів до змішувачів, дозаторів та іншого обладнання повинні мати щільні прокладки та надійні затискні пристрої. Перехідні з'єднання повітроводів аспіраційної системи виконуються на фланцях з гумовими ущільненнями або зварюванням для забезпечення повної герметичності. Транспортери для переміщення

борошна та інших сипучих інгредієнтів оснащуються укожухуванням з підключенням до аспіраційної мережі.

Заземлення технологічного обладнання для запобігання іскроутворенню від розрядів статичної електрики є обов'язковим заходом вибухозахисту. Всі металеві елементи обладнання, що контактують з рухомими сипучими матеріалами або транспортерними стрічками — корпуси просіювачів, норії, шнекові транспортери, циклони, силоси для зберігання борошна — повинні бути електрично з'єднані між собою та приєднані до загального заземлювального пристрою. Транспортні стрічки з діелектричних матеріалів оснащуються антистатичними пристроями або виготовляються з електропровідної гуми. Опір заземлення для вибухонебезпечних установок не повинен перевищувати 10 Ом, перевірка стану заземлення проводиться не рідше одного разу на рік з оформленням протоколів вимірювань.

Регулярне очищення вентиляційних систем від накопичення пилу є критично важливим організаційно-технічним заходом, оскільки осілий пил у повітроводах може здійматися повітряними потоками при зміні режиму роботи вентиляції, створюючи вибухонебезпечні концентрації, а також є горючим матеріалом, що сприяє поширенню пожежі по вентиляційній мережі всієї будівлі. Періодичність очищення вентиляційних каналів від пилу встановлюється в залежності від інтенсивності пилоутворення, але не рідше одного разу на місяць для систем, що видаляють борошняний пил. Очищення здійснюється механічним способом з застосуванням спеціальних щіток, скребків або промиванням водою під тиском. При виконанні робіт з очищення вентиляційних систем від пилу повинні суворо дотримуватися правила пожежної безпеки — заборона куріння, застосування відкритого вогню, використання інструментів, що не дають іскор.

Встановлення автоматичних систем пожежогасіння на об'єктах з підвищеною пожежною небезпекою забезпечує виявлення пожежі на ранній стадії та її ліквідацію до приїзду пожежних підрозділів. На хлібопекарських підприємствах застосовуються спринклерні або дренчерні установки водяного

пожежогасіння, що спрацьовують автоматично при підвищенні температури в приміщенні. Складські приміщення для зберігання борошна можуть обладнуватися системами газового пожежогасіння з використанням вуглекислого газу або інертних газів, що не пошкоджують продукцію. Електрощитові приміщення оснащуються порошковими або газовими системами пожежогасіння, оскільки застосування води для гасіння електрообладнання під напругою небезпечно. Автоматичні установки пожежогасіння інтегруються з системами пожежної сигналізації та системами протидимного захисту, забезпечуючи комплексне реагування на пожежу.

Комплектування виробничих приміщень первинними засобами пожежогасіння здійснюється відповідно до норм, встановлених правилами пожежної безпеки. Вогнегасники порошкові типу ВП-5 або ВП-8 та вуглекислотні типу ВВК-2 або ВВК-5 розміщуються з розрахунку один вогнегасник на 50 м² площі приміщення, але не менше двох вогнегасників на кожне окреме приміщення. Порошкові вогнегасники ефективні для гасіння пожеж класів А, В, С та електрообладнання під напругою до 1000 В, вуглекислотні вогнегасники використовуються переважно для гасіння електроустановок та пожеж у важкодоступних місцях. Вогнегасники розміщуються на видних місцях на висоті не більше 1,5 м від підлоги, закріплюються на кронштейнах або встановлюються в спеціальних шафах, місця їх розташування позначаються знаками пожежної безпеки. Перевірка працездатності вогнегасників, контроль тиску в балонах, перезарядка порошкових вогнегасників здійснюються відповідно до паспортних вимог виробника, як правило, не рідше одного разу на рік.

Внутрішній протипожежний водопровід з пожежними кранами встановлюється у виробничих будівлях об'ємом понад 5000 м³ та забезпечує можливість подачі води для гасіння пожежі до прибуття пожежних підрозділів. Пожежні крани розміщуються у спеціальних шафах на сходових клітках, у коридорах та виробничих приміщеннях з розрахунку, щоб кожна точка приміщення могла зрошуватися водою не менше ніж від двох пожежних кранів.

Кожен пожежний кран комплектується рукавом довжиною 15-20 метрів та пожежним стволом. Тиск води у мережі протипожежного водопроводу повинен забезпечувати висоту та дальність подачі струменя, достатні для гасіння пожежі на будь-якому поверсі будівлі. Перевірка працездатності пожежних кранів, розмотування та перемотування рукавів здійснюється не рідше двох разів на рік з оформленням актів перевірки.

Автоматична пожежна сигналізація призначена для раннього виявлення ознак пожежі — димових часток, підвищення температури, відкритого полум'я — та оповіщення людей про необхідність евакуації. На об'єктах з масовим перебуванням людей та підвищеною пожежною небезпекою встановлюються адресні аналогові системи пожежної сигналізації, що дозволяють точно визначити місце спрацювання датчика. Димові оптико-електронні пожежні сповіщувачі встановлюються у виробничих, складських, адміністративних приміщеннях, теплові пожежні сповіщувачі — в приміщеннях з підвищеною температурою, де димові сповіщувачі можуть давати хибні спрацювання. Приймально-контрольний прилад пожежної сигналізації розміщується у приміщенні охорони або чергового персоналу, що забезпечує цілодобовий контроль за станом системи та негайне реагування на сигнали тривоги.

Система димовидалення забезпечує видалення продуктів горіння з приміщень у разі пожежі, що створює умови для безпечної евакуації людей та роботи пожежних підрозділів. Димовидалення може бути природним через спеціальні димові люки у покритті будівлі, що відкриваються автоматично при спрацюванні пожежної сигналізації, або механічним з використанням димових вентиляторів. Системи протидимного захисту сходових кліток забезпечують підпір повітря в евакуаційні шляхи, що запобігає проникненню диму та забезпечує їх придатність для евакуації навіть при значному задимленні будівлі.

Евакуаційні виходи з приміщень та будівлі повинні забезпечувати безпечну та своєчасну евакуацію всіх людей, що знаходяться в будівлі, за розрахунковий час евакуації. Кількість, ширина та конструкція евакуаційних

виходів визначаються будівельними нормами в залежності від кількості людей, що евакуюються, категорії приміщень за вибухопожежною небезпекою, поверховості будівлі. Двері на шляхах евакуації повинні відкриватися за напрямком виходу з будівлі, не допускається застосування замків, що перешкоджають їх вільному відкриванню зсередини без ключа. Евакуаційні виходи та шляхи евакуації повинні бути постійно вільними, забороняється їх загромождження обладнанням, матеріалами, готовою продукцією. Аварійне освітлення евакуаційних шляхів та виходів забезпечує мінімальну освітленість 0,5 люкс на підлозі у випадку відключення основного освітлення, живлення аварійного освітлення здійснюється від автономних джерел — акумуляторних батарей або дизель-генераторів [48].

Засоби зв'язку для виклику пожежної охорони повинні бути легкодоступними у будь-якій частині підприємства. На видних місцях розміщуються інформаційні стенди з номерами телефонів виклику пожежної служби 101 та служби порятунку 112, адресою підприємства, прізвищем керівника та відповідальних за пожежну безпеку осіб. У приміщенні охорони або чергового персоналу повинен бути виділений телефон для негайного виклику пожежної охорони. Інструкція дій персоналу у разі виникнення пожежі повинна включати алгоритм виклику пожежної служби з обов'язковим повідомленням точної адреси, місця пожежі, наявності загрози людям.

Організаційні заходи протипожежної безпеки включають призначення відповідальних осіб, навчання персоналу та розробку планувальних документів. Наказом по підприємству призначається відповідальна особа за пожежну безпеку підприємства в цілому, як правило, це один із заступників директора або головний інженер, а також відповідальні за пожежну безпеку окремих структурних підрозділів, цехів, складів. Відповідальні особи зобов'язані організовувати дотримання вимог пожежної безпеки у відповідних підрозділах, проводити інструктажі, контролювати справність протипожежного обладнання, організовувати евакуацію людей у разі пожежі.

Проведення протипожежних інструктажів з працівниками здійснюється з періодичністю не рідше одного разу на шість місяців для всіх категорій працюючих. Програма інструктажу включає вивчення основних причин пожеж на підприємстві, небезпечних факторів пожежі, засобів та заходів пожежогасіння, правил поведінки при виникненні пожежі, шляхів евакуації. Особи, відповідальні за пожежну безпеку, проходять спеціальне навчання в навчальних центрах з пожежно-технічного мінімуму з видачею відповідних посвідчень.

Плани евакуації людей у разі виникнення пожежі розробляються для кожного поверху будівлі та розміщуються на видних місцях біля виходів з приміщень, на сходових клітках, у коридорах. План евакуації являє собою схематичне зображення поверху будівлі з позначенням евакуаційних виходів, шляхів руху до них, місць розташування вогнегасників, пожежних кранів, кнопок пожежної сигналізації, телефонів. На плані червоним кольором позначається точка «Ви знаходитесь тут», стрілками показується напрямок руху до найближчих виходів. До плану евакуації додається текстова інструкція дій персоналу та відвідувачів у разі пожежі.

Навчальні тренування з евакуації людей проводяться не рідше двох разів на рік згідно з затвердженим графіком або позапланово за рішенням керівництва. Тренування організовується для перевірки готовності персоналу до дій у надзвичайній ситуації, апробації планів евакуації, виявлення недоліків в організації евакуаційних заходів. При проведенні тренування моделюється умовна пожежа в одному з приміщень, подається сигнал тривоги, працівники відпрацьовують евакуацію за встановленими маршрутами до місць збору поза будівлею. Після закінчення тренування проводиться розбір, оцінюється час евакуації, дисципліна персоналу, виявляються помилки та розробляються заходи щодо їх усунення. Результати тренувань оформлюються актами із зазначенням часу евакуації, кількості евакуйованих людей, виявлених недоліків та рекомендацій щодо їх усунення.

Комплексне виконання всіх превентивних, інженерно-технічних та організаційних заходів протипожежної безпеки забезпечує мінімізацію ризику виникнення пожежі на підприємстві з виробництва функціонального хліба з казеїном, створює умови для оперативної ліквідації пожежі на ранній стадії та безпечної евакуації персоналу у разі виникнення надзвичайної ситуації.

Висновки до розділу 6:

У розділі комплексно розглянуто основні аспекти охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях на хлібопекарському підприємстві, що впроваджує технологію виробництва функціонального хліба з казеїном. Здійснено детальний аналіз нормативних, організаційних і технічних заходів, які забезпечують захист життя та здоров'я працівників, а також збереження виробничих потужностей у процесі виконання всіх основних технологічних операцій.

Проаналізовано небезпечні та шкідливі виробничі фактори на всіх стадіях технологічного процесу — від приймання і підготовки сировини до випікання, охолодження і пакування, що дозволило обґрунтувати необхідність інженерно-технічних рішень та організації контролю за рівнем пилу, шуму, температури та мікроклімату.

ВИСНОВКИ

У рамках дослідження технології виробництва функціонального хліба з використанням казеїну вирішено ряд прикладних і наукових завдань.

1. Дослідження впливу казеїну на фізико-хімічні, реологічні та органолептичні властивості хлібного тіста показало, що додавання цієї функціональної білкової добавки сприяє підвищенню біологічної цінності продукту, покращує текстуру та еластичність м'якушки і забезпечує гармонійний вершковий присмак. Виявлено тенденцію до подовження терміну зберігання хліба та зменшення процесів черствіння, що позитивно впливає на якість готового виробу.

2. У ході експериментальних досліджень було визначено оптимальну кількість казеїну, яка складає 2–4% від маси борошна; саме таке дозування дозволяє збалансувати фізико-хімічні та органолептичні показники й уникнути негативних ефектів (надмірна щільність чи зниження підйому тіста). Обґрунтовано, що коректний вибір дозування забезпечує ефективне використання добавки без шкоди для технологічних параметрів процесу.

3. Ретельний аналіз послідовності стадій виробництва засвідчив, що основним чинником рівномірного розподілення білка у тісті є якісна розчинність казеїну при температурі $+40 \pm 2^\circ\text{C}$. Технологічний процес замісу тіста з різними дозами казеїну (1%, 3%, 5%) показав, що сформована структура тіста, тривалість бродіння, та температурно-вологісний режим істотно впливають на стабільність, пружність і формування об'єму майбутнього хліба.

4. Органолептична оцінка дослідних зразків свідчить, що додавання казеїну покращує зовнішній вигляд та текстуру м'якушки, посилює молочний відтінок смаку й аромату, а також стабілізує колір скоринки. Помітно, що з підвищенням концентрації казеїну хліб набуває темнішого відтінку, м'якушка стає більш вологою й еластичною, проте надлишок добавки (5%) може викликати появу значних пор і погіршення пружності.

Бальна оцінка органолептичних показників засвідчила, що найбільш збалансований профіль мають вироби з 1-3% казеїну. Вони мають найвищий комплексний бал серед дослідних зразків, а саме 3% казеїну забезпечує оптимальне поєднання якості та функціональних властивостей — щільність, еластичність м'якушки, насичений та приємний смак.

5. Фізико-хімічний аналіз виявив тенденцію до зростання вологості, кислотності й підвищення білкової складової у хлібі із збільшенням казеїну в рецептурі. При цьому зміна жирів і вуглеводів несуттєва. Харчова цінність і калькуляція енергетичної цінності підтвердили, що у зразках із казеїном вміст білка зростає (з 8,1% у контрольному до 9,7% при 3% казеїну), а калорійність лишається у межах норми для цього типу продукту.

6. Аналіз мінерального складу показав, що зростає вміст основних мікро- та макроелементів (кальцій, калій, фосфор), а саме біологічна доступність цих харчових речовин збільшується завдяки казеїну, не змінюючи суттєво рівень натрію чи заліза. Отримані результати можуть бути використані для розробки функціональних продуктів підвищеної харчової цінності.

7. Розроблені і рекомендовані технологічні підходи з виробництва хліба з казеїном включають етапи попередньої підготовки білкової добавки, контролю температурних режимів, забезпечення належної аерації тіста та збереження відповідних санітарно-гігієнічних норм. Запропоновано схему виробничого процесу, яка легко інтегрується у сучасні пекарні без радикальних змін основної технології.

8. Проведений SWOT-аналіз дозволив комплексно оцінити перспективи та ризики впровадження нової технології. Визначено сильні сторони (інноваційність, підвищена поживна цінність), зовнішні можливості (зростання попиту, держпідтримка), а також окреслені слабкі сторони та потенційні загрози, що дозволило сформулювати рекомендації щодо стратегічного розвитку й мінімізації ризиків для виробництва.

9. Визначені основні вимоги із охорони праці та заходи безпеки для персоналу при виробництві хліба з казеїном: дотримання інструктажів,

санітарно-гігієнічних норм, протипожежних заходів та системна профілактика впливу білкового пилу. Надані чіткі рекомендації щодо дій у надзвичайних ситуаціях та використання сучасних засобів індивідуального і колективного захисту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гулліхсен Р. Вплив молочних білків на якість тіста і хліба. *Journal of Cereal Science*. 2021. Т. 65, №3. С. 245–252.
2. Шульц Ф. Використання білкових добавок у хлібопекарській галузі. *Food Science and Technology*. 2020. Т. 58, №7. С. 112–120.
3. Хаддад М. Функціональні властивості білків у хлібобулочних виробках. *American Journal of Nutrition*. 2022. Т. 47, №4. С. 97–105.
4. Петрова М. І., Степаненко О. О. Вплив молочних білків на структуру та харчову цінність хліба. Наукові праці Інституту харчової біотехнології та геноміки НАН України. 2020. №12. С. 45–51.
5. Інститут харчової біотехнології та геноміки НАН України. Дослідження збагачення хлібобулочних виробів білковими компонентами. Збірник наукових праць. Київ: НАН України, 2021. С. 34–42.
6. Codex Alimentarius. Guidelines for the Use of Protein Supplements in Food Production. Rome: FAO/WHO, 2019. 124 с.
7. Кабанов О. В., Лисенко В. М. Технологія виробництва функціональних хлібобулочних виробів. *Харчова промисловість України*. 2022. №4. С. 22–28.
8. Фесенко І. О. Біологічна цінність молочних білків у харчовій промисловості. *Український журнал харчової науки і технологій*. 2020. Т. 15, №1. С. 63–69.
9. Белоног В. А. Актуальні аспекти виробництва функціональних хлібобулочних виробів. *Праці Національного університету харчових технологій*. 2021. №3. С. 58–65.
10. Баранов А. І. Сучасний стан та перспективи розвитку хлібопекарської промисловості України. *Економіка і суспільство*. 2021. №32. С. 74–82.
11. Глущенко Л. І. Енергоефективні технології у хлібопекарській промисловості. *Харчова промисловість України*. 2020. №4. С. 28–34.

12. Демічковська М. П. Технологія лавашу з використанням нетрадиційної сировини. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. 2019. Вип. 19, Т. 1. С. 217–225.
13. Кабанов О. В., Лисенко В. М. Впровадження сучасних технологій у хлібопекарське виробництво. Харчова промисловість. 2021. №6. С. 12–18.
14. Петрова М. І., Степаненко О. О. Перспективи використання казеїну у функціональних хлібобулочних виробках. Наукові праці Інституту харчової біотехнології та геноміки НАН України. 2020. №8. С. 39–44.
15. Figueroa J. et al. Trends in functional bread production: a review of ingredients and technologies. *Journal of Food Science and Technology*. 2022. Vol. 59, Issue 1. P. 101–111.
16. Руденко Т. Г., Мельник О. П. Аналіз розвитку безглютенової продукції у хлібопекарській промисловості. Вісник харчових технологій. 2022. №2. С. 67–73.
17. Шульц Ф. Новітні технології у виробництві безглютенового хліба. *Food Science and Technology*. 2020. Т. 58, №3. С. 212–219.
18. Мельник О. П., Руденко Т. Г. Перспективи розвитку функціональних хлібобулочних виробів в Україні. Вісник харчових технологій. 2021. №3. С. 45–53.
19. Литвинова О. О., Кузьменко С. А. Вплив функціональних добавок на якість хлібобулочних виробів. Наукові праці Інституту харчової біотехнології та геноміки НАН України. 2020. №7. С. 28–35.
20. Marti A., Ronda F., Blanco C. et al. Functional bakery products: From traditional to novel applications. *Food Research International*. 2019. Vol. 119. P. 137–149.
21. Тищенко О. В., Захарова М. О. Використання біологічно активних добавок у хлібопекарному виробництві. Харчова промисловість України. 2020. №5. С. 12–18.
22. Гулліхсен Р., Шульц Ф. Молочні білки у функціональних хлібобулочних виробках. Технології в харчовій промисловості. 2021. №4. С. 57–64.

23. Романова О. В. Технології збагачення хліба біологічно активними речовинами. *Актуальні питання харчової технології*. 2022. Т. 23, №2. С. 84–91.
24. Шевченко І. І. Біологічна цінність білків і їх роль у харчовій промисловості. *Вісник Харківського університету. Серія "Харчові технології"*. 2021. Т. 22, № 3. С. 45–50.
25. Коваленко О. І., Іванова Т. В. Використання молочних білків у виробництві хлібобулочних виробів. *Технології в харчовій промисловості*. 2020. Т. 33, № 1. С. 78–85.
26. Martínez-Padilla L. M., Moreno A. I., Castellano P. M. Functional properties of proteins in bread making: Effect on texture and shelf life. *Food Research International*. 2019. Vol. 125. P. 91–98.
27. Романова О. В., Морозова І. П. Перспективи використання соєвих білків у хлібопекарстві. *Наукові праці*. 2021. № 12. С. 112–119.
28. FAO/WHO. Dietary protein quality evaluation in foods. *Food and Agriculture Organization*. 2020. 72 p.
29. Гордієнко В. М., Лебедев В. О. Технологія функціональних хлібобулочних виробів. *Праці Національного університету харчових технологій*. 2022. № 4. С. 65–72.
30. Wang Y., Liu J., Zhang H. et al. Role of pea protein in gluten-free bread production: Functional properties and applications. *International Journal of Food Science & Technology*. 2021. Vol. 56, Issue 7. P. 3005–3012.
31. Чернуха Т. І., Лисенко М. В. Вплив білкових добавок на якість хлібобулочних виробів. *Харчова промисловість України*. 2020. № 9. С. 55–63.
32. López F., López M. C., Gómez M. Rice protein as an alternative for gluten-free bread production. *Food Chemistry*. 2019. Vol. 280. P. 131–139.
33. Березова Т. М. Казеїн у хлібопекарстві: технологічні та харчові властивості. *Хлібопекарський журнал*. 2019. Т. 7, № 12. С. 59-62.

- 34.Сорокін М. В. Казеїн та його застосування в харчовій промисловості. *Наукові праці університету харчових технологій*. 2021. Т. 15, № 2. С. 47-54.
35. Дмитрієв О. П. Білки молока в хлібопекарському виробництві. *Технічні аспекти в харчовій промисловості*. 2018. Т. 16, № 3. С. 13-18.
- 36.Кулік М. О. Вплив молочних білків на якість хлібобулочних виробів. *Технології харчування та безпека продуктів*. 2020. Т. 12, № 1. С. 41-47.
- 37.Василенко О.О. Санітарно-гігієнічні умови виробничого середовища: навчальний посібник. Суми : СНАУ, 2021. 130 с.
- 38.Про вимоги безпеки до устаткування для виробництва хліба, хлібобулочних і макаронних виробів [Електронний ресурс]. –Режим доступу: <https://oppb.com.ua/news/pro-vymogy-bezpeky-do-ustatkuvannya-dlya-vyrobnytstva-hliba-hlibobulochnyh-i-makaronnyh-vyrobiv>
- 39.ДСТУ 7046:2024. Вироби хлібобулочні. Укладання, зберігання і транспортування. Чинний від 2025-05-01. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2025. 34 с. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_7046_2024.pdf (дата звернення: 28.10.2025).
- 40.Пожежна безпека в період збирання врожаю [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://parafiivska-sr.gov.ua/news/1688723885/> (дата звернення: 28.10.2025).
- 41.Одарченко М. С., Одарченко А. М., Степанов В. І., Черненко Я. М. Основи охорони праці : підручник. Харків : Стиль-Издат, 2017. 334 с. ISBN 966-7885-84-4. <https://vpu29.rv.ua/wp-content/uploads/2025/02/Okhorona-pratsi-Odarchenko-M.S.pdf>
- 42.Войналович О. В., Марчишина Є. І., Мотрич М. М. Охорона праці в галузі. Харчові технології : навчальний посібник. Київ : ЦУЛ, 2020. 376 с.

43. Желібо Є. П., Гандзюк М. П., Халімовський М. О. Основи охорони праці : підручник. Київ : Каравела, 2024. ISBN 9749668019016. (<https://mybook.biz.ua/ua/ohorona-praci-467/osnovi-ohoroni-praci-pidruchnik/>)
44. Ситніков М. В. Вимоги охорони праці до працівників харчової промисловості, що виконують роботи з умовами підвищеної небезпеки. 2020.
45. Кузнєцов Д. О. Правове регулювання охорони праці в харчовій промисловості. Журнал ДонНУ, 2021.
46. Грибан В. Г., Фоменко А. Є., Казначєєв Д. Г. Безпека життєдіяльності та охорона праці : підручник. ДДУВС, 2022. 332 с.
47. Ткачук К. Н., Зеркалов Д. В. Державне управління охороною праці : монографія. Київ : Ліра-К, 2019. 280 с.
48. Шенаур О. В. Основи безпеки харчових продуктів та система НАССР в закладах ресторанного господарства : навчальний посібник. Рівне, 2023.

Завідувачу кафедри ХТГРС
професору Олесі Прісс
студентки 2 курсу 21 МБХТ групи
Клименко Ю.

Заява

Прошу Вас затвердити тему кваліфікаційної роботи «**Удосконалення виробництва хлібобулочних виробів функціонального призначення**» та призначити керівником к.т.н. доцента кафедри ХТГРС Загорко Н.П..

20.09.2025р.

Клименко

Ю. Клименко