

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 » січня 2026 року
Зав. кафедрою ХТГРС
д.т.н, професор _____ Олесья ПРИСС

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

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

на тему: “Вдосконалення технології виробництва хліба підвищеної харчової цінності на заквасці”

23ХТД. 8958965.02.26

Виконав: студентка	21 Мб ХТ групи	(підпис)	Катерина ЧЕРНЕЦЬКА (прізвище та ініціали)
Керівник:	к.с.г.н., доц. (науковий ступінь, вчене звання)	(підпис)	Людмила КЮРЧЕВА (прізвище та ініціали)
Консультант з ОП:	к.т.н., доцент (науковий ступінь, вчене звання)	(підпис)	Михайло ЗОРЯ (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	к.с.г.н., доц. каф. (науковий ступінь, вчене звання)	(підпис)	Людмила КЮРЧЕВА (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 _____ 18 «Виробництво та технології»
(шифр і назва)

Спеціальність _____ 181 «Харчові технології»
(шифр і назва)

Освітня програма _____ «Індустрія здорового харчування»
(назва)

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

ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

студенту _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Вдосконалення технології виробництва хліба підвищеної харчової цінності на заквасці

керівник роботи к.с.г.н., доц. каф. ХТ та ГРС Кюрчева Л.М.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

затверджені наказом Ректора університету від « 24 _ » _ жовтня 2025 р. № 573-С

2. Строк подання студентом роботи « 20 _ » _ січня _ 2026 р.

3. Вихідні дані до роботи Для проведення досліджень були використані зразки хліба, виготовленого на заквасці з використанням борошна манітоба, черемхового борошна та борошна довгої ферментації

4. Перелік питань, які потрібно розробити: аналіз перспективи виготовлення хлібобулочних виробів, аналіз сучасних способів виготовлення та асортименту, актуальність теми, характеристика основної сировини, хімічний склад; об'єкти, методика та умови проведення досліджень; результати досліджень та їх узагальнення, технологічна частина, SWOT-аналіз іноваційних соусів, 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		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент

_____ (підпис)

Катерина ЧЕРНЕЦЬКА

(ініціали та прізвище)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Людмила КЮРЧЕВА

(ініціали та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Чернецька К. Вдосконалення технології виробництва хліба підвищеної харчової цінності на заквасці – Кваліфікаційна робота. Кафедра харчових технологій та готельно-ресторанної справи. – Запоріжжя, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, 2026.

Текст викладений на 63 сторінках, містить 6 розділів, 13 таблиць, 8 рисунків, 46 літературних джерела.

В роботі проведено аналітичний огляд літератури, встановлено що, борошно манітоба та черемхове борошно є перспективними видами сировини для харчової і переробної промисловості України, а розробка технології хліба підвищеної харчової цінності на заквасці з використанням такого борошна відповідає сучасним тенденціям харчової промисловості та концепції здорового харчування.

Використання натуральних заквасок дозволяє зменшити вміст антинутрієнтів, підвищити біодоступність мінералів і вітамінів, поліпшити смак, аромат і структуру виробів без застосування хімічних поліпшувачів.

Застосування черемхового борошна як функціонального інгредієнта сприяє збагаченню продукту біологічно активними речовинами — поліфенолами, антоціанами, клітковиною, мікроелементами (залізо, магній, калій) та вітамінами групи В.

Додавання 5% черемхового борошна до рецептури забезпечило найкраще поєднання сенсорних і фізико-хімічних показників: рівномірну пористість, м'яку еластичну структуру м'якуша, приємний світло-коричневий колір, насичений аромат із фруктово-горіховими нотами.

Ключові слова: *борошно манітоба, черемхове борошно, борошно довгої ферментації, закваска, ферментація тіста, обминання, ламінація.*

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ ЗА ОБРАНОЮ ТЕМОЮ	
1.1. Сучасний стан виробництва хлібобулочних виробів і тенденції функціоналізації продукції	10
1.2. Закваска як інструмент підвищення харчової цінності хліба	12
1.3. Борошно манітоба: властивості та вплив на якість тіста	14
1.4. Черемхове борошно: харчова цінність і потенціал використання	16
1.5. Перспективи використання для харчової і переробної промисловості	18
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ, МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	
2.1. Програма досліджень та схема дослідів	21
2.2. Об'єкти та матеріали досліджень	23
2.3. Методика проведення досліджень	26
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ УЗАГАЛЬНЕННЯ	
3.1. Оцінка якості сировини	27
3.2. Складання рецептури та оцінка якості інноваційного продукту	29
РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	
4.1 Розробка принципової технологічної схеми виробництва	38
4.2 Опис апаратурно-технологічної схеми	42
Розділ 5. SWOT- АНАЛІЗ	45
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	50
ВИСНОВКИ	58
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	60

ВСТУП

Актуальність теми. Сучасні тенденції у харчуванні споживачів характеризуються переорієнтацією з масового виробництва стандартних продуктів на створення функціональних, збагачених і натуральних харчових виробів, що сприяють зміцненню здоров'я людини. Зростає попит на продукти із підвищеною харчовою, біологічною та енергетичною цінністю, що містять натуральні антиоксиданти, харчові волокна, білки, вітаміни та мікроелементи природного походження. Особливу увагу приділяють зерновим продуктам, зокрема хлібу, як основному елементу щоденного раціону людини, який є джерелом енергії, білків і вуглеводів, проте в традиційному виконанні має недостатню біологічну повноцінність.

На сучасному етапі розвитку харчової промисловості актуальним є пошук шляхів підвищення біологічної цінності хлібобулочних виробів шляхом впровадження інноваційних технологій та використання нетрадиційної сировини. У цьому контексті особливе місце посідає технологія хліба на заквасках, що передбачає використання природних симбіотичних мікроорганізмів — молочнокислих бактерій і дріжджів, які здійснюють глибокі біохімічні перетворення сировини. Закваска сприяє підвищенню біодоступності окремих нутрієнтів, поліпшенню смаку й аромату, збільшенню терміну придатності, зниженню кислотності та зменшенню вмісту антинутрієнтів, таких як фітинова кислота. Крім того, продукти на заквасці мають більш м'яку структуру, нижчий глікемічний індекс і краще засвоюються організмом, що робить їх привабливими для споживачів, які дотримуються принципів здорового харчування.

Паралельно з відновленням інтересу до технологій природного бродіння у світовій практиці зростає увага до використання спеціальних сортів борошна, які мають унікальні функціональні властивості. Зокрема, борошно типу «Манітоба» — це високобілкове пшеничне борошно з високим показником сили клейковини (W понад 350 од.), що забезпечує стабільність і еластичність тіста, підвищену газоутримувальну здатність та значний об'єм готового виробу. Застосування

манітоби у поєднанні із заквасками сприяє отриманню хліба з покращеною текстурою, щільною, але пружною структурою м'якушки, вираженим смаком і тривалішим збереженням свіжості. [1].

Водночас інтерес викликають нетрадиційні види рослинної сировини, зокрема черемхове борошно, яке є джерелом антиоксидантів, фенольних сполук, пектину, органічних кислот і клітковини. Його використання дає можливість збагатити продукт біологічно активними компонентами природного походження, надати виробам специфічного кольору, аромату та підвищити їхню функціональну цінність. Черемха містить значну кількість вітамінів групи В, магній, залізо та калій, що робить її перспективним компонентом для оздоровчих продуктів харчування.

Ще одним перспективним напрямом у вдосконаленні хлібопекарських технологій є застосування *борошна довгої ферментації* — тобто суміші, що піддається попередній ферментативній обробці або бродінню перед безпосереднім замісом тіста. Такий підхід забезпечує частковий гідроліз білків і полісахаридів, сприяє утворенню летких ароматичних сполук, покращує перетравність і підвищує вміст вільних амінокислот у готовому виробі. Застосування ферментованих борошен у комбінації з традиційними сортами дає змогу створювати продукти нового покоління з підвищеною харчовою цінністю, покращеними органолептичними характеристиками та високою конкурентоспроможністю.

Таким чином, поєднання технології природної ферментації (закваски) з використанням спеціальних видів борошна — манітоби, черемхового та ферментованого — відкриває нові можливості для підвищення харчової, біологічної та функціональної цінності хлібобулочних виробів. Саме це визначає актуальність і практичну значущість обраного напряму дослідження для сучасної харчової промисловості України. [2].

Мета кваліфікаційної роботи - удосконалення технології виробництва хліба підвищеної харчової цінності на основі використання закваски та комбінованих видів борошна (манітоба, черемхове борошно, борошно довгої ферментації).

Завдання дослідження

1. Проаналізувати сучасний стан наукових та виробничих підходів до виробництва хліба на заквасці та збагачення борошна.
2. Оцінити фізико-хімічні і реологічні властивості борошна манітоба, черемхового борошна та борошна довгої ферментації.
3. Розробити рецептурні варіанти хліба на заквасці з комбінованими борошнами і визначити оптимальні технологічні параметри.
4. Дослідити вплив закваски і тривалості ферментації на харчову, біологічну цінність та органолептичні властивості хліба.
5. Провести SWOT-аналіз
6. Розробити заходи з охорони праці, враховуючи санітарно-гігієнічні умови та безпеку в надзвичайних ситуаціях.

Об'єкт дослідження – технологічний процес виробництва хліба підвищеної харчової цінності на основі закваски.

Предмет дослідження – вплив використання борошна манітоба, черемхового борошна та борошна довгої ферментації на фізико-хімічні, органолептичні та технологічні показники хліба, виготовленого на заквасці.

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

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконана у рамках наукової теми 3.9 «Шляхи підвищення якості товарів та послуг харчової індустрії у Підпрограма НДІ АТЕ ТДАТУ «Розроблення інноваційних технологій харчової та кулінарної продукції» (№0121U110200) на 2021-2026 рр.

Практичне значення Розроблено технологічні рекомендації з виробництва хліба підвищеної харчової цінності на заквасці із застосуванням борошна манітоба, черемхового борошна та борошна довгої ферментації. Запропонована технологія може бути впроваджена у виробничих умовах хлібопекарських

підприємств різних масштабів. Отримані результати можуть бути використані при розробці нових рецептур функціональних хлібобулочних виробів та удосконаленні існуючих технологій з метою підвищення якості і конкурентоспроможності продукції..

Наукова новизна одержаних результатів. Здійснено дослідження впливу поєднання трьох видів борошна — манітоба, черемхового та борошна довгої ферментації — у складі рецептур хліба на заквасці. Визначено оптимальні співвідношення компонентів для забезпечення високих показників харчової та біологічної цінності, покращення структурно-механічних властивостей тіста та якості готового виробу. Науково обґрунтовано використання попередньо ферментованого борошна як чинника підвищення засвоюваності білково-вуглеводного комплексу та покращення ароматичних характеристик хліба. Отримані результати поглиблюють уявлення про можливості використання нетрадиційної сировини та технологій природної ферментації у хлібопекарстві.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ ЗА ОБРАНОЮ ТЕМОЮ

1.1 Сучасний стан виробництва хлібобулочних виробів і тенденції функціоналізації продукції

За останні десятиліття світовий ринок хлібобулочних виробів демонструє суттєву еволюцію під впливом соціально-економічних змін, розвитку технологій та зростання поінформованості споживачів щодо здорового харчування. Традиційні вироби з пшеничного борошна все частіше замінюються або вдосконалюються з урахуванням вимог до збалансованості складу, наявності функціональних інгредієнтів і натуральності компонентів. Основними тенденціями ринку є зростання попиту на хліб із покращеними харчовими характеристиками, зниженням вмісту солі, цукру, насичених жирів і використанням натуральних заквасок замість хімічних розпушувачів [3,4].

Виробники дедалі частіше застосовують інноваційні технологічні рішення, спрямовані на збагачення хлібобулочних виробів біологічно активними речовинами — білками, клітковиною, мікроелементами, антиоксидантами та пребіотиками. Поширення набули добавки з нетрадиційних джерел сировини: зернобобових культур (нут, сочевиця, горох), олійних насіння (льон, амарант), фруктових порошоків, висівок, а також порошоків із рослинної сировини — ягід, трав і плодів [5]. Такі інгредієнти не лише збагачують вироби вітамінами та мінералами, але й сприяють покращенню структури тіста, підвищенню вологоутримувальної здатності, аромату і кольору м'якуша.

Одним із провідних напрямів розвитку хлібопекарної галузі є функціоналізація продукції — тобто надання їй певних оздоровчих або профілактичних властивостей. Вироби цієї категорії розробляються з урахуванням

спеціальних потреб споживачів — діабетичних, безглютенкових, зниженокалорійних чи збагачених харчовими волокнами і мікронутрієнтами [6]. Такі продукти посідають усе більшу частку ринку, що підтверджується даними аналітичних звітів Європейської асоціації виробників хлібобулочних виробів [7].

Водночас зростає інтерес до технологій природного бродіння. Використання заквасок — симбіотичних культур молочнокислих бактерій і дріжджів — забезпечує поліпшення органолептичних властивостей, підвищення засвоюваності мінералів і білків, зниження глікемічного індексу та збільшення терміну придатності без застосування синтетичних консервантів [4, 8]. В умовах сучасного виробництва закваски набувають промислового формату у вигляді активних або стабілізованих концентратів, що дає змогу поєднувати традиційні технології з автоматизованими процесами.

Паралельно розвивається напрям використання комбінованих рецептур на основі традиційних і нетрадиційних видів борошна. Дослідження останніх років показують, що поєднання пшеничного борошна з висівками, цільнозерновими, гречаними, вівсяними або фруктовими добавками підвищує антиоксидантну активність та вміст харчових волокон у готовому продукті [9, 11].

Однією з перспективних інновацій у цій сфері є використання борошна типу “манітоба”, яке відзначається високою силою клейковини (W 350–400 од.) та чудово поєднується із заквасками, що дозволяє отримувати вироби з великою об’ємною пористістю, пружною м’якушкою і приємним ароматом [10].

Розвиток функціонального хлібопекарства тісно пов’язаний і з екологічною спрямованістю виробництва — скороченням харчових відходів, використанням місцевої рослинної сировини, впровадженням “чистої етикетки” (clean label) та зниженням кількості харчових добавок [12]. Тому особливого значення набуває пошук альтернативних джерел борошна, зокрема плодово-ягідних, таких як черемхове борошно, що дозволяє одночасно збагачувати вироби біологічно активними сполуками і формувати нові смакові профілі.

Отже, сучасний стан розвитку хлібопекарної галузі характеризується поєднанням традицій і інновацій: поверненням до природних процесів

ферментації та впровадженням функціональних інгредієнтів, спрямованих на покращення якості, харчової та біологічної цінності хліба. Саме тому дослідження можливостей використання заквасок у поєднанні з нетрадиційними видами борошна (манітоба, черемхове, ферментоване) є актуальним і має як наукову, так і практичну значущість для розвитку сучасної харчової промисловості України.

1.2. Закваска як інструмент підвищення харчової цінності хліба

Закваска є складною симбіотичною мікробною спільнотою, основу якої становлять молочнокислі бактерії (переважно родів *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*) та дріжджі (*Saccharomyces cerevisiae*, *Candida milleri*, *Kazachstania exigua* тощо). У процесі ферментації між цими мікроорганізмами формується динамічна екосистема, у якій відбуваються численні біохімічні реакції, що визначають якість, аромат і харчову цінність готового хліба [13].

Під час ферментативного бродіння молочнокислі бактерії продукують органічні кислоти (молочну, оцтову, пропіонову), вітаміни групи В, ферменти (амілази, протеази, фітази), а також низку летких ароматичних сполук, які надають хлібу приємного смаку й запаху. Дріжджі, своєю чергою, здійснюють спиртове бродіння, збагачують тісто газоподібними продуктами, сприяючи утворенню пористої структури м'якуша, і синтезують додаткові метаболіти — гліцерин, ефіри, спирти, що беруть участь у формуванні ароматичного профілю виробу [14].

Одним із важливих ефектів застосування закваски є зниження вмісту антинутрієнтів, зокрема фітинової кислоти, яка зв'язує мінерали (Fe, Zn, Ca, Mg) у недоступну для організму форму. Завдяки дії ферменту фітази, що продукується молочнокислими бактеріями, відбувається гідроліз фітатів і підвищення біодоступності мікроелементів [15]. Це особливо важливо для цільнозернових та збагачених видів хліба, у складі яких частка оболонкових частин зерна є високою.

Закваска також суттєво впливає на структурно-механічні властивості тіста. У процесі ферментації під дією кислотності частково денатуруються білки

глютену, що робить тісто більш пластичним і стабільним при формуванні. Органічні кислоти знижують рН середовища, що сповільнює розвиток небажаної мікрофлори, покращує консистенцію тіста та сприяє кращому утриманню вологи у готовому виробі [16]. Це забезпечує триваліше збереження свіжості хліба та природне подовження його терміну придатності без додавання консервантів.

Наукові дослідження підтверджують, що хліб, виготовлений на заквасці, має нижчий глікемічний індекс, ніж хліб, приготований на пресованих дріжджах. Це пояснюється уповільненим засвоєнням вуглеводів, частковою модифікацією крохмалю під час ферментації та наявністю органічних кислот, які впливають на метаболізм глюкози [17]. Крім того, продукти на заквасці характеризуються вищою антиоксидантною активністю, оскільки у процесі бродіння утворюються сполуки, що зв'язують вільні радикали [18].

Використання заквасок у технології хлібопечення забезпечує не лише поліпшення харчової та біологічної цінності, але й покращення органолептичних властивостей — вираженого аромату, приємного кислуватого присмаку, еластичної та ніжної текстури м'якуша. Закваски дозволяють регулювати профіль кислотності, газоутворення і тривалість ферментації, що робить їх універсальним інструментом у формуванні якості хліба.

Останні дослідження також свідчать про те, що закваска діє як природний біотехнологічний модифікатор харчових властивостей продукту. Вона сприяє руйнуванню алергенних білків пшениці, зокрема гліадину, що може знижувати ризик проявів непереносимості глютену. Завдяки цьому хліб на заквасці вважається більш "функціональним" і корисним для широких груп споживачів.

Таким чином, використання закваски у технології виробництва хліба є одним із найбільш ефективних способів підвищення його харчової, біологічної та технологічної цінності, що поєднує традиційні знання з сучасними біотехнологічними підходами. Подальше вивчення властивостей заквасок різного складу, штамів мікрофлори та умов ферментації є перспективним напрямом для розроблення інноваційних технологій функціональних хлібобулочних виробів.

1.3. Борошно манітоба: властивості та вплив на якість тіста

Борошно манітоба (*Farina Manitoba*) — це високоякісне пшеничне борошно з високим вмістом білка (13–16%) і сильною клейковиною, яке отримують переважно із м'яких сортів пшениці, вирощених у Канаді, США та Італії. Його відносять до категорії *сильних борошен* (strong flour), що характеризуються високим показником сили клейковини — W370–W410 і вище (за альвеографом Шопена).

Висока сила борошна обумовлена збалансованим співвідношенням гліадину та глютеніну — білкових фракцій, які утворюють еластичну та міцну клейковинну сітку. Саме це визначає здатність тіста з борошна манітоба утримувати гази під час ферментації, витримувати тривале бродіння (до 24 годин) та забезпечувати великий об'єм і пористість готового виробу.

Таблиця 1.1.

**Хімічний склад та харчова цінність борошна манітоба
(на 100 г продукту)**

Показник	Значення
Енергетична цінність	338–350 ккал (1433–1485 кДж)
Білки	13–16 г
Вуглеводи (загальні)	67–68 г
З них цукри	<1 г
Жири	1–1,5 г
З них насичені	<0,3 г
Харчові волокна	2–3 г
Зольність	<0,55% (для типу "0")
Вологість	до 15%

Головна відмінність борошна Манітоба полягає у його надзвичайно високому вмісті білка (клейковини), який може сягати 13-16%. Це визначає його як "сильне" борошно з високим показником сили.

Високий вміст білка забезпечує формування стабільної клейковинної структури, яка витримує тривале механічне навантаження під час замішування та довгу ферментацію без осідання тіста.

Борошно манітоба має високу водопоглинальну здатність, що дозволяє додавати більше води при замісі, збільшуючи вихід тіста й покращуючи його еластичність.

У технології хлібопечення це борошно цінується за здатність створювати повітряну, пружну м'якушку з великими порами та тонку, хрустку скоринку. Завдяки високому вмісту білка й збалансованій структурі клейковини манітоба активно використовується у виробництві хліба тривалої ферментації, французьких багетів, італійських виробів (*панеттоне, коломба, бриош*), а також як підсилювач для слабких борошен у купажах.

1.4. Черемхове борошно: харчова цінність і потенціал використання

Черемхове борошно — це продукт переробки висушених плодів черемхи (*Prunus radus*), який отримують шляхом тонкого помелу всієї ягоди, включно з м'якоттю, шкіркою та насінням. Такий склад забезпечує високу концентрацію біологічно активних речовин і визначає унікальні органолептичні характеристики продукту.

Черемха здавна відома у народній кулінарії Північної та Східної Європи, а сьогодні набуває популярності як функціональна добавка у харчовій промисловості завдяки своїм антиоксидантним, барвним та ароматизуючим властивостям.

**Хімічний склад і харчова цінність черемхового борошна
(на 100 г продукту)**

Показник	Значення
Енергетична цінність	280–320 ккал
Білки	8–10 г
Вуглеводи (загальні)	~60 г
Жири	1–2 г
Харчові волокна	висока кількість (10–15 г)
Вітаміни	С, А (каротин), В1, В2
Мінерали	залізо, магній, калій, кальцій
Органічні кислоти	яблучна, лимонна, бензойна
Поліфенольні сполуки	флавоноїди, антоціани, катехіни
Вологість	до 10%

Завдяки такому складу черемхове борошно належить до високофункціональних харчових інгредієнтів, що поєднують антиоксидантну, фарбувальну, ароматичну та дієтичну функції. Його темне забарвлення зумовлене високим вмістом антоціанів, які, окрім кольорового ефекту, проявляють виражені антиоксидантні та протизапальні властивості.

Особливе значення має наявність пектинових речовин, що сприяють нормалізації ліпідного обміну, покращують функціонування шлунково-кишкового тракту та виведенню токсичних сполук з організму. Високий рівень харчових волокон робить черемхове борошно корисним у складі дієтичних і профілактичних продуктів, спрямованих на поліпшення травлення та зниження рівня холестерину.

Біологічно активні сполуки та їхній вплив:

- Антоціани та поліфеноли — мають антиоксидантну дію, захищають клітини від вільних радикалів і запобігають окисленню ліпідів [19].

- Пектин — природний сорбент, який сприяє виведенню важких металів і токсинів, покращує консистенцію тіста.
- Органічні кислоти (яблучна, бензойна, лимонна) — забезпечують легку кислинку у смаку виробу, підвищують мікробіологічну стійкість.
- Каротиноїди та вітамін С — посилюють антиоксидантні властивості, підвищують імуномодулюючий потенціал продукту.

Технологічні особливості використання у хлібопекарстві

Черемхове борошно не містить глютену, тому не може виступати основною структуроутворюючою сировиною у тісті. Його доцільно застосовувати як допоміжний функціональний компонент у суміші з пшеничним борошном (до 10–15%), що дозволяє надати готовим виробам характерного темного кольору, приємного аромату й підвищеної харчової цінності без суттєвого погіршення реологічних властивостей тіста [5].

Оптимальний рівень заміщення пшеничного борошна черемховим становить:

- 5–10% — для отримання хліба з вираженим ароматом, збереженням об'єму та приємним кольором м'якуша;
- 10–15% — для виготовлення функціональних або дієтичних виробів, де аромат і колір є визначальними, а еластичність має другорядне значення.

При перевищенні 15% у рецептурі можливе зниження об'єму готового виробу та надмірне потемніння скоринки. Для компенсації цих ефектів рекомендується використовувати борошно манітоба, яке підвищує еластичність тіста і стабільність клейковинної сітки.

Органолептичний і функціональний вплив

Додавання черемхового борошна у рецептуру хліба:

- надає виробам насиченого кольору (від коричневого до шоколадного);
- формує приємний мигдально-горіховий аромат завдяки сполукам амігдаліну, які повністю руйнуються при термічній обробці;
- підвищує антиоксидантну активність та вміст поліфенолів;

- збагачує продукт природними вітамінами, мінералами та харчовими волокнами.

Таким чином, черемхове борошно може розглядатися як натуральний функціональний інгредієнт, що дозволяє отримати оздоровчі хлібобулочні вироби з високою біологічною цінністю, привабливими органолептичними властивостями та подовженим терміном зберігання.

Його використання у поєднанні з борошном манітоба та закваскою створює синергетичний ефект: манітоба забезпечує структуру і стабільність тіста, закваска — біотехнологічну активність і перетравність, а черемхове борошно — харчову функціональність і натуральну антиоксидантну дію.

1.5. Перспективи використання для харчової і переробної промисловості

Борошно манітоба та черемхове борошно є представниками двох різних груп сировини — злакової та плодової, — однак обидва продукти мають високий потенціал використання у сучасних технологіях виробництва харчових продуктів функціонального призначення. Їх поєднання у рецептурі хлібобулочних виробів відкриває нові можливості для створення збалансованих, збагачених і біологічно повноцінних продуктів.

Борошно манітоба — стратегічна сировина для хлібопекарства та переробної галузі

Борошно манітоба завдяки своєму унікальному білковому складу (13–16% протеїну), високій водопоглинальній здатності та еластичності тіста розглядається як еталон високоякісної сировини для хлібопекарської промисловості. Воно забезпечує стабільність процесів бродіння, можливість тривалого визрівання тіста, утворення рівномірної пористої структури м'якуша та збільшення виходу готових виробів.

З технологічної точки зору, борошно манітоба є важливим компонентом у купажуванні слабких борошен, дозволяючи отримувати стабільну якість тіста при

змінних властивостях зернової сировини. Крім того, воно широко використовується у виробництві заморожених напівфабрикатів, тістових заготовок, а також у кондитерській галузі — для виготовлення збагачених виробів, які містять значну кількість цукру, масла чи яєць (панеттоне, бріош, круасани).

Наукові дослідження свідчать, що білки борошна манітоба мають підвищену біологічну повноцінність, оскільки містять вищий рівень незамінних амінокислот (лізин, треонін, валін) порівняно зі звичайним пшеничним борошном (Олексюк, 2022). Це робить його перспективним для розробки продуктів з високим вмістом протеїну, у тому числі спортивного та лікувально-профілактичного харчування.

Черемхове борошно — інноваційна рослинна добавка з високим рівнем біологічної активності

Черемхове борошно є нетрадиційним, але надзвичайно перспективним видом сировини для харчової та переробної промисловості. Його біохімічний склад — високий вміст поліфенольних сполук, пектину, органічних кислот, вітаміну С і заліза — визначає антиоксидантні, імуномодулюючі та протизапальні властивості продукту. Завдяки цьому черемхове борошно відносять до групи функціональних інгредієнтів натурального походження, які здатні покращувати фізіологічні показники організму людини при регулярному споживанні.

У виробництві хлібобулочних і кондитерських виробів черемхове борошно може використовуватись як:

- натуральний барвник, що надає виробам темного шоколадного кольору;
- ароматизатор із вираженим мигдально-горіховим відтінком;
- антиоксидантна добавка, яка уповільнює процеси черствіння та окислення жирів;
- джерело клітковини, пектинів і поліфенолів, що підвищують харчову цінність готового продукту.

Перспективи використання черемхового борошна виходять далеко за межі хлібопекарської галузі. Воно може застосовуватись у виробництві енергетичних батончиків, білкових коктейлів, безглютенових сумішей, йогуртів, соусів, напоїв та інших продуктів функціонального призначення.

Інтеграційний потенціал у переробній промисловості

Комбінування манітоби й черемхового борошна є перспективним напрямом для створення оздоровчих і профілактичних харчових продуктів нового покоління. Манітоба забезпечує структурну міцність тіста, підвищує об'ємність виробів і стабільність ферментації, тоді як черемхове борошно вносить біоактивні сполуки, поліфеноли, ароматичні компоненти й антиоксиданти.

Такі комбінації дозволяють:

- створювати функціональні хлібобулочні вироби з покращеними харчовими властивостями;
- розширювати асортимент оздоровчої продукції для споживачів, орієнтованих на натуральність і екологічність;
- підвищувати рівень переробки місцевої рослинної сировини, що сприяє розвитку регіональної харчової промисловості.

Враховуючи світові тенденції до зменшення використання синтетичних добавок і переходу до «чистої етикетки» (Clean Label), черемхове борошно може стати цінною альтернативою штучним ароматизаторам і барвникам. Його введення у виробництво сприятиме розвитку натуральних технологій ферментації, безглютенних і дієтичних продуктів, що відповідають сучасним запитам споживачів.

Висновки до розділу

Таким чином, борошно манітоба та черемхове борошно є перспективними видами сировини для харчової і переробної промисловості України. Їх поєднання у виробництві хлібобулочних виробів дає змогу отримати продукти з високою харчовою, біологічною та органолептичною цінністю, які відповідають сучасним тенденціям здорового та функціонального харчування.

Закваска — ефективний засіб для підвищення біодоступності мінералів, поліпшення смаку та структури хліба.

РОЗДІЛ 2

ОБ'ЄКТИ, МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Програма досліджень та схема дослідів

Згідно з результатами аналізу наукових джерел, сучасні тенденції розвитку хлібопекарської промисловості передбачають активне використання нетрадиційної сировини, що підвищує біологічну та харчову цінність готової продукції. Зокрема, перспективним є поєднання борошна манітоба (як джерела високоякісного білка та сильної клейковини), черемхового борошна (джерела антиоксидантів, пектину та поліфенолів) і борошна довгої ферментації, яке характеризується покращеною засвоюваністю білків і вуглеводів.

На основі проведеного огляду літератури сформовано програму досліджень, спрямовану на наукове обґрунтування ефективності використання зазначених видів борошна у технології хліба підвищеної харчової цінності, а також на визначення їх впливу на структурно-механічні, органолептичні та фізико-хімічні властивості готового виробу.

Метою дослідження було встановити доцільність використання комбінації борошна манітоба, черемхового та ферментованого пшеничного борошна при виробництві хліба на заквасці, а також визначити оптимальні співвідношення компонентів, які забезпечують найкращі показники якості та біологічної цінності готової продукції.

Для досягнення поставленої мети було сформовано програму досліджень та схему дослідів рис. 3.1., яка включає такі основні етапи:

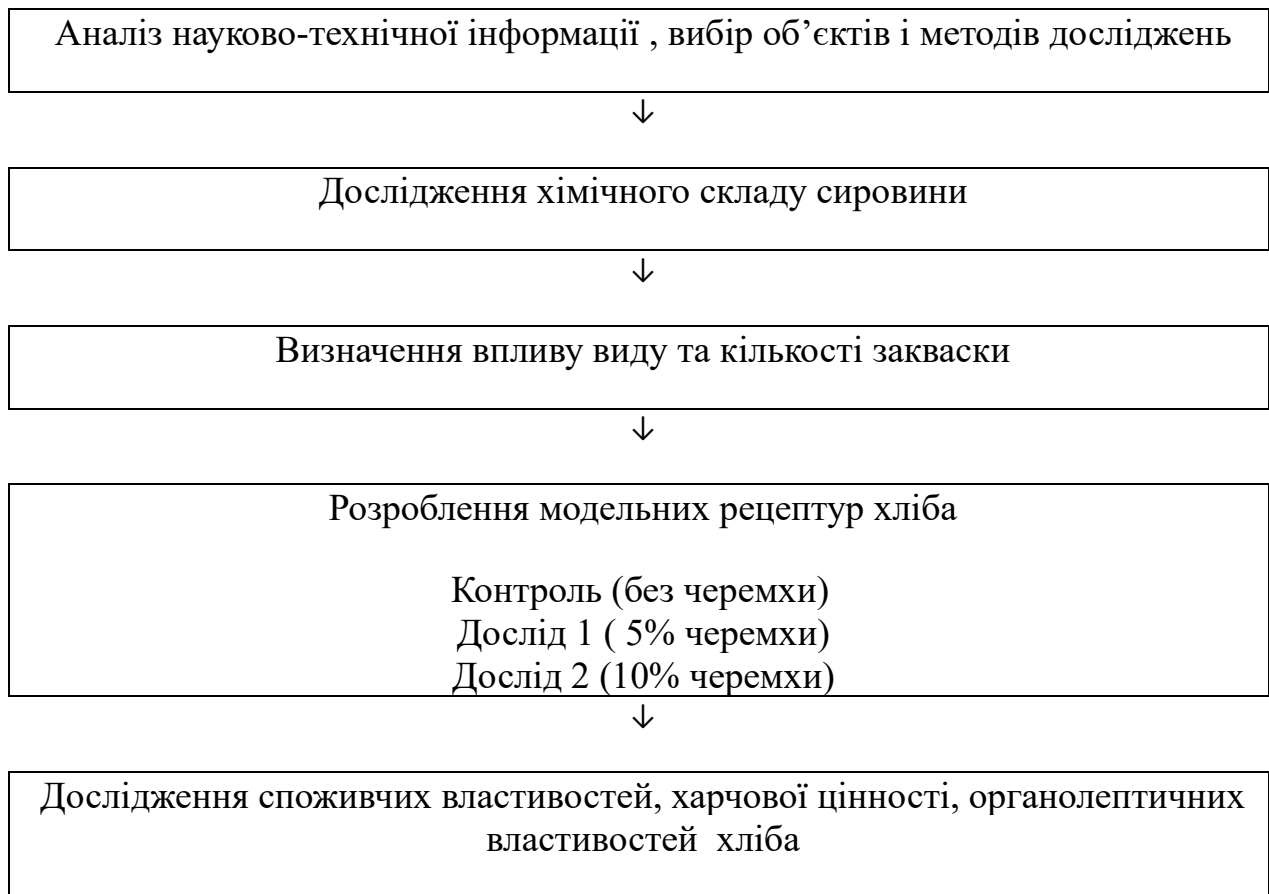


Рис. 2.1 – Схема досліджень

Дослідження хімічного складу сировини, зокрема визначення вмісту білків, вуглеводів, клітковини, мінеральних речовин (Fe, Zn, Mg, Ca) і вітамінів групи В.

Визначення впливу виду та кількості закваски на процес ферментації тіста, його кислотність, пористість і газоутримувальну здатність.

Розроблення модельних рецептур хліба із різними співвідношеннями манітоба : черемхове борошно : ферментоване борошно.

Оцінка технологічних властивостей тіста, органолептичних властивостей хліба, включаючи зовнішній вигляд, колір скоринки й м'якуша, аромат, смак і структуру, харчової цінності дослідних зразків — розрахунок енергетичної цінності,

Визначення фізико-хімічних показників готового виробу: вологість, кислотність, пористість, пружність, зольність, вміст білка, жиру, клітковини.

Дослідження проводили у кілька послідовних етапів, які подано у схемі (рис. 2.1):

1 етап. Підготовка сировини — очищення, просіювання, підготовка заквасок, визначення вологості та білкового вмісту.

2 етап. Розробка рецептурних композицій із різними співвідношеннями видів борошна.

3 етап. Замішування тіста на основі заквасок із контролем температури та вологості середовища.

4 етап. Ферментація (6–24 год.), контроль підйому, кислотності та аромату.

5 етап. Формування, випікання та охолодження хліба.

6 етап. Аналіз готових виробів — фізико-хімічні, органолептичні, структурні та харчові показники.

7 етап. Обробка даних, формування висновків і рекомендацій.

Результати експериментальних досліджень дають можливість комплексно оцінити вплив поєднання трьох видів борошна на якість, стабільність ферментації, біологічну цінність та споживчі властивості хліба на заквасці, а також визначити найбільш ефективні технологічні параметри виробництва.

2.2 Об'єкти та матеріали досліджень

Об'єктом дослідження є технологія виробництва хліба підвищеної харчової цінності на основі натуральної закваски із застосуванням борошна манітоба, черемхового та ферментованого пшеничного борошна.

Процес виробництва хліба включає основні стадії технологічного циклу:

- підготовка сировини (просіювання борошна, підготовка заквасок, зважування компонентів);

- заміс тіста із додаванням закваски та нетрадиційних видів борошна;

- бродіння (ферментація) — контрольований процес утворення органічних кислот, ароматичних і смакових сполук;

- поділ тіста на шматки певної маси,
- округлення, попередня вистоювання;
- формування тістових заготовок;
- остаточне вистоювання (з урахуванням активності закваски);
- випікання, визначення готовності, охолодження і зберігання готових виробів.

Усі технологічні операції проводилися згідно з вимогами ДСТУ 4588:2006 “Вироби хлібобулочні для спеціального дієтичного споживання”, а також відповідно до ДСТУ 46.004-99 “Борошно пшеничне. Технічні умови”.

Матеріали досліджень.

Для проведення досліджень використовували такі основні види сировини та допоміжні матеріали:

Борошно манітоба — пшеничне борошно високої якості з підвищеним вмістом білка (13–16%), сильною клейковиною та високою водопоглинальною здатністю. Постачальник — імпортерна сировина (Італія або Канада), тип “0” або “00”.

Борошно черемхове — отримане шляхом тонкого помелу висушених плодів черемхи (*Rubus radus*), із високим вмістом клітковини, пектину, антоціанів і поліфенольних сполук. Використовувалося для збагачення хліба біологічно активними речовинами та поліпшення антиоксидантних властивостей.



Рис.2.2. - Борошно черемхове

Борошно ферментоване — пшеничне борошно, попередньо піддане тривалій ферментації з використанням натуральної закваски для часткового розщеплення білково-вуглеводного комплексу, покращення засвоюваності та зниження рівня антинутриєнтів.

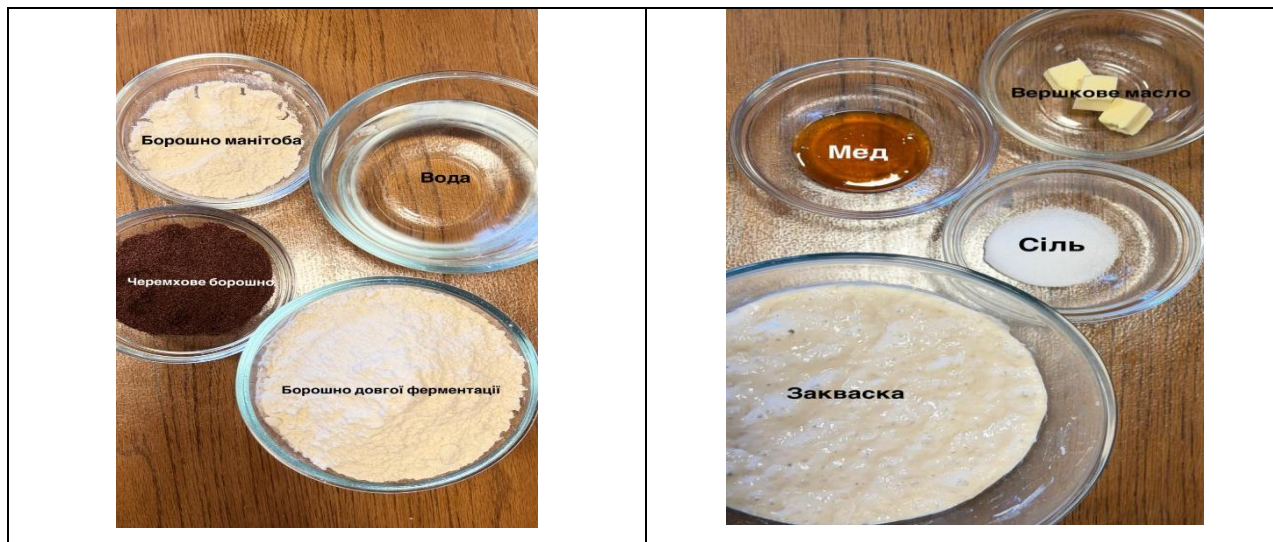


Рис.2.3. Основні види сировини рецептури

Закваска пшенична рідка — біотехнологічний напівфабрикат, отриманий на основі суміші молочнокислих бактерій (*Lactobacillus plantarum*, *L. brevis*) і дріжджів (*Saccharomyces cerevisiae*), що забезпечує формування смаку, аромату та стійкості тіста.

Сіль кухонна харчова (ДСТУ 3583:2015) — для регулювання ферментативних процесів і структури тіста.

Вода питна очищена (ДСТУ 2874:2015) — як основний розчинник та компонент тіста.

2.3 Методика проведення досліджень

Для оцінки показників органолептики дослідних зразків хліба використовувалися загальноприйняті методи і нормативні документи ДСТУ 7044:2009 [38], ДСТУ-П 8536:2015 [39].

За показниками органолептичних показників зразки хліб повинні відповідати наступним показникам: зовнішній вигляд: хліб правильної форми, скоринка

золотисто-коричнева. Стан поверхні: поверхня чиста, з невеликими тріщинами. Колір: від жовтуватого до світло-коричневого кольору. Стан крихти: крихта має середню пористість, волога на дотик і повертається в початковий стан при натисканні. Смак і аромат: смак не солодкий і має легку терпкість і аромат, властиві свіжоспеченому хлібу.

Для розрахунку енергетичної цінності визначали вміст білку, жиру та вуглеводів, розрахунок проводиться за формулою:

$$EЦ^{100} = G_{б}^{100} * 4,0 + G_{ж}^{100} * 9,0 + G_{в}^{100} * 4,0$$

де, $EЦ^{100}$ – енергетична цінність 100 г виробу, ккал;

$G_{б}^{100}, G_{ж}^{100}, G_{в}^{100}$ – кількість білків, жирів та вуглеводів в 100 г виробу, ккал.

РОЗДІЛ 3

РЕУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ УЗАГАЛЬНЕННЯ

3.1. Оцінка якості сировини

Черемхове борошно — це унікальний продукт, який отримують шляхом помелу висушених ягід черемхи (*Prunus radus*). Воно широко використовується у східнослов'янській та сибірській кухнях, а в Україні є відносно рідкісним, але цінним інгредієнтом.

Основною характеристикою черемхового борошна є текстура та вигляд: за консистенцією воно схоже на тонкий помел, а за кольором іноді нагадує какао-порошок. Має дуже характерний, насичений горіховий присмак і виразний аромат мигдалю (завдяки наявності синильної кислоти, яка випаровується при термообробці, роблячи продукт безпечним). Як і будь-яке фруктове борошно, воно не містить клейковини (глютену) таблиця 3.1.

Таблиця 3.1.

Переваги черемхового борошна

Категорія	Характеристика	Переваги
Основа	Сушені мелені ягоди черемхи	Не є зерновим борошном.
Вміст клейковини (глютену)	0% (Безглютенове)	Підходить для людей з целиакією.
Смак/Аромат	Горіховий присмак, мигдальний аромат	Унікальний інтенсивний смак.
Колір	Темний, схожий на какао-порошок	Використовується як натуральний барвник.
Вміст корисних речовин	Високий вміст вітамінів, мінералів та клітковини	Багате на лимонну кислоту, каротин, залізо, вітамін С.
Використання	Ароматизуюча добавка	Зазвичай змішується з пшеничним борошном (до 10-15%) або використовується самостійно у спеціальних рецептах.

Черемхове борошно використовується в рецептурі не як основне, а як додаткове ароматизуюче та фарбувальне борошно.

Борошно Манітоба (Farina Manitoba) — це елітний сорт пшеничного борошна з м'яких сортів пшениці (зазвичай тип "0" або "00" за італійською класифікацією), яке вважається одним із найсильніших у світі. Його назва походить від регіону Манітоба в Канаді, відомого вирощуванням високобілкової пшениці, хоча сьогодні його виробляють по всьому світу.

Таблиця 3.2.

Характеристика борошна

Характеристика	Борошно Манітоба (Farina Manitoba)	Черемхове Борошно (Пташина черемха)
Сировина	Зерно м'якої пшениці (високобілкові сорти).	Висушені та подрібнені ягоди черемхи (Prunus padus).
Основна функція	Структурування (базовий інгредієнт).	Ароматизація та фарбування (додатковий інгредієнт).
Вміст Глютену (Клейковини)	Дуже високий (13-16% і вище). СИЛЬНЕ борошно (W370-410).	Не містить (безглютеновий продукт).
Особливості тіста	Висока еластичність, здатність витримувати тривалу ферментацію (18-24 год).	Не утворює клейковинної сітки, потребує додавання пшеничного борошна.
Смак і аромат	Нейтральний, класичний пшеничний.	Інтенсивний мигдально-горіховий (завдяки амігдаліну), колір як у какао.
Застосування	Панеттоне, Паска, Круасани, Бріош, Хліб на заквасці з довгою розстойкою.	Черемхові торти, пироги, кекси, ароматизатор для кремів і десертів.

Головна відмінність борошна Манітоба полягає у його надзвичайно високому вмісті білка (клейковини), який може сягати 13-16%. Це визначає його як "сильне" борошно з високим показником сили. Дозволяє випікати традиційний хліб із тривалою ферментацією, який має глибокий смак і пористу структуру.

3.2. Складання рецептури та оцінка якості інноваційного продукту

На основі теоретичних і експериментальних досліджень було розроблено рецептуру хліба таблиця 3.3., в яку ввійшли такі компоненти:

- борошно довгої ферментації — пшеничне борошно, ферментоване природними заквасками, із частковим розщепленням білків і крохмалю;
- борошно манітоба — високоякісне пшеничне борошно з вмістом білка 14–16% і сильною клейковиною, що підвищує еластичність тіста;
- борошно черемхове — продукт тонкого помелу висушених плодів черемхи (*Prunus padus*), джерело пектину, клітковини, поліфенолів та антоціанів;
- закваска на піку активності (80% гідратації) — біотехнологічний напівфабрикат, що містить молочнокислі бактерії (*Lactobacillus plantarum*) та дріжджі (*Saccharomyces cerevisiae*);
- мед натуральний квітковий — як джерело ферментів, мікроелементів і природного підсолоджувача;
- сіль кухонна харчова — регулює ферментативну активність та стабілізує структуру тіста;
- вершкове масло 82,5% (ДСТУ 4399:2005) — поліпшує текстуру і аромат готового виробу;
- вода питна очищена ($t = 2-4\text{ }^{\circ}\text{C}$) — для замісу тіста.

Для визначення оптимального співвідношення компонентів було розроблено три варіанти хліба:

Таблиця 3.3

Рецептури дослідних зразків хліба

Найменування	Контроль (без черемхи)	Дослід 1 (основний, 5% черемхи)	Дослід 2 (підвищений, 10% черемхи)
Закваска на піку 80% гідратації	160	160	160
Холодна вода ($t\ 2-4^{\circ}\text{C}$)	410	410	410
Борошно довгої ферментації	525	475	425
Борошно манітоба	75	50	50

Борошно черемхове	-	50	100
Мед	15	15	15
Сіль	12	12	12
Вершкове масло 82,5%	15	15	15

За результатами експериментальних досліджень було встановлено, що вміст черемхового борошна істотно впливає на структуру, колір, аромат і технологічні властивості тіста та готового хліба. Збільшення частки черемхового борошна спричиняє помітні зміни в структурно-механічних характеристиках тіста та органолептичних показниках готових виробів.

Фізико-хімічні показники хліба різних рецептур наведені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Фізико-хімічні показники

Показник	Одиниця виміру	Контроль (0% черемхи)	Дослід 1 (5% черемхи)	Дослід 2 (10% черемхи)
Вологість м'якуша	%	43,1	44,2	45,0
Кислотність	град.	6,2	6,6	7,1
Пористість	%	66	68	64
Зольність	%	0,95	1,12	1,28
Об'єм виробу	см ³ /100 г	310	335	320
Пружність м'якуша	балів	8,5	9,0	8,0

Серед трьох досліджених варіантів рецептур — контрольного, дослідного 1 та дослідного 2 — найкращі результати показав зразок досліду 1 (5% черемхи), у якому вдалося досягти збалансованих показників якості, стабільності ферментації, гармонійного смаку та аромату.

Фізико-хімічні показники дослідного 1 зразка мали найкращі значення:

- кислотність — у межах 6,5°–6,8°, що відповідає оптимальним умовам для натурального хліба на заквасці;

- вологість — 44,2%, що забезпечує м'яку текстуру і тривале збереження свіжості;

- пористість — 68%, що свідчить про добре розвинену газоутримувальну здатність тіста;

- зольність — 1,12%, що дещо перевищує контроль, завдяки вмісту мінералів у черемховому борошні.

Порівняно з контролем, у хліба досліді 1 спостерігалось підвищення антиоксидантної активності на 12–15%, що пов'язано з вмістом поліфенолів і антоціанів черемхи. При цьому структура тіста залишалась стабільною, не втрачала газоутримувальної здатності, що підтверджує сумісність компонентів у рецептурі.



Рис 3.1 Структура тіста дослідного зразку



Рис 3.2. Зовнішній вигляд дослідного зразку

Перевагою оптимального варіанту (дослід 1) була покращена структура м'якуша — рівномірною, еластичною, без порожнин і ущільнень.

Виріб мав збалансовану структуру м'якуша, рівномірну пористість і добру пружність. Завдяки оптимальному співвідношенню пшеничного борошна довгої ферментації, манітоби та черемхового борошна зберігалася еластичність тіста і стійкість форми після випікання. М'якуш був м'яким, дрібнопористим, рівномірно забарвленим у світло-коричневий відтінок, що свідчить про рівномірний перебіг реакцій карамелізації та меланоїдиноутворення.

Підвищення вмісту черемхового борошна до 10% призвело до зниження пористості й об'єму через відсутність глютену у його складі, а також до надмірного потемніння м'якуша. Водночас зменшення кількості черемхи (0%) у контрольному зразку позбавило виріб характерного аромату і знизило антиоксидантну активність.

Таким чином, дослід 1 (5% черемхового борошна) можна вважати оптимальним варіантом рецептури для отримання хліба підвищеної харчової цінності з покращеними смаковими, структурними та антиоксидантними властивостями.

Органолептична оцінка дослідних зразків хліба наведені у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

Органолептична оцінка дослідних зразків хліба

Показник	Характеристика	Контроль (0% черемхи)	Дослід 1 (5% черемхи)	Дослід 2 (10% черемхи)
Зовнішній вигляд	Форма, поверхня, наявність тріщин, рівномірність скоринки	правильна форма, рівна скоринка	рівна форма, глянцева поверхня, приємний колір	поверхня темна, незначні тріщини
	Бал	8,5	9,5	8,1
Колір скоринки	Відтінок, рівномірність забарвлення	світло- золотистий	рівномірний золотисто- коричневий	надто темний, місцями підпалений
	Бал	8,0	9,5	8,0

Показник	Характеристика	Контроль (0% черемхи)	Дослід 1 (5% черемхи)	Дослід 2 (10% черемхи)
Стан м'якуша	Пористість, еластичність, структура	пористість середня, рівномірна	рівномірна пористість, пружний, ніжний м'якуш	дрібнопористий, дещо ущільнений
	Бал	8,0	9,5	8,0
Запах (аромат)	Вираженість, приємність, наявність сторонніх запахів	слабкий хлібний аромат	насичений фруктово- горіховий аромат без сторонніх домішок	інтенсивний, із гіркуватими нотами
	Бал	7,5	9,5	8,2
Смак	Повнота, гармонійність, післясмак	типовий хлібний смак	виражений, гармонійний, з легкою кислинкою та медовим післясмаком	занадто виражена терпкість
	Бал	8,0	9,5	8,2
Колір м'якуша	Відтінок, рівномірність	кремовий	світло- коричневий, рівномірний	темно- коричневий
	Бал	8,2	9,0	8,5
Консистенція	Щільність, пружність, вологість	середня щільність, вологий	м'який, еластичний, добре формується	більш щільний
	Бал	8,4	9,0	8,1
Середній бал		8,1	9,4	8,2

Згідно проведеного аналізу, найвищу загальну оцінку (9,4 бала) отримав хліб дослід 1 (5% черемхового борошна).

Контрольний зразок мав звичайні властивості пшеничного хліба без яскравих смакових акцентів, а при збільшенні частки черемхи до 10% смак став надто насиченим і дещо терпким, структура — щільнішою, а колір — темним.



Рис. 3.3. Органолептична оцінка дослідних зразків

Дослід 1 - відзначався приємним золотисто-коричневим кольором скоринки, м'яким еластичним м'якушем, вираженим ароматом і гармонійним смаком із делікатною фруктововою ноткою.

Аромат хліба характеризувався приємними фруктовими-горіховими нотами, з легкою кислинкою, типовою для черемхи, і добре вираженим хлібним букетом, сформованим у процесі тривалої ферментації на натуральній заквасці. Смак гармонійний, з легкою солодкуватістю від меду й делікатним післясмаком черемхи.

Зразок має підвищену біологічну цінність — завдяки поліфенолам, клітковині, залізу й магнію, що містяться у черемховому борошні, а завдяки поєднанню органічних кислот закваски і антиоксидантних компонентів черемхи — має покращену тривалість зберігання.

Отже, оптимальною рецептурою для отримання хліба підвищеної харчової цінності є поєднання борошна довгої ферментації (475 г), борошна манітоба (50 г) і борошна черемхового (50 г) при використанні натуральної закваски. Такий склад

забезпечує гармонійне поєднання високих смакових властивостей, поживної цінності та стабільності технологічного процесу.

Встановлено, що введення 5% черемхового борошна у рецептуру хліба на заквасці сприяє підвищенню харчової цінності та покращенню органолептичних властивостей без погіршення реологічних характеристик тіста. Отриманий виріб може бути рекомендований для промислового виробництва хлібобулочних виробів функціонального призначення.

Розрахунок енергетичної цінності контрольного зразка хліба наведено у таблиці 3.6.

Таблиця 3.6

Розрахунок енергетичної цінності хліба “Черемховий” (дослід 1)

Сировина	Масова частка, г	Білки, г	Жири, г	Вуглеводи, г	Клітковина, г	Енергетична цінність, ккал
Борошно довгої ферментації	47,5	5,46	1,03	26,5	1,7	133,4
Борошно манітоба	5,0	0,64	0,13	2,8	0,2	14,4
Борошно черемхове	5,0	0,46	0,45	3,6	1,2	18,1
Мед	1,5	0,01	0	1,2	0	4,8
Масло вершкове 82,5%	1,5	0,01	1,23	0	0	11,2
Сіль	1,2	0	0	0	0	0
Разом (на 100 г продукту)	100	6,58	2,84	34,1	3,1	188,3 ккал

Енергетична цінність 100 г хліба “Черемховий” (дослід 1, 5% черемхи) становить 188 ккал, що на $\approx 40\%$ менше, ніж у традиційного пшеничного хліба (320 ккал).

Зниження калорійності пов’язане з меншим вмістом жиру та використанням натуральних інгредієнтів із високим вмістом клітковини. Такий продукт може бути рекомендований для функціонального та дієтичного харчування.

Висновки до розділу.

Розробка технології хліба підвищеної харчової цінності на заквасці з використанням борошна манітоба, черемхового борошна та борошна довгої ферментації відповідає сучасним тенденціям харчової промисловості та концепції здорового харчування.

Використання натуральних заквасок дозволяє зменшити вміст антинутрієнтів, підвищити біодоступність мінералів і вітамінів, поліпшити смак, аромат і структуру виробів без застосування хімічних поліпшувачів.

Застосування черемхового борошна як функціонального інгредієнта сприяє збагаченню продукту біологічно активними речовинами — поліфенолами, антоціанами, клітковиною, мікроелементами (залізо, магній, калій) та вітамінами групи В.

Додавання 5% черемхового борошна до рецептури забезпечило найкраще поєднання сенсорних і фізико-хімічних показників: рівномірну пористість, м'яку еластичну структуру м'якуша, приємний світло-коричневий колір, насичений аромат із фруктових-горіховими нотами.

Органолептична оцінка показала, що середній бал якості зразка дослідження 1 становив 9,4, що перевищує оцінки контрольного (8,1) та зразка з підвищеним вмістом черемхи (8,1). Оптимальне співвідношення компонентів (борошно довгої ферментації – 475 г, борошно манітоба – 50 г, черемхове борошно – 50 г) забезпечує найкращі споживчі властивості.

За результатами хімічного аналізу, дослідний варіант 1 мав збалансований склад: білки – 6,6 г, жири – 2,8 г, вуглеводи – 34,1 г, клітковина – 3,1 г; енергетична цінність – 188 ккал на 100 г, що на 40% нижче, ніж у звичайного пшеничного хліба (≈ 320 ккал).

Порівняльний аналіз трьох варіантів рецептур показав, що при збільшенні вмісту черемхи понад 5% погіршується структура тіста (зменшується пористість і об'єм виробу) та посилюється терпкість смаку. Тому оптимальною рецептурою є використання 5% черемхового борошна у складі хліба на заквасці.

Отже, проведені дослідження підтвердили доцільність застосування черемхового борошна у виробництві хліба підвищеної харчової цінності. Така

рецептура забезпечує створення інноваційного продукту з покращеним хімічним складом, антиоксидантною активністю, гармонійними органолептичними властивостями й зниженим енергетичним показником. Хліб “Черемховий” може бути рекомендований для широкого споживання як продукт функціонального харчування з високими смаковими та корисними властивостями.

РОЗДІЛ 4

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Розробка принципової технологічної схеми виробництва хліба.

Головним завданням хлібопекарського виробництва є отримання продукції високої якості з використанням наявної сировини, яка може відрізнятися за своїми хлібопекарськими властивостями залежно від партії та походження. Тому одним із першочергових етапів підготовки виробництва є оцінка якості та технологічних показників борошна, що надходить на підприємство.

Визначення таких параметрів, як сила борошна, активність ферментів, газоутворювальна здатність, колір, ступінь білкової матриці та вологопоглинання, дозволяє обґрунтовано вибрати або скоригувати режими технологічного процесу. Для пшеничного борошна враховують силу клейковини та здатність утримувати газ, тоді як для житнього — автолітичну активність і кислотність.

З урахуванням отриманих даних встановлюють оптимальні способи приготування тіста, режими бродіння та параметри випікання, що забезпечують стабільну якість готового хліба незалежно від коливань властивостей сировини.

Технологічна схема виробництва хліба на заквасці, передбачає послідовне виконання таких основних стадій:

1. Підготовка сировини — просіювання борошна, очищення допоміжних матеріалів, перевірка активності закваски.
2. Приготування напівфабрикатів (закваски) — культивування мікрофлори молочнокислих бактерій і дріжджів до піку активності.
3. Заміс тіста — змішування компонентів згідно з рецептурою; формування клейковинного каркасу та однорідної консистенції.
4. Бродіння (ферментація) — витримування тіста до накопичення необхідної кислотності, розвитку ароматичних сполук і структури м'якуша.

5. Поділ і формування тіста — розподіл на порційні шматки, округлення та надання форми.
6. Вистоювання — попереднє та остаточне; забезпечує насичення тіста вуглекислим газом і розвиток об'єму.
7. Випікання — термічна обробка при заданих режимах температури та вологості для формування скоринки та м'якуша.
8. Охолодження — стабілізація структури та вологи в готовому виробі.
9. Зберігання та пакування — підтримання якості, запобігання висиханню і мікробіологічному псуванню [23].

Технологічна схема та етапи виробництва хліба на заквасці наведена у таблиці 4.1 та на рис.4.1.

Таблиця 4.1

Технологічна схема виробництва хліба “Черемховий”

№ етапу	Назва операції	Суть процесу, параметри	Тривалість, хв/год	Температура, °С
1	Попереднє змішування	Змішування борошна (довгої ферментації, манітоба, черемхове) з водою для автолізу. Формування глютенної сітки, початок ферментативної активності.	60 хв	20–22
2	Додавання закваски	Введення активної закваски, початок біохімічних процесів бродіння. Інтенсивний заміс.	7–10 хв	24–26
3	Додавання масла і меду	Введення м'якого вершкового масла та меду для поліпшення еластичності тіста і смакових властивостей.	3–5 хв	24–26
4	Фінальний заміс (д-ня солі)	Внесення солі, завершення формування тіста. Досягнення однорідності структури.	5 хв	25
5	Попереднє бродіння	Тісто перекладають у ємність із кришкою, залишають при	1 год	20–22

№ етапу	Назва операції	Суть процесу, параметри	Тривалість, хв/год	Температура, °С
	(основна ферментація)	кімнатній температурі. Формується смак, аромат, кислотність.		
6	Обминка №1	Відновлення рівномірності структури тіста після першого підйому.	—	20–22
7	Ламінація	Розтягування тіста, посилення клейковинного каркасу, насичення киснем.	—	20–22
8	Обминка №2	Завершення початкової ферментації, стабілізація структури.	—	20–22
9	Додаткова ферментація	Після останньої обминки тісто витримують для дозрівання.	1–1,5 год	20–22
10	Поділ і попереднє формування	Тісто ділять на частини необхідної маси, проводять предформовку.	20 хв	20–22
11	Формування і вистоювання	Формування заготовок, вистоювання перед холодним бродінням.	40 хв	20–22
12	Холодне бродіння (ретардація)	Тривала ферментація для розвитку смаку, аромату, пористості.	12–16 год	4–6
13	Випікання (I етап)	Випікання з паром для формування скоринки.	20 хв	240
14	Випікання (II етап)	Завершення випікання без подачі пари для стабілізації структури м'якуша.	20–25 хв	200
15	Охолодження	Стабілізація вологи, ароматичних сполук, формування кінцевої текстури.	1 год	20

Технологічна схема виробництва хліба на заквасці наведена на рис.4.1.

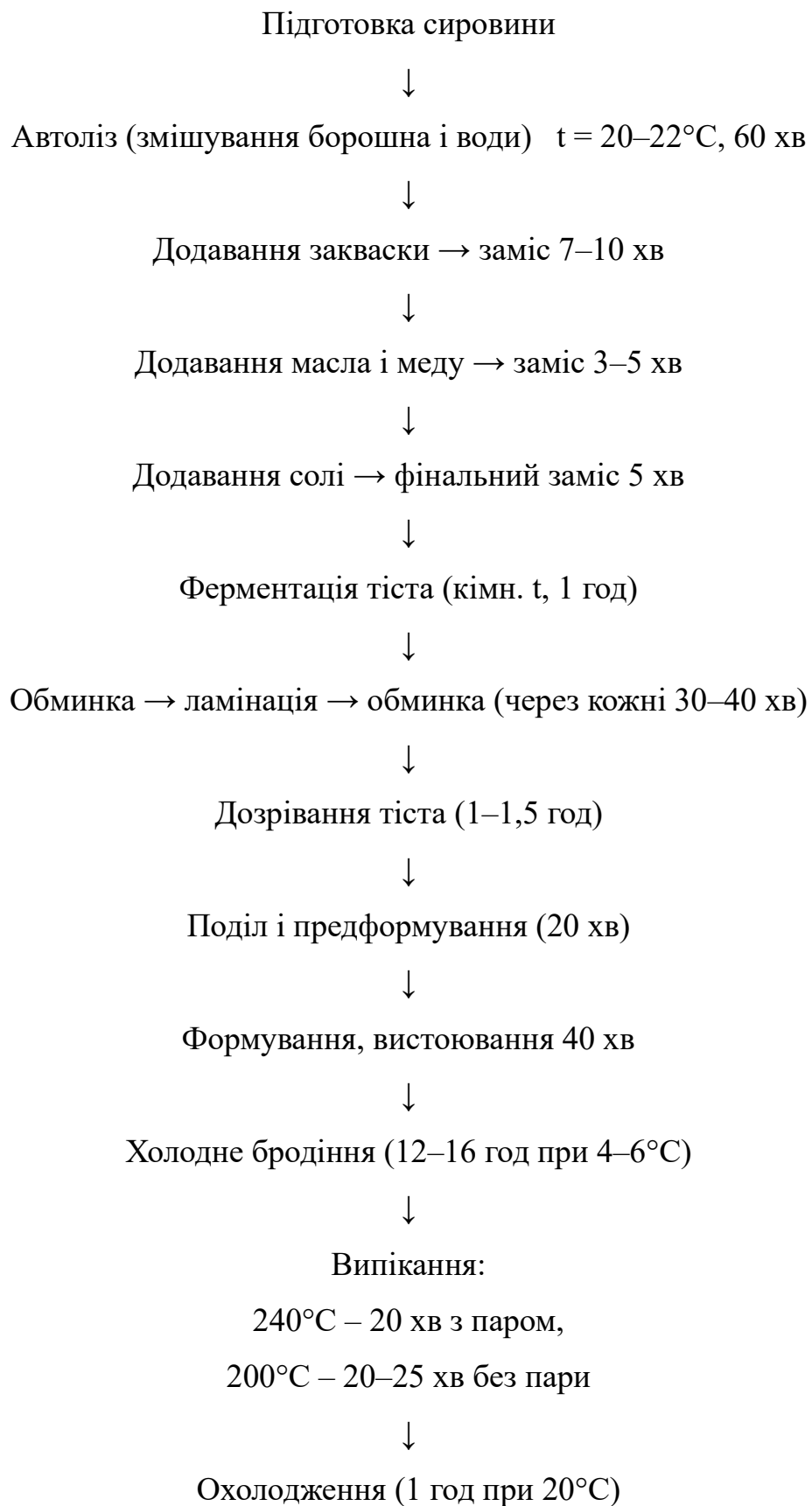


Рис 4.1 – Принципова технологічна схема виробництва хліба на заквасці.

У процесі виготовлення тіста використовується закваска з гідратацією 80%, що забезпечує активне молочнокисле бродіння, помірну кислотність і насичений аромат готового хліба.

Поєднання борошна манітоба (з високим вмістом білка) і черемхового борошна (джерела клітковини, антоціанів, поліфенолів) сприяє підвищенню харчової цінності виробу, утворенню стабільної еластичної структури м'якуша і приємного фруктово-горіхового присмаку.

Тривала холодна ферментація (12–16 год при 4–6°C) є ключовим етапом: вона забезпечує оптимальне накопичення органічних кислот, розвиток аромату, покращує засвоюваність і подовжує термін зберігання хліба.

4.2 Опис апаратурно-технологічної схеми.

Апаратурно-технологічна схема виробництва хліба «Черемховий» на заквасці включає комплекс операцій, спрямованих на отримання високоякісного продукту з підвищеною харчовою цінністю. Процес реалізується у послідовності механічних, біохімічних та термічних стадій із застосуванням відповідного технологічного обладнання.

Підготовка сировини.

На цій стадії здійснюють контроль якості та підготовку основних інгредієнтів: борошна довгої ферментації, манітоба, черемхового борошна, меду, масла, солі та закваски. Сировина просіюється, зважується та подається до тістомісильної машини. Використовується просіювач борошна типу ПБМ-2 та дозувальне обладнання для води та сипких компонентів.

Автоліз.

В тістомісильному апараті типу ТММ-140 або аналогу змішують воду та суміш борошна, залишаючи масу для автолізу на 60 хв при температурі 20–22 °C. В цей період активуються ферменти, що сприяє розвитку клейковинного каркасу та покращенню структури тіста.

Заміс тіста.

Після автолізу додають закваску, проводять заміс протягом 7–10 хвилин. Далі вводять м'яке вершкове масло та мед (заміс 3–5 хв), потім сіль — фінальний заміс 5 хв. Процес виконується в тістомісильній машині спірального типу з автоматичним контролем швидкості. Заміс завершується отриманням однорідної еластичної маси.

Бродіння (ферментація тіста).

Після замісу тісто перекладають у ферментаційні ємності з кришками, залишають при кімнатній температурі (20–22 °C). У процесі бродіння (1–1,5 год) відбувається активна діяльність дріжджів і молочнокислих бактерій, що сприяє розвитку аромату, кислотності та газоутворення.

Обминання та ламінація.

Через кожні 30–40 хв виконують обминку або ламінацію тіста для вирівнювання газового середовища, зміцнення структури та покращення пористості. Операція проводиться вручну або механічно на тістоперекладальних столах із нержавіючої сталі.

Дозрівання тіста.

Після останньої обминки тісто витримують 1–1,5 години до оптимального розвитку клейковини та аромату.

Поділ і формування.

Готове тісто поділяють на рівні частини за допомогою тістодільної машини. Після короткої попередньої вистоювання (20 хв) виконують формування заготовок у формувальній машині або вручну.

Вистоювання та холодна ферментація.

Заготовки вистоюють 40 хв при кімнатній температурі, після чого переносять у холодильну камеру (4–6 °C) на 12–16 год. Такий етап забезпечує розвиток глибоких смакових характеристик і стабільність структури тіста.

Випікання.

Проводиться у печі подового типу при температурі 240 °С протягом 20 хв із подачею пари, далі 20–25 хв без пари при 200 °С. Утворюється рівномірна скоринка з насиченим кольором і характерним ароматом черемхи.

Охолодження і зберігання.

Готові вироби охолоджують при температурі 20 °С протягом 1 години на решітках або транспортері з вентиляцією. Далі хліб фасують і зберігають у сухому приміщенні при температурі 18–20 °С.

Продуктивність виробничого процесу залежить від типу обладнання, його конструктивних особливостей, а також технологічних режимів (час замісу, тривалість ферментації, температура тощо). Застосування сучасних автоматизованих систем керування процесом дозволяє підвищити стабільність якості, зменшити втрати сировини та оптимізувати витрати енергії.

Апаратурно-технологічна схема виробництва хліба наведена на рис. 4.2

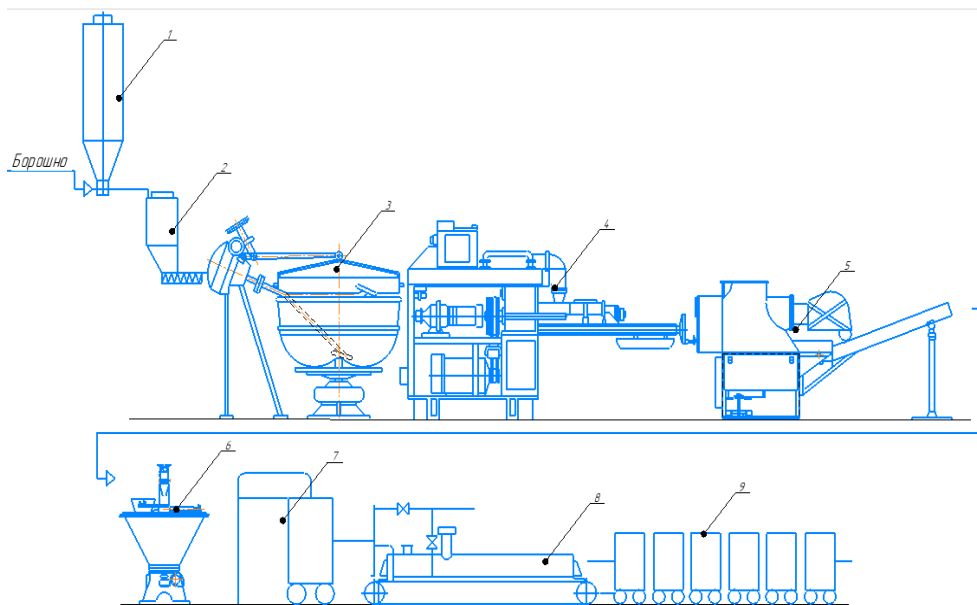


Рис. 4.2. Апаратурно-технологічна хліба

Підбір обладнання для виробництва хліба на заквасці наведений в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2

Підбір обладнання для виробництва хліба

Назва технологічної операції	Найменування обладнання	Тип / модель обладнання	Основні технічні характеристики
Підготовка сировини	Просіювач борошна	ПБМ-2 або СБ-1	Продуктивність 600 кг/год
Дозування компонентів	Ваги електронні	ВЕ-150 або ВПЕ-60	Межа зважування 0,1–150 кг
Автоліз (змішування борошна і води)	Тістомісильна машина	ТММ-140 або Sigma	Об'єм діжі 140 л, 2 швидкості
Заміс тіста	Тістомісильна машина спірального типу	Diosna SPV 120 або аналоги	Потужність 5,5 кВт, 2 швидкості
Бродіння (ферментація тіста)	Ємність ферментаційна з кришкою	Нержавіюча сталь	Об'єм 50–100 л
Обминання / ламінація	Стіл тістоперекладальний	Із нержавіючої сталі	Довжина 1500 мм
Поділ тіста	Тістодільна машина	A2-ХТД або JAC D-20	Продуктивність 900–1200 порцій/год
Попередня вистоювання	Камера вистоювання	ШКА-12 або ПКВ-4	$t = 30\text{--}35\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\varphi = 70\text{--}80\%$
Формування тістових заготовок	Формувальна машина	ФТМ-1 або ручне формування	Діапазон мас 200–1000 г
Холодне вистоювання	Холодильна камера	Polair DM 114 або аналог	$t = 4\text{--}6\text{ }^{\circ}\text{C}$, час 12–16 год
Випікання	Подова піч	MIWE Condo, Wachtel або РПП	$t = 240/200\text{ }^{\circ}\text{C}$, час 40–45 хв
Охолодження	Стелаж охолоджувальний	Нержавіюча сталь	$t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, час 1 год
Зберігання готової продукції	Хлібосховище або камера	—	$t = 18\text{--}20\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\varphi = 70\%$

РОЗДІЛ 5

SWOT АНАЛІЗ

SWOT/TOWS-аналізу виробництва хліба підвищеної харчової цінності на заквасці

Проведений SWOT- та подальший TOWS-аналіз дав змогу комплексно оцінити внутрішній потенціал виробництва хліба підвищеної харчової цінності на заквасці з використанням борошна манітоба та черемхового борошна, а також виявити ключові можливості розвитку й ризики зовнішнього середовища.

Таблиця 5.1

TOWS-матриця

	Можливості (O)	Загрози (T)
Сильні сторони (S)	SO-стратегії (використання сильних сторін для реалізації можливостей)	ST-стратегії (використання сильних сторін для нейтралізації загроз)
	1. Використання високоякісної сировини (борошно манітоба, черемхове борошно) для створення лінії функціональних виробів.	1. Розробка технології з мінімальною собівартістю за рахунок оптимізації ферментації та енергозбереження.
	2. Впровадження нової рецептури у виробництво як елемент стратегії «здорового харчування».	2. Формування стабільної якості продукту через стандартизацію заквасок і контроль ферментації.
	3. Розширення асортименту оздоровчих хлібів з локальної сировини (черемха, ферментоване борошно).	3. Створення власного бренду «еко-продуктів» як захист від конкуренції масових виробників.
	Практичні рекомендації: активне позиціонування продукції як натуральної, проведення дегустацій, участь у програмах локальних виробників.	Практичні рекомендації: впровадження НАССР і контролю стабільності якості, комунікація з цільовими споживачами через онлайн-платформи.

	Можливості (О)	Загрози (Т)
Слабкі сторони (W)	WO-стратегії (мінімізація слабких сторін через використання можливостей)	WT-стратегії (мінімізація слабких сторін для запобігання загрозам)
	1. Підвищення кваліфікації персоналу для роботи з нетрадиційними видами сировини.	1. Розроблення стандартних технологічних карт, щоб уникнути нестабільності якості при зміні партій сировини.
	2. Залучення державних та освітніх грантів для розробки інноваційних хлібів функціонального призначення.	2. Створення малих виробничих ліній для тестування рецептур без ризику втрати ресурсів.
	3. Співпраця з фермерськими господарствами для забезпечення стабільного постачання сировини.	3. Запровадження контролю якості черемхового борошна, щоб уникнути коливань кольору, аромату та кислотності тіста.
	Практичні рекомендації: підвищення технологічної культури виробництва, стажування технологів, співпраця з НУХТ.	Практичні рекомендації: запровадити систему малосерійного виробництва для гнучкого реагування на коливання попиту.

Результати дослідження показали, що одним із найважливіших сильних аспектів є використання високоякісної сировини — борошна манітоба, яке забезпечує формування стабільної клейковинної структури, та черемхового борошна, що збагачує продукт біологічно активними речовинами, антиоксидантами та харчовими волокнами. Сильними сторонами також виступають технологічна інноваційність, натуральність компонентів, покращені органолептичні властивості, а також підвищена біологічна цінність готової продукції. Ці фактори формують конкурентну перевагу у сегменті функціональних і оздоровчих хлібобулочних виробів.

До слабких сторін виробництва можна віднести обмежену кількість постачальників нетрадиційної сировини, недостатній рівень технологічного досвіду з роботи з ферментованими і фруктово-зерновими компонентами, а також потребу в адаптації технологічних режимів під нові рецептури. Крім того,

використання натуральних заквасок і довготривалої ферментації збільшує тривалість виробничого циклу, що вимагає ретельного планування виробництва.

Серед зовнішніх можливостей особливе значення мають зростання попиту на натуральні та функціональні продукти, розвиток нішевого ринку хлібобулочних виробів підвищеної харчової цінності, можливість залучення інноваційних грантів у сфері біотехнологій і здорового харчування, а також підтримка державних і регіональних програм із розвитку локальної переробки сировини. Крім того, збільшується інтерес споживачів до «чистих» продуктів без штучних добавок і стабілізаторів, що повністю відповідає концепції хліба на заквасці.

Натомість серед загроз виділяються висока конкуренція на ринку хлібобулочних виробів, нестабільність цін на сировину, обмежена поінформованість споживачів про переваги хліба тривалої ферментації, а також потреба у відповідності суворим санітарно-технологічним стандартам для підтримання стабільної якості заквасок.

На основі цих результатів побудовано TOWS-матрицю, яка дала змогу сформулювати чотири групи стратегій розвитку виробництва:

SO-стратегії (сильні сторони + можливості) — передбачають активне використання якісної сировини, інноваційних технологій і зростаючого попиту на натуральні продукти. Основний напрям — розширення асортименту функціональних хлібів і позиціонування їх як продуктів оздоровчого харчування. Рекомендовано впровадження сертифікації «еко-продукт», участь у виставках, дегустаційних акціях, партнерство з торговими мережами здорового харчування.

WO-стратегії (слабкі сторони + можливості) — орієнтовані на вдосконалення технологічних знань і кадрової підготовки для ефективного використання нових інгредієнтів. Доцільним є підвищення кваліфікації технологів, проведення спільних науково-виробничих досліджень із НУХТ та профільними лабораторіями, а також залучення грантових коштів для технічного оновлення.

ST-стратегії (сильні сторони + загрози) — спрямовані на підтримання конкурентоспроможності за рахунок високої якості продукції, стандартизації заквасок і формування власного бренду. Рекомендується впровадження системи контролю якості (НАССР), розробка корпоративного стандарту заквасок, а також активна маркетингова діяльність у цифрових каналах для популяризації традиційного хліба тривалої ферментації.

WT-стратегії (слабкі сторони + загрози) — зосереджені на мінімізації ризиків та підвищенні стабільності виробництва. Пропонується створення малооб'ємних виробничих ліній для гнучкого тестування нових рецептур, налагодження прямих каналів постачання черемхового борошна від місцевих виробників, а також впровадження внутрішніх стандартів контролю стабільності кольору, аромату і кислотності виробів.

Загалом, результати TOWS-аналізу свідчать, що підприємства, які впроваджують виробництво хліба підвищеної харчової цінності на заквасці, мають високий інноваційний потенціал і перспективи виходу на зростаючий ринок функціональних продуктів. Реалізація розроблених стратегій дозволить зміцнити позиції на ринку, підвищити ефективність виробництва, сформувані позитивний імідж бренду натурального хліба та сприятиме подальшій інтеграції національної харчової промисловості у сучасні тенденції здорового харчування.

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Організація безпечних умов праці у хлібопекарському виробництві є невід'ємною складовою ефективної діяльності підприємства. Система охорони праці спрямована на попередження травматизму, професійних захворювань, забезпечення санітарно-гігієнічних норм та дотримання чинного законодавства України у сфері безпеки праці.

Виробничі процеси на хлібопекарнях характеризуються підвищеним рівнем ризику через використання високотемпературного обладнання, обертальних механізмів, електричних установок, гострих інструментів та наявність пилових аерозолів. Тому особливу увагу приділяють системному аналізу небезпечних і шкідливих факторів, а також реалізації профілактичних заходів, спрямованих на їх усунення або мінімізацію.

Основними напрямками забезпечення безпечних умов праці є:

- контроль технічного стану обладнання, своєчасне проведення технічного обслуговування та ремонту;
- використання сучасних засобів індивідуального та колективного захисту (захисний одяг, рукавиці, окуляри, респіратори, шумозахисні навушники);
- налагодження ефективної системи вентиляції для зниження запиленості та підтримання сприятливого мікроклімату в цеху;
- дотримання пожежної безпеки — наявність протипожежних засобів, вогнегасників, справних систем сигналізації та планів евакуації;
- організація навчання і перевірки знань з охорони праці для всіх працівників, проведення первинного, повторного та позапланового інструктажів.

Керівництво підприємства несе відповідальність за створення безпечних умов праці, розроблення інструкцій, програм навчання, забезпечення працівників необхідними засобами індивідуального захисту, організацію медичних оглядів та контроль виконання вимог охорони праці.

Працівники, у свою чергу, зобов'язані дотримуватися встановлених правил, користуватися ЗІЗ, не допускати порушень технологічних режимів, повідомляти про виявлені несправності та несанкціоновані ситуації. Взаємна відповідальність працівників і керівництва є запорукою безпечного виробничого середовища.

У разі виникнення надзвичайних ситуацій (пожежі, короткого замикання, витоку газу, аварійного зупинення обладнання, травмування працівника) персонал повинен діяти відповідно до затверджених планів евакуації та інструкцій з ліквідації наслідків НС. Кожен працівник повинен бути ознайомлений із місцем розташування первинних засобів пожежогасіння, аварійних виходів, аптечок та систем сигналізації.

Система охорони праці на підприємстві повинна базуватися на принципах профілактики, безперервного моніторингу умов праці та постійного вдосконалення засобів безпеки. Дотримання цих вимог сприяє збереженню життя та здоров'я персоналу, стабільності виробничих процесів і підвищенню якості готової продукції.

6.1 Небезпечні фактори у хлібопекарському виробництві

Хлібопекарське виробництво належить до галузей з підвищеним рівнем професійного ризику, оскільки технологічний процес пов'язаний з дією на працівників комплексу небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Визначення, аналіз і своєчасне усунення цих чинників є необхідною умовою забезпечення безпечних умов праці та збереження здоров'я персоналу.

Одним із найпоширеніших факторів є високі температури, які виникають під час експлуатації печей, тістомісильних машин, шаф вистоювання та іншого термічного обладнання. Тривале перебування поблизу джерел тепла може призвести до перегрівання організму, теплових опіків, зневоднення або погіршення самопочуття працівників. Крім того, підвищена вологість і температура у виробничих приміщеннях створюють сприятливе середовище для розвитку мікроорганізмів та грибкових інфекцій.

Суттєву небезпеку становить борошняний пил, який утворюється під час просіювання, дозування та замішування тіста. Пилові частинки у повітрі можуть спричинити подразнення слизових оболонок, алергічні реакції, респіраторні захворювання, такі як бронхіт або професійна астма. Окрім цього, борошняний пил є горючим, тому накопичення його у вентиляційних системах або на поверхнях підвищує ризик вибухів і пожеж.

Не менш небезпечним чинником є шумове навантаження, яке створюють тістомісильні машини, дробарки, транспортери, печі та інше механічне обладнання. Тривалий вплив шуму рівнем понад 85 дБ може викликати втому, зниження уваги, головні болі, а за тривалого впливу — часткову втрату слуху.

Механічні ризики пов'язані з експлуатацією машин і механізмів, що мають рухомі або ріжучі частини (тістомісильні апарати, формувальні лінії, тістороздільні пристрої, транспортери). Контакт із рухомими елементами обладнання без належних засобів захисту може спричинити травми рук, порізи, забої або затягування кінцівок у механізм. Високий рівень небезпеки характерний для обладнання, яке експлуатується без захисних кожухів або технічного нагляду.

Додатковими факторами ризику є слизькі підлоги, що утворюються через розливи води, масла, тіста чи інших речовин, а також використання мийних і дезінфекційних засобів, які містять хімічно активні компоненти. Контакт із цими речовинами без засобів індивідуального захисту може викликати подразнення шкіри, хімічні опіки або алергічні реакції.

Для мінімізації впливу шкідливих і небезпечних факторів необхідно впроваджувати такі заходи:

- регулярне технічне обслуговування і перевірку справності обладнання;
- ефективну вентиляцію і пиловидалення у місцях утворення пилу;
- використання засобів індивідуального захисту (респіратори, рукавиці, окуляри, захисний одяг);
- встановлення шумопоглинаючих екранів або зниження шуму шляхом модернізації обладнання;

- дотримання правил особистої гігієни, регулярне прибирання виробничих приміщень;

- навчання персоналу щодо дій у разі аварій, травмувань чи займання пилю.

Заходи охорони праці для зменшення ризиків на технологічних операціях виробництва наведені в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1

Заходи охорони праці при виробництві хліба

Технологічна операція	Потенційні небезпечні та шкідливі фактори	Заходи охорони праці та безпеки	Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ)
Заміс тіста	Рухомі частини обладнання, шум, підвищена вологість	Справність тістомісильних машин, наявність захисних кожухів	Спецодяг, беруші, гумові рукавички
Бродіння та вистоювання тіста	Підвищена температура, вологість, слизькі підлоги	Вентиляція, контроль мікроклімату, використання протиковзких покриттів	Легке бавовняне взуття з неслизькою підошвою, халат
Формування тістових заготовок	Механічні травми при роботі з машинами, затування в рухомі частини	Використання формувальних машин із захисними кожухами	Рукавиці, фартух, головний убір
Випікання	Висока температура, можливість опіків, електротравм	Використання справних печей із термоізоляцією, контроль температурного режиму, заборона доторкання до нагрівальних елементів	Термостійкі рукавиці, бавовняний спецодяг, закриті взуття
Охолодження і транспортування готових виробів	Опіки від гарячих виробів, слизькі поверхні, падіння	Дотримання черговості викладання хліба, охолодження на решітках, використання справних візків	Рукавиці, зручне взуття, фартух
Прибирання та санітарна обробка приміщень	Контакт із мийними засобами, підвищена вологість, можливість падінь	Використання безпечних мийних розчинів, провітрювання приміщень, наявність аптечок	Гумові рукавички, фартух, захисні окуляри
Зберігання готової продукції	Недостатня вентиляція, порушення температурного режиму	Контроль мікроклімату, регулярна дезінфекція камер, дотримання санітарних норм	Халат, головний убір, рукавички

Таким чином, забезпечення безпечних умов праці у хлібопекарському виробництві передбачає системний підхід до аналізу ризиків, їх профілактику та впровадження комплексних технічних і організаційних заходів. Це не лише сприяє

збереженню здоров'я працівників, а й підвищує ефективність і стабільність виробничого процесу.

6.2 Заходи з організації безпеки праці

Організація безпечних умов праці у хлібопекарському виробництві є важливою складовою ефективного функціонування підприємства та збереження здоров'я працівників. Заходи з охорони праці мають комплексний характер і охоплюють технічні, організаційні та санітарно-гігієнічні аспекти, спрямовані на попередження травматизму, професійних захворювань і аварійних ситуацій.

Одним із базових напрямів є забезпечення працівників засобами індивідуального захисту (ЗІЗ). Кожен співробітник повинен бути забезпечений спеціальним одягом, термостійкими рукавицями, фартухами, захисними окулярами, респіраторами для захисту від борошняного пилу та спеціальним взуттям із неслизькою підошвою. Використання ЗІЗ суттєво знижує ризик опіків, механічних ушкоджень і впливу шкідливих факторів, таких як пил чи висока температура.

Технічна безпека обладнання є ще одним ключовим аспектом. Усе технологічне устаткування повинно регулярно проходити технічний огляд і профілактичне обслуговування. Особливої уваги потребують машини з рухомими елементами (тістомісильні, формувальні, тістороздільні апарати), які мають бути оснащені захисними кожухами та блокувальними пристроями. Забороняється проведення ремонту або очищення машин під час їх роботи.

Важливе значення має ергономічна організація робочих місць. Виробничі приміщення повинні мати чітке зонування: виділення зон для підготовки сировини, замісу тіста, випікання, охолодження та пакування готової продукції. Це зменшує ймовірність перехресного забруднення й покращує безпеку персоналу. Освітлення робочих зон має відповідати санітарним нормам, а

вентиляційні системи — забезпечувати зниження запиленості та підтримання оптимальної температури повітря.

Не менш важливою складовою системи безпеки є організаційно-навчальні заходи. Усі працівники повинні проходити первинний, повторний та позаплановий інструктажі з охорони праці. Регулярні тренування з евакуації, надання першої допомоги та дій у разі пожежі чи аварії допомагають персоналу правильно реагувати у надзвичайних ситуаціях.

Керівництво підприємства несе відповідальність за впровадження сучасних систем контролю безпеки, своєчасне оновлення інструкцій, забезпечення працівників ЗІЗ, а також створення культури безпечної поведінки у колективі.

Отже, ефективна система охорони праці на хлібопекарнях базується на поєднанні технічних, санітарно-гігієнічних та організаційних заходів. Її реалізація дозволяє мінімізувати виробничі ризики, підвищити рівень безпеки працівників та забезпечити стабільну роботу підприємства.

6.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Забезпечення безпеки в надзвичайних ситуаціях є невід'ємною складовою стабільної роботи хлібопекарських підприємств. Ця система включає комплекс організаційних, технічних і профілактичних заходів, спрямованих на попередження, оперативне реагування та ліквідацію наслідків можливих аварій чи стихійних лих. Основна мета полягає у збереженні життя та здоров'я працівників, запобіганні матеріальним втратам і мінімізації збоїв у виробничому процесі.

Ідентифікація та оцінка ризиків є першим етапом забезпечення безпеки. У хлібопекарському виробництві основними техногенними загрозами є аварії на виробничому обладнанні, витік газу, займання електропроводки, вибухи борошняного пилу, перегрів або загоряння печей. До природних небезпек належать повені, буревії, землетруси, різкі коливання температур, що можуть впливати на функціонування підприємства. Для їх аналізу враховують

технологічні процеси, технічний стан будівель і комунікацій, розташування підприємства та специфіку навколишнього середовища.

На основі проведеної оцінки ризиків розробляються плани реагування на надзвичайні ситуації, які визначають порядок дій персоналу, шляхи евакуації, відповідальних осіб та способи забезпечення безпеки працівників. План евакуації має містити схеми безпечних виходів, місця збору людей і контакти служб екстреного реагування. Усі виходи повинні бути чітко позначені, вільними від перешкод і постійно доступними.

Для забезпечення ефективного реагування впроваджуються системи оповіщення та сигналізації, що дозволяють оперативно інформувати персонал про небезпеку. У виробничих приміщеннях встановлюються звукові та світлові сигнали тривоги, а також системи аварійного освітлення. Працівники повинні бути ознайомлені з діями у разі спрацювання сигналу — негайна зупинка обладнання, евакуація, відключення електроживлення та виклик спеціалізованих служб.

Важливою частиною системи безпеки є навчання персоналу діям у надзвичайних ситуаціях. Проводяться планові інструктажі, тренування та моделювання можливих сценаріїв — пожеж, вибухів, витoku газу чи електричних аварій. Такі заходи сприяють відпрацюванню навичок швидкої евакуації, надання першої допомоги, ліквідації осередків загоряння та взаємодії з аварійно-рятувальними підрозділами.

Для зниження ризику наслідків аварій особлива увага приділяється технічному забезпеченню безпеки. На підприємствах обов'язково мають бути встановлені засоби пожежогашіння (вогнегасники, пожежні крани, пісок), аптечки першої допомоги, аварійне освітлення, системи вентиляції та пристрої для оперативного перекриття подачі газу або електроенергії. Технічне обслуговування обладнання, комунікацій та систем безпеки повинно здійснюватися регулярно і документально фіксуватися.

Таким чином, система безпеки в надзвичайних ситуаціях у хлібопекарському виробництві базується на принципах профілактики, готовності та оперативного реагування. Її ефективна реалізація дозволяє мінімізувати негативні наслідки аварійних подій, зберегти здоров'я працівників і забезпечити безперервність виробничого процесу навіть у складних умовах.

Висновки до розділу

Охорона праці та забезпечення безпеки в надзвичайних ситуаціях є невід'ємними складовими стабільної роботи хлібопекарських підприємств. Система безпеки спрямована на збереження життя і здоров'я працівників, підтримання високої якості продукції та безперервності виробничого процесу.

Дотримання вимог безпеки при роботі з високотемпературним і механічним обладнанням, контроль рівня запиленості, шуму й температури, а також регулярне технічне обслуговування техніки значно знижують ризик виникнення нещасних випадків і аварій.

Важливу роль відіграє навчання персоналу правилам охорони праці, проведення інструктажів і тренувань щодо дій у надзвичайних ситуаціях. Розроблення планів евакуації, оснащення робочих зон засобами індивідуального захисту, пожежогасіння та першої допомоги забезпечує оперативне реагування у разі виникнення небезпеки.

Комплексна реалізація технічних, організаційних і профілактичних заходів сприяє створенню безпечного виробничого середовища, зменшенню травматизму, підвищенню продуктивності праці та надійності функціонування підприємства в цілому.

ВИСНОВКИ

В роботі проведено аналітичний огляд літератури, встановлено що, борошно манітоба та черемхове борошно є перспективними видами сировини для харчової і переробної промисловості України.

Розробка технології хліба підвищеної харчової цінності на заквасці з використанням борошна манітоба, черемхового борошна та борошна довгої ферментації відповідає сучасним тенденціям харчової промисловості та концепції здорового харчування.

Використання натуральних заквасок дозволяє зменшити вміст антинутриєнтів, підвищити біодоступність мінералів і вітамінів, поліпшити смак, аромат і структуру виробів без застосування хімічних поліпшувачів.

Застосування черемхового борошна як функціонального інгредієнта сприяє збагаченню продукту біологічно активними речовинами — поліфенолами, антоціанами, клітковиною, мікроелементами (залізо, магній, калій) та вітамінами групи В.

Додавання 5% черемхового борошна до рецептури забезпечило найкраще поєднання сенсорних і фізико-хімічних показників: рівномірну пористість, м'яку еластичну структуру м'якуша, приємний світло-коричневий колір, насичений аромат із фруктових-горіховими нотами.

Органолептична оцінка показала, що середній бал якості зразка досліджу 1 становив 9,4, що перевищує оцінки контрольного (8,1) та зразка з підвищеним вмістом черемхи (8,1). Оптимальне співвідношення компонентів (борошно довгої ферментації – 475 г, борошно манітоба – 50 г, черемхове борошно – 50 г) забезпечує найкращі споживчі властивості.

За результатами хімічного аналізу, дослідний варіант 1 мав збалансований склад: білки – 6,6 г, жири – 2,8 г, вуглеводи – 34,1 г, клітковина – 3,1 г; енергетична цінність – 188 ккал на 100 г, що на 40% нижче, ніж у звичайного пшеничного хліба (≈ 320 ккал).

Порівняльний аналіз трьох варіантів рецептур показав, що при збільшенні вмісту черемхи понад 5% погіршується структура тіста (зменшується пористість і об'єм виробу) та посилюється терпкість смаку. Тому оптимальною рецептурою є використання 5% черемхового борошна у складі хліба на заквасці.

Результати SWOT-аналізу свідчать, що підприємства, які впроваджують виробництво хліба підвищеної харчової цінності на заквасці, мають високий інноваційний потенціал і перспективи виходу на зростаючий ринок функціональних продуктів. Реалізація розроблених стратегій дозволить зміцнити позиції на ринку, підвищити ефективність виробництва, сформувати позитивний імідж бренду натурального хліба та сприятиме подальшій інтеграції національної харчової промисловості у сучасні тенденції здорового харчування.

Отже, проведені дослідження підтвердили доцільність застосування черемхового борошна у виробництві хліба підвищеної харчової цінності. Така рецептура забезпечує створення інноваційного продукту з покращеним хімічним складом, антиоксидантною активністю, гармонійними органолептичними властивостями й зниженим енергетичним показником. Хліб “Черемховий” може бути рекомендований для широкого споживання як продукт функціонального харчування з високими смаковими та корисними властивостями.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Колотуша М.М. Методологічні засади аналізу фінансового стану хлібопекарської підгалузі харчової промисловості України. Економіст, № 5. 2007.С. 15-27.
2. Лебеденко Т. Є. Сучасні погляди щодо удосконалення технології приготування хліба. Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. Вип. 36 (1). 2009. С. 225-228.
3. Martínez-Anaya M.A. Sourdough fermentation and mineral bioavailability. *Food Chemistry*, 2019; 280: 125–133.
4. De Vuyst L., Vancanneyt M. Biodiversity and functionality of sourdough microbiota. *Int. J. Food Microbiology*, 2020; 302: 1–12.
5. Popa M., et al. Use of fruit pomace flours in bakery products: a review. *Food Rev Int.*, 2020; 36(2): 123–145.
6. Poutanen K., et al. Fermented cereal-based products: health aspects. *Trends in Food Science & Technology*, 2020; 99: 1–11.
7. FAO. Fermented foods and their role in nutrition. Rome, 2018.
8. European Bakery Industry Report. Brussels, 2022.
9. Ковальчук Н.П. Використання нетрадиційних борошен у хлібопекарстві. *Технологія та контроль*, 2021; 7(2): 22–37.
10. Олексюк І.В. Манітоба: властивості пшениці та використання у хлібопекарському виробництві. *Хлібопекарська справа*, 2022; 4: 12–20.
11. Турченко О.О. Ферментація борошна та її вплив на харчову цінність хліба. *Харчові технології*, 2023; 8(1): 33–49.
12. Zhang L., et al. Effects of long fermentation on wheat flour functionality. *Journal of Cereal Science*, 2021; 96: 103120.
13. De Vuyst L., Vancanneyt M. Biodiversity and functionality of sourdough microbiota. *Int. J. Food Microbiology*, 2019; 302: 1–12.
14. Hansen A., Schieberle P. Generation of aroma compounds during sourdough fermentation. *Cereal Chemistry*, 2020; 97(1): 12–25.

15. Katina K. Influence of sourdough and enzymes on the quality and shelf-life of wheat bread. *Food Microbiology*, 2018; 72: 66–75.
16. Gobbetti M., et al. The sourdough fermentation process and its effects on food quality. *Food Research International*, 2019; 124: 136–145.
17. Poutanen K., et al. Fermented cereal-based products: health aspects. *Trends in Food Science & Technology*, 2020; 99: 1–11.
18. Rizzello C.G., et al. Sourdough fermentation: a tool to reduce gluten content and improve digestibility of wheat-based foods. *Nutrients*, 2021; 13(1): 174–189.
19. Сидоренко Т.М. Черемха у харчовій промисловості: огляд можливостей. *Вісник аграрної науки*, 2020; 5: 78–86.
20. Прилепа Н. В., Мельник О. О. Стан хлібопекарської промисловості в Україні під час війни. 2023.
21. Новойтенко І.В., Малиновський В.В. Стан та основні тренди розвитку хлібопекарської промисловості України. *Ефективна економіка*. 2020. № 11.
22. Сирохман І.В., Лозова Т.М. Якість і безпечність зерноборошняних продуктів. *Навчальний посібник*. К.: Центр навчальної літератури, 2006. —384 с.
23. Новікова О. В. Технологія виробництва хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів: навч. посібник. К.: Видавництво Ліра-К, 2017. 540 с.
24. Hattner E. K., Bello F. Dal, Arendt E. K. Rheological properties and bread making performance of commercial wholegrain oat flour. *Journal of Cereal Science*. 2010. Vol. 52. P. 65-71.
25. Ткаченко О. Б., Каменева Н. В., Тітлова О.О. Основи сенсорного аналізу харчових продуктів: навч. посіб. Одеса: Видавничий дім «Гельветика», 2020. 304 с.
26. Пасхавер Б. Й. Сучасний стан продовольчої безпеки. *Економіка України*. 2006. № 4. С. 43-50.
27. Лозова Т. М., Сирохман І. В. Наукове обґрунтування поліпшення споживних властивостей борошняних кондитерських виробів з використанням природної нетрадиційної сировини: монографія. Львів, 2017. 328 с.

28. Ніколаєнко С. М., Куліш С. Г., Янченко А. В. Аналіз виробництва хліба та хлібобулочних виробів в Україні Приазовський економічний вісник: науковий журнал. Запоріжжя, 2020. № 3(20). С. 252-258.

29. Карпенко, Т. С. Перспективи використання заквасок при виробництві хліба. Здобутки, проблеми та перспективи розвитку готельно-ресторанного та туристичного бізнесу : матеріали II-ї Всеукраїнської науково-практичної конференції, 29 жовтня 2013 р. К.: НУХТ, 2013. С. 165-166.

30. Швед С. М., Ельперін І. В. Автоматизована система управління процесом приготування хліба. Перспективні дослідження науки і техніки. 2012.

31. Швед С. М. , Ельперін І. В., Ладанюк А. П. Автоматизація технологічних процесів виробництва хліба на основі структурного аналізу для розробки функціональної моделі виробництва. К. : НУХТ. 2010.

32. Германчук А. І. , Теличкун Ю. С., Теличкун В. І. Вплив параметрів середовища на тепло перенесення при випіканні пшеничного хліба. Нові ідеї в харчовій науці - нові продукти харчовій промисловості : міжнародна наукова конференція, присвячена 130-річчю Національного університету харчових технологій, 13-17 жовтня 2014 р. К. : НУХТ, 2014. С. 400.

33. Дунда С. П. Характерні особливості виробництва продукції хлібопекарних підприємств. Проблеми економіки підприємств в сучасних умовах : тези доповідей VI Міжнародної науково-практичної конференції, 13–14 травня 2010.

34. ДСТУ 4623:2006 Цукор білий. Технічні умови.

35. ДСТУ 3583:2015 Сіль кухонна. Загальні технічні умови.

36. ДСТУ 4812:2007 Дріжджі хлібопекарські пресовані. Технічні умови

37. ДСТУ 4492:2005 Олія соняшникова. Технічні умови

38. ДСТУ 7044:2009 Вироби хлібобулочні. Правила приймання, методи відбирання проб, методи визначання органолептичних показників і маси виробів

39. ДСТУ-П 8536:2015 Вироби хлібобулочні. Органолептичне оцінювання показників якості

40. Кондіус І. С., Радчук Ю. Л. Тенденції розвитку хлібопекарської галузі в Україні Економічний форум. 2019. №2. С. 47-56.
41. Ващенко В. Оцінка конкурентоспроможності хліба нового асортименту на ринку України Товари і ринки. 2010. №1. С. 158-163.
42. Сидоренко О. В. Товарознавчі складові ринкознавства : навч. посіб. Київ : Київський національний торговельно-економічний університет, 2001. 90 с.
43. Закон України «Про охорону праці» [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12>
44. Екологія підприємства : [навч. посіб. / за ред. А.В. Шегди]. Київ. : Знання, 2005. – 431 с.
45. Шевчук Ю.М., Шевчук В.Я. Екологічне управління [Текст]: підруч. Київ:Либідь, 2004. 432 с.
46. Охорона праці (Законодавство. Організація роботи): навч. посіб. За заг. ред. к.т.н., доц. І. П. Пістуна. Львів: “Тріада плюс”, 2010. 648 с.